

**INOVASI PENGELOLAAN LIMBAH SEKAM PADI MENJADI ARANG
BRIKET SEBAGAI SOLUSI ENERGI HIJAU DI DESA
KARANGTANJUNG KARAWANG**

**INNOVATIVE RICE HUSK WASTE MANAGEMENT INTO CHARCOAL
BRIQUETTES AS A GREEN ENERGY SOLUTION IN
KARANGTANJUNG VILLAGE KARAWANG**

Eri Widianto¹⁾, Kardiman²⁾, Farradina Choria Suci²⁾, Siswadi²⁾, Rizal Hanafi²⁾, Najla
Salsabila¹⁾, Hilman Imadul Umam¹⁾, Teguh Pambudi³⁾,

¹⁾Program Studi Fisika, Universitas Singaperbangsa Karawang

²⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Singaperbangsa Karawang

³⁾Program Studi Teknik Kimia, Universitas Singaperbangsa Karawang

¹⁾Email: eri.widianto@ft.unsika.ac.id

Naskah diterima tanggal 19-11-2025, disetujui tanggal 29-12-2025, dipublikasikan tanggal 31-12-2025

Abstrak: Desa Karangtanjung, Kabupaten Karawang, menghasilkan limbah sekam padi dalam jumlah besar, namun pemanfaatannya masih terbatas dan sebagian besar dibakar secara terbuka. Program Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan meningkatkan kapasitas Kelompok Tani Sukamanah II dalam mengolah sekam padi menjadi briket arang melalui pelatihan teknis dan penerapan teknologi tepat guna. Evaluasi pelatihan dilakukan menggunakan instrumen pre-test dan post-test untuk menilai peningkatan pengetahuan peserta. Hasil pengukuran menunjukkan adanya kenaikan nilai rata-rata sebesar 27–35% setelah pelatihan berlangsung. Analisis efektivitas dengan metode Normalized Gain (N-Gain) menunjukkan bahwa sebagian besar peserta mengalami peningkatan pada kategori sedang hingga tinggi, dengan rentang nilai 0,33–1,00. Sebanyak 30–40% peserta mencapai kategori efektivitas tinggi ($N\text{-Gain} > 0,7$), sedangkan sisanya berada pada kategori sedang. Temuan ini menegaskan bahwa kombinasi sosialisasi, demonstrasi, dan praktik langsung efektif meningkatkan pemahaman teknis peserta terkait proses produksi briket. Selain peningkatan kognitif, program ini juga menghasilkan luaran teknologi berupa mesin pencetak briket dan modul SOP produksi. Dampak awal program meliputi berkurangnya pembakaran terbuka, meningkatnya produktivitas pengolahan limbah, serta munculnya inisiatif pembentukan unit usaha briket di tingkat desa. Secara keseluruhan, kegiatan ini berkontribusi pada penguatan ekonomi sirkular dan pengembangan energi hijau berbasis limbah pertanian.

Kata Kunci: Sekam padi; arang briket; teknologi tepat guna; pemberdayaan

Abstract: Karangtanjung Village in Karawang Regency produces a substantial amount of rice husk waste, yet its utilization remains limited, with most of it being disposed of through open burning. This Community Service Program aims to enhance the skills of the Sukamanah II Farmers Group in converting rice husk waste into charcoal briquettes through technical training and the implementation of appropriate technology. The effectiveness of the program was evaluated using

pre-test and post-test instruments to assess participants' knowledge improvement. The results indicate an increase of 27–35% in average scores after the training sessions. The effectiveness analysis using the Normalized Gain (N-Gain) method shows that most participants achieved moderate to high improvement, with N-Gain values ranging from 0.33 to 1.00. Approximately 30–40% of participants reached the high-effectiveness category (N-Gain > 0.7), while the rest fell into the moderate category. These findings confirm that the combination of theoretical introduction, demonstration, and hands-on practice is effective in improving participants' technical understanding of briquette production. Beyond cognitive improvement, the program also produced tangible outputs, including a briquette press machine and standardized production SOP modules. Early impacts include reduced open burning, increased productivity in biomass utilization, and emerging initiatives to establish a village-level briquette business unit. Overall, this program contributes to strengthening circular economy practices and promoting green energy innovation based on agricultural waste.

Keywords: Rice husk; charcoal briquettes; appropriate technology; empowerment.

PENDAHULUAN

Kabupaten Karawang yang dikenal sebagai salah satu lumbung padi nasional, menghasilkan tonase limbah sekam yang sangat signifikan setiap musim panen. Namun, seperti wilayah agraris lainnya di Indonesia, limbah tersebut belum termanfaatkan dengan baik dan sebagian besar dibakar secara terbuka (BPS Jawa Barat, 2023). Pembakaran terbuka meningkatkan emisi partikulat dan CO₂, menurunkan kualitas udara lokal, dan berdampak terhadap kesehatan masyarakat (Amin et al., 2025; Pinakana et al., 2024). Praktik tersebut juga mencerminkan hilangnya potensi ekonomi yang dapat diperoleh melalui inovasi pengolahan biomassa. Dalam kerangka *circular economy*, biomassa seperti sekam padi berpotensi diolah menjadi bahan bakar alternatif, salah satunya arang briket, yang dikenal ramah lingkungan, berbiaya murah, dan memiliki stabilitas termal yang baik (Ly et al., 2024; Nonsawang et al., 2024). Arang briket sekam padi telah dilaporkan memiliki nilai kalor antara 3.200–4.000 kcal/kg, sehingga layak digunakan sebagai bahan bakar untuk rumah tangga, UMKM, dan industri kecil (Fachruzzaki et al., 2025; Ugwu et al., 2024). Pemanfaatan limbah sekam padi sebagai sumber energi alternatif sejalan dengan arah transisi energi nasional yang menekankan peningkatan penggunaan energi biomassa terbarukan dan

pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil (Kementerian ESDM, 2022). Dengan demikian, pengembangan briket berbasis sekam padi merupakan solusi strategis yang menjawab aspek lingkungan, ekonomi, dan energi sekaligus.

Namun, berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, masyarakat di Desa Karangtanjung belum dapat memanfaatkan limbah sekam secara optimal. Sebagian besar anggota Kelompok Tani Sukamanah II belum memiliki pemahaman teknis terkait proses karbonisasi, penggilingan, pencampuran perekat, dan pencetakan briket. Kondisi ini umum dijumpai di wilayah pedesaan, dimana keterbatasan akses teknologi dan rendahnya literasi energi menyebabkan terhambatnya inovasi lokal (Ali et al., 2024; Ugwu et al., 2024). Permasalahan berikutnya terletak pada kapasitas kelembagaan. Kelompok tani belum memiliki struktur organisasi, sistem pencatatan keuangan, SOP produksi, maupun strategi pemasaran. Manajemen usaha yang lemah berdampak langsung pada ketidakmampuan masyarakat mengembangkan usaha energi biomassa secara berkelanjutan (Bot et al., 2022; Singh et al., 2025). Pada saat yang sama, pasar briket di tingkat lokal sebenarnya cukup potensial, terutama untuk kebutuhan rumah tangga, pedagang sate, pengrajin makanan, dan UMKM berbasis biomassa.

Melihat kesenjangan teknologi dan kapasitas sumber daya manusia tersebut, diperlukan intervensi melalui Program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) berbasis teknologi tepat guna. Program ini tidak hanya menyediakan alat, tetapi juga pelatihan dan pendampingan sistematis untuk meningkatkan keterampilan masyarakat. Penerapan teknologi tepat guna telah terbukti efektif dalam meningkatkan produktivitas, memperkuat kapasitas kelompok tani, dan mendorong keberlanjutan usaha berbasis biomassa. Program ini dirancang untuk menguatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengolah sekam padi menjadi arang briket melalui pelatihan teknis, implementasi mesin pencetak briket, serta pendampingan manajemen usaha. Efektivitas peningkatan kapasitas masyarakat diukur menggunakan instrumen *pre-test* dan *post-test* dilengkapi analisis Normalized Gain (Pickering et al., 2022), suatu metode yang umum digunakan untuk menilai peningkatan pemahaman peserta setelah mengikuti pelatihan.

METODE

Program Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan di Desa Karangtanjung, Kecamatan Lemahabang, Kabupaten Karawang, dengan mitra utama Kelompok Tani Sukamanah II. Pendekatan yang digunakan adalah *participatory action approach*, yaitu pendekatan partisipatif yang menempatkan masyarakat sebagai subjek utama program. Seluruh tahapan kegiatan dirancang agar mendorong keterlibatan aktif mitra mulai dari proses perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi, sehingga terjadi transfer pengetahuan dan kemampuan secara optimal, seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian

Pelaksanaan program dimulai dengan tahap identifikasi kebutuhan dan analisis situasi lapangan. Tahap ini dilakukan melalui observasi lingkungan, wawancara mendalam, serta diskusi kelompok terarah (*focus group discussion*) untuk memahami kondisi eksisting pengelolaan limbah sekam padi, tingkat literasi teknologi masyarakat, serta hambatan-hambatan utama yang dihadapi. Tahap berikutnya adalah sosialisasi dan edukasi mengenai konsep ekonomi sirkular, potensi pemanfaatan limbah sekam padi, serta pentingnya teknologi tepat guna dalam mendukung pengolahan biomassa berkelanjutan. Sosialisasi dilakukan secara tatap muka di balai desa dengan penyampaian materi berbasis multimedia dan diskusi interaktif.

Pelatihan teknis pembuatan arang briket menjadi tahapan inti program. Pelatihan ini mencakup demonstrasi dan praktik langsung proses karbonisasi sekam padi, penggilingan arang hingga menjadi bubuk halus, penyaringan, pencampuran perekat alami, pembentukan adonan, pencetakan briket, dan proses pengeringan. Pendekatan *learning by doing* digunakan agar peserta dapat mengalami secara

langsung setiap tahapan proses produksi, sehingga keterampilan praktis dapat terbentuk secara efektif. Pelatihan dilengkapi dengan penggunaan teknologi tepat guna yang diperkenalkan dalam program, yaitu mesin pencetak briket, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Mesin briket digunakan untuk meningkatkan kepadatan, konsistensi, dan kualitas produk sehingga siap dipasarkan.



Gambar 2. Teknologi pencetak briket sekam padi

Untuk mengukur efektivitas program, dilakukan evaluasi menggunakan instrumen *pre-test* dan *post-test* yang diberikan kepada seluruh peserta pelatihan. Instrumen evaluasi berisi sejumlah pertanyaan terkait pengetahuan dasar teknologi biomassa, teknik karbonisasi, proses pencetakan briket, dan aspek ekonomi pengolahan limbah pertanian. Peningkatan pengetahuan dianalisis menggunakan metode *Normalized Gain* (N-Gain), yang dihitung berdasarkan selisih nilai sebelum dan sesudah pelatihan menggunakan persamaan (1) (Coletta & Steinert, 2020) :

$$N - Gain = \frac{\text{Nilai post test} - \text{Nilai pre test}}{\text{Nilai maksimum} - \text{Nilai pre test}} \quad (1)$$

Analisis N-Gain dipilih karena dapat menggambarkan tingkat efektivitas pelatihan secara kuantitatif serta memperlihatkan sejauh mana peserta mengalami peningkatan pemahaman setelah mengikuti rangkaian kegiatan. Nilai N-Gain kemudian dikategorikan ke dalam tiga tingkat efektivitas, yaitu rendah ($g < 0,3$), sedang ($0,3 \leq g \leq 0,7$), dan tinggi ($g > 0,7$). Pendekatan ini relevan digunakan pada kegiatan pendidikan masyarakat karena memberikan gambaran komprehensif mengenai keberhasilan intervensi pengetahuan dalam konteks pemberdayaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang dilaksanakan di Desa Karangtanjung, Kecamatan Lemahabang, Kabupaten Karawang, memberikan sejumlah capaian penting dalam meningkatkan pemanfaatan limbah sekam padi menjadi arang briket berbasis teknologi tepat guna. Bagian ini menguraikan hasil kegiatan secara komprehensif, mulai dari proses sosialisasi, pelatihan teknis, implementasi teknologi, hingga evaluasi efektivitas program melalui analisis *pre-test/post-test* dan N-Gain.

(a) Sosialisasi Pemanfaatan Limbah Sekam Padi sebagai Energi Alternatif

Tahap sosialisasi merupakan kegiatan awal yang bertujuan untuk membangun pemahaman dasar masyarakat mengenai potensi pemanfaatan limbah sekam padi sebagai sumber energi alternatif. Kegiatan ini menjadi langkah strategis karena sebagian besar masyarakat Desa Karangtanjung sebelumnya belum memiliki pengetahuan mengenai nilai ekonomis sekam padi maupun teknologi yang mampu mengubahnya menjadi produk bernilai tambah seperti arang briket. Sosialisasi dilakukan secara tatap muka di Balai Desa Karangtanjung, dengan melibatkan anggota Kelompok Tani Sukamanah II dan perangkat desa. Materi sosialisasi berfokus pada pengenalan konsep circular economy, dampak negatif pembakaran terbuka, serta pemanfaatan limbah pertanian menjadi energi biomassa. Selain itu, sosialisasi juga memberikan gambaran mengenai peluang pasar briket biomassa yang saat ini semakin diminati sebagai alternatif bahan bakar rumah tangga dan UMKM.

(b) Pelatihan Teknik Produksi Arang Briket

Pelatihan teknik produksi arang briket merupakan inti dari rangkaian kegiatan PkM karena menjadi tahapan yang secara langsung mentransfer keterampilan praktis kepada masyarakat Desa Karangtanjung. Pelatihan ini dirancang untuk mengatasi permasalahan utama mitra, yaitu belum adanya pengetahuan dan kemampuan teknis dalam memanfaatkan limbah sekam padi menjadi produk yang bernilai ekonomi. Pendekatan pelatihan menggunakan metode *learning by doing*, di mana peserta tidak hanya menerima penjelasan

INTEGRITAS : Jurnal Pengabdian

Vol 9 No 2, Agustus – Desember 2025

ISSN 2580 – 7978 (cetak) ISSN 2615 – 0794 (online)

teoritis tetapi juga terlibat langsung dalam setiap tahapan proses produksi, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Tahap awal adalah proses penghalusan dan penyaringan sekam padi yang sudah melalui karbonisasi menjadi arang. Selanjutnya proses penyaringan juga diperkenalkan agar serbuk arang yang digunakan dalam pencampuran benar-benar halus dan siap diolah lebih lanjut. Tahap berikutnya adalah pencampuran arang halus dengan perekat alami (tepung kanji). Peserta belajar membuat larutan perekat berbahan pati serta mencampurkannya dengan arang halus hingga menjadi adonan yang cukup plastis. Bagian ini menjadi tantangan tersendiri bagi peserta karena perbandingan perekat, jumlah air, dan tekstur adonan sangat mempengaruhi hasil pencetakan. Setelah mencoba beberapa kali, peserta mulai dapat mengenali konsistensi adonan yang ideal, yaitu tidak terlalu basah agar tidak mudah retak saat dikeringkan, dan tidak terlalu kering agar mudah dipadatkan saat proses pencetakan.



Gambar 3. Sosialisasi pemanfaatan limbah sekam padi dan konsep ekonomi sirkular



Gambar 4. Pelatihan dan praktik produksi arang briket sekam padi

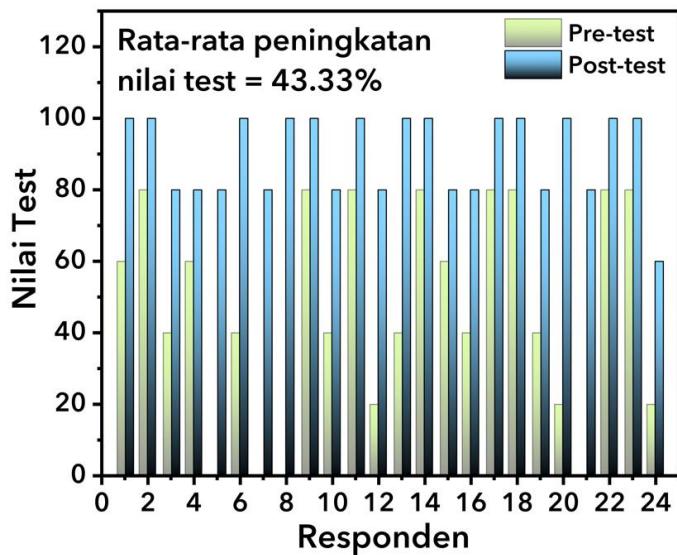
Tahap terakhir dalam pelatihan adalah pencetakan briket dan proses pengeringan. Peserta diperkenalkan pada penggunaan mesin pencetak briket sebagai teknologi tepat guna yang sangat membantu proses produksi. Mesin ini

mampu menghasilkan briket dengan ukuran seragam, lebih padat, dan lebih cepat dibandingkan metode manual. Peserta dilatih mengoperasikan mesin mulai dari memasukkan adonan, mengatur tekanan pemadatan, hingga memastikan briket keluar dalam bentuk yang benar. Selain itu, peserta belajar mengatur proses pengeringan menggunakan sinar matahari agar briket memiliki kadar air yang sesuai sebelum digunakan atau dipasarkan.

(c) Evaluasi Efektivitas Pelatihan

Evaluasi efektivitas pelatihan dilakukan untuk menilai sejauh mana kegiatan PkM mampu meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta dalam mengolah limbah sekam padi menjadi arang briket berbasis teknologi tepat guna. Evaluasi ini menggunakan instrumen *pre-test* dan *post-test* yang diberikan kepada seluruh 24 peserta, seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan pengetahuan peserta. Nilai *pre-test* peserta awalnya berada pada kisaran 0 hingga 80, yang menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memiliki pemahaman dasar yang masih terbatas mengenai proses produksi briket. Setelah mengikuti pelatihan yang mencakup sosialisasi, demonstrasi langsung, praktik karbonisasi, penghalusan arang, pencampuran perekat, hingga pengoperasian mesin briket, nilai *post-test* mengalami peningkatan menjadi 60 hingga 100. Peningkatan nilai ini mencerminkan peningkatan pemahaman yang merata di seluruh peserta, menandakan bahwa materi yang disampaikan efektif dan mudah dipahami.

Untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas pelatihan, dilakukan analisis *Normalized Gain* (N-Gain) berdasarkan selisih nilai *pre-test* dan *post-test*. Analisis N-Gain memberikan informasi mengenai tingkat peningkatan pengetahuan peserta setelah pelatihan, dengan kategori efektivitas rendah, sedang, dan tinggi. Berdasarkan data yang diperoleh, nilai N-Gain peserta berada pada rentang 0,33 hingga 1,00, dengan rata-rata 0,78. Rata-rata ini termasuk dalam kategori tinggi, yang menunjukkan bahwa pelatihan yang dilaksanakan berada pada tingkat efektivitas yang sangat baik. Distribusi hasil N-Gain ditunjukkan pada Tabel 1.

Gambar 5. Hasil *pre-test* dan *post-test* dari seluruh peserta kegiatan PkM

Sebanyak 9 peserta (37,5%) mencapai kategori efektivitas tinggi, sedangkan 15 peserta lainnya (62,5%) berada pada kategori sedang. Tidak terdapat peserta yang masuk kategori rendah, menandakan bahwa seluruh peserta mengalami peningkatan pengetahuan secara signifikan. Peserta dengan kategori N-Gain tinggi umumnya merupakan peserta yang terlibat aktif selama proses praktik, terutama dalam pengoperasian mesin pencetak briket. Keterlibatan langsung ini memberikan dampak besar terhadap pemahaman teknis peserta, sesuai dengan konsep pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*), yang menekankan pentingnya praktik nyata dalam membentuk pemahaman yang mendalam. Peningkatan nilai post-test dan N-Gain juga mengindikasikan bahwa peserta mulai memahami keterkaitan antar tahapan produksi briket, seperti hubungan antara kualitas arang hasil karbonisasi, kehalusan serbuk arang, perbandingan perekat, kepadatan saat pencetakan, dan proses pengeringan. Pemahaman holistik ini merupakan kemampuan penting yang diperlukan untuk menghasilkan produk briket yang berkualitas dan konsisten. Selain itu, penggunaan teknologi tepat guna, terutama mesin pencetak briket, memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret sehingga peserta dapat lebih mudah memahami konsep teknis yang sebelumnya abstrak.

Tabel 1. Distribusi kategori N-Gain

Kategori	Rentang	Jumlah Peserta	Percentase
Tinggi	$g > 0,7$	9 orang	37,5%
Sedang	0,3 – 0,7	15 orang	62,5%
Rendah	$g < 0,3$	0 orang	0%

Secara keseluruhan, hasil evaluasi menggambarkan bahwa pelatihan yang diberikan pada program PkM ini sangat efektif dalam meningkatkan kapasitas pengetahuan dan keterampilan peserta. Peningkatan nilai tes yang signifikan, ditambah hasil analisis N-Gain yang berada pada kategori tinggi, memperkuat bahwa metode pelatihan yang digunakan, kombinasi antara teori, demonstrasi, dan praktik langsung, merupakan pendekatan yang tepat untuk masyarakat desa. Dengan adanya peningkatan kompetensi ini, masyarakat Desa Karangtanjung memiliki kemampuan awal yang memadai untuk melanjutkan produksi briket secara mandiri, sehingga membuka peluang keberlanjutan program di masa mendatang.

(d) Dampak Program

Pelaksanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di Desa Karangtanjung memberikan dampak yang signifikan baik pada aspek lingkungan, peningkatan kapasitas masyarakat, maupun potensi pengembangan ekonomi lokal. Dampak program dapat diamati secara langsung melalui perubahan sikap, peningkatan keterampilan, serta munculnya inisiatif baru pada kelompok tani setelah mengikuti rangkaian sosialisasi, pelatihan, dan implementasi teknologi tepat guna. Dari sisi lingkungan, program ini berkontribusi dalam mengurangi praktik pembakaran terbuka terhadap limbah sekam padi yang selama ini dilakukan masyarakat. Sebelum kegiatan ini, sekam padi dianggap sebagai limbah yang tidak memiliki nilai tambah sehingga masyarakat cenderung membakarnya untuk mengurangi volume. Melalui sosialisasi dan demonstrasi proses karbonisasi, masyarakat mulai memahami bahwa sekam padi memiliki nilai ekonomis dan dapat diolah

menjadi briket sebagai sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Perubahan perspektif ini menjadi penting karena berkontribusi pada pengurangan emisi karbon dan pencemaran udara lokal.



Gambar 6. Penyerahan teknologi pencetak arang briket sekam padi

KESIMPULAN

Program Pengabdian kepada Masyarakat yang dilaksanakan di Desa Karangtanjung berhasil mencapai tujuan utamanya, yaitu meningkatkan pemahaman dan keterampilan masyarakat dalam memanfaatkan limbah sekam padi menjadi arang briket sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Melalui rangkaian kegiatan sosialisasi, pelatihan teknis, dan implementasi teknologi tepat guna, peserta menunjukkan peningkatan kapasitas yang signifikan. Hal ini dibuktikan oleh hasil evaluasi pre-test dan post-test dengan rata-rata nilai N-Gain berada pada kategori tinggi, yang mengindikasikan bahwa metode pelatihan yang digunakan efektif dan mampu mentransfer keterampilan secara optimal. Selain peningkatan kapasitas teknis, program ini juga memberikan dampak positif terhadap aspek lingkungan dan sosial ekonomi. Masyarakat mulai meninggalkan praktik pembakaran terbuka dan beralih pada pengolahan sekam padi menjadi produk bernilai tambah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini terlaksana atas dukungan pendanaan dari Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi, melalui Kontrak Program Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2025 Nomor: **320/C3/DT.05.00/PM-BATCH III/2025**. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Pemerintah Desa Karangtanjung dan Kelompok Tani Sukamanah II atas kerja sama dan partisipasinya selama kegiatan berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A., Kumari, M., Manisha, Tiwari, S., Kumar, M., Chhabra, D., & Sahdev, R. K. (2024). Insight into the Biomass-Based Briquette Generation from Agro-Residues: Challenges, Perspectives, and Innovations. In *Bioenergy Research* (Vol. 17, Issue 2, pp. 816–856). Springer. <https://doi.org/10.1007/s12155-023-10712-5>
- Amin, M., Ramadhani, A. A. T., Putri, R. M., Auliani, R., Torabi, S. E., Hanami, Z. A., Suryati, I., & Bachtiar, V. S. (2025). A review of particulate matter (PM) in Indonesia: trends, health impact, challenges, and options. In *Environmental Monitoring and Assessment* (Vol. 197, Issue 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s10661-024-13426-z>
- Bot, B. V., Axaopoulos, P. J., Sakellariou, E. I., Sosso, O. T., & Tamba, J. G. (2022). Energetic and economic analysis of biomass briquettes production from agricultural residues. *Applied Energy*, 321. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.119430>
- Coletta, V. P., & Steinert, J. J. (2020). Why normalized gain should continue to be used in analyzing preinstruction and postinstruction scores on concept inventories. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 010108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010108>
- Fachruzzaki, Lestari, R., & Aminah, S. (2025). A Study on the Effect of Rice Husk Charcoal Mix on Coal Briquettes Using the Carbonization Method with Tapioca Flour Adhesive. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1451(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1451/1/012024>
- Ly, T. B., Trinh, A. M. H., Tran, H. P. T., Dang, K. N., Nguyen, T. D. T., Tran, V. T., & Le, P. K. (2024). Evaluation of an operating durian shell charcoal briquette manufacturing line and development of a biorefinery process for

higher value products. *Energy*, 307.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.132727>

Nonsawang, S., Juntahum, S., Sanchumpu, P., Suaili, W., Senawong, K., & Laloon, K. (2024). Unlocking renewable fuel: Charcoal briquettes production from agro-industrial waste with cassava industrial binders. *Energy Reports*, 12, 4966–4982. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2024.10.053>

Pickering, J. D., Panagiotis, A., Ntakakis, G., Athanassiou, A., Babatsikos, E., & Bamidis, P. D. (2022). Assessing the difference in learning gain between a mixed reality application and drawing screencasts in neuroanatomy. *Anatomical Sciences Education*, 15(3), 628–635. <https://doi.org/10.1002/ase.2113>

Pinakana, S. D., Raysoni, A. U., Sayeed, A., Gonzalez, J. L., Temby, O., Wladyka, D., Sepielak, K., & Gupta, P. (2024). Review of agricultural biomass burning and its impact on air quality in the continental United States of America. In *Environmental Advances* (Vol. 16). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2024.100546>

Singh, M., Dogra, R., & Hans, V. S. (2025). Techno-economic evaluation of energy efficient briquetting system for rice straw and quality of briquettes. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(4), 6423–6433. <https://doi.org/10.1007/s13399-024-05475-8>

Ugwu, K. E., Ezema, C. G., Ibeto, C. N., & Okafor, I. F. (2024). Properties of biocoal briquettes from mesoporous coals and rice husk and their effects on environmental pollution. *Discover Environment*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44274-024-00141-2>