

Pemberdayaan Masyarakat Berbasis *Waste-To-Energy* melalui Produksi Biobriket Sekam Padi di Desa Belendung, Karawang

^{1),*}Eri Widianto, ²⁾Meka Saima Perdani, ³⁾Kardiman, ³⁾Rizal Hanifi, ³⁾Angga Muhammad Najib, ⁴⁾Kusnadi, ⁴⁾Aulia Fashanah Hadining, ⁵⁾Farradina Choria Suci, ¹⁾Najmudin Fauji, ¹⁾Ajeng Prastiwi, ⁶⁾Wilma Nurrul Adzillah, ¹⁾Hilman Imadul Umam, ⁷⁾Siswadi, ⁸⁾Chaerur Rozikin

¹⁾Program Studi Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia, 41361.

²⁾Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia, 41361.

³⁾Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia, 41361.

⁴⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia, 41361.

⁵⁾Program Studi Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia, 41361.

⁶⁾Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia, 41361.

⁷⁾Program Studi Statistika, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia, 41361.

⁸⁾Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Singaperbangsa Karawang, Indonesia, 41361.

*Corresponding Author: eri.widianto@ft.unsika.ac.id

ABSTRAK

Limbah sekam padi merupakan residu pertanian yang tersedia melimpah di Kabupaten Karawang yang merupakan wilayah sentra produksi padi. Namun pemanfaatannya di tingkat masyarakat masih terbatas dan sebagian masih berpotensi dibakar atau dibuang tanpa menghasilkan nilai tambah. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan memberdayakan masyarakat melalui pendekatan *waste-to-energy* dengan mengolah sekam padi menjadi biobriket sebagai sumber energi alternatif di Desa Belendung, Kabupaten Karawang, bekerja sama dengan mitra Kelompok Tani Karya Mukti I. Program dilaksanakan menggunakan pendekatan partisipatif yang dipadukan dengan *learning by doing* melalui edukasi pemanfaatan limbah pertanian, pelatihan produksi biobriket, demonstrasi dan praktik pengoperasian teknologi pencetak, serta pengenalan mutu produk dan peluang pengembangannya. Tahapan produksi yang dipraktikkan meliputi pengeringan bahan, karbonisasi, penghalusan dan pengayakan arang, pencampuran dengan perekat tapioka, pencetakan, dan pengeringan akhir. Efektivitas transfer pengetahuan dievaluasi melalui *pre-test* dan *post-test* terhadap 20 peserta. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata skor peserta meningkat dari 53 pada *pre-test* menjadi 97 pada *post-test* atau meningkat sebesar 44 poin. Hasil tersebut menunjukkan bahwa integrasi edukasi, praktik langsung, dan penerapan teknologi tepat guna efektif meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai pemanfaatan sekam padi dan proses produksi biobriket. Program ini tidak hanya mendorong perubahan cara pandang terhadap limbah pertanian, tetapi juga membangun kapasitas awal masyarakat untuk mengembangkan pengelolaan biomassa menuju energi hijau dan kegiatan ekonomi berbasis sumber daya lokal yang lebih berkelanjutan.

Kata Kunci: biobriket; energi hijau; pemberdayaan masyarakat; sekam padi; *waste-to-energy*

ABSTRACT

Rice husk is an abundant agricultural residue in Karawang Regency, one of Indonesia's major rice-producing regions. However, its utilization at the community level remains limited, and a considerable portion is still potentially burned or discarded without generating added value. This Community Service Program aimed to empower local communities through a waste-to-energy approach by converting rice husk into biobriquettes

as an alternative energy source in Belendung Village, Karawang Regency, collaboration with the Karya Mukti I Farmer Group. The program employed a participatory approach combined with learning by doing through education on agricultural waste utilization, biobriquette production training, demonstration and hands-on operation of briquette-pressing technology, as well as introduction to product quality and future development opportunities. The production stages practiced during the program included raw-material drying, carbonization, charcoal grinding and sieving, mixing with tapioca binder, briquette pressing, and final drying. The effectiveness of knowledge transfer was evaluated using pre-test and post-test assessments involving 20 participants. The results showed that the participants' average score increased from 53 in the pre-test to 97 in the post-test, corresponding to an improvement of 44 points. These findings indicate that the integration of education, hands-on practice, and appropriate technology application was effective in improving community understanding of rice husk utilization and biobriquette production. The program not only encouraged a shift in community perspectives toward agricultural waste but also strengthened the initial capacity of local communities to develop biomass utilization toward greener energy systems and more sustainable economic activities based on local resources.

Keywords: *biobriquette; community empowerment; green energy; rice husk; waste-to-energy*

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Karawang memiliki karakter wilayah yang erat dengan sektor pertanian, khususnya produksi padi, sehingga aktivitas budidaya dan penggilingan padi secara kontinu menghasilkan residu biomassa berupa jerami dan sekam padi. Kondisi tersebut merupakan bagian dari besarnya aktivitas produksi padi di Jawa Barat (Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang, 2025). Badan Pusat Statistik mencatat bahwa produksi padi Jawa Barat pada tahun 2024 mencapai sekitar 8,63 juta ton gabah kering giling, dengan luas panen sekitar 1,48 juta hektare (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat, 2025). Kabupaten Karawang sendiri secara konsisten tercatat sebagai salah satu wilayah pertanian penting di Jawa Barat, sehingga keberadaan residu hasil pengolahan padi menjadi sumber daya lokal yang perlu dikelola secara lebih produktif. Besarnya aktivitas pertanian tersebut tidak selalu diikuti dengan pemanfaatan residu biomassa secara optimal. Pada tingkat masyarakat, sekam padi masih sering dipandang sebagai material sisa dengan nilai ekonomi rendah sehingga sebagian dibiarkan menumpuk atau dibakar untuk mengurangi volumenya. Pembakaran terbuka residu pertanian merupakan praktik yang perlu dikurangi karena menghasilkan emisi gas dan partikulat ke atmosfer. Pengujian eksperimental pada pembakaran terbuka biomassa menunjukkan bahwa residu pertanian dapat menghasilkan karbon monoksida dan partikulat, dengan karakter emisi yang dipengaruhi oleh jenis biomassa dan kondisi pembakaran (Nugraha et al., 2023). Penelitian terhadap pembakaran residu padi juga menunjukkan bahwa sekam dan jerami yang dibakar secara terbuka melepaskan berbagai komponen gas maupun partikulat, sehingga pemanfaatan residu melalui jalur yang lebih terkendali merupakan pilihan yang lebih relevan dalam kerangka pengelolaan biomassa berkelanjutan (Kim Oanh et al., 2018).

Salah satu pendekatan yang dapat dikembangkan adalah *waste-to-energy*, yaitu menempatkan residu yang sebelumnya tidak termanfaatkan sebagai bahan baku untuk menghasilkan energi yang memiliki nilai guna (Kipngetich et al., 2022). Dalam konteks limbah pertanian, densifikasi biomassa menjadi briket memberikan keuntungan berupa bentuk bahan bakar yang lebih kompak, mudah disimpan, dan lebih mudah ditangani dibandingkan biomassa lepas (Kamdern et al., 2025; Lubwama et al., 2024). Bot et al. menunjukkan bahwa produksi briket dari residu pertanian memiliki potensi energi sekaligus peluang ekonomi, meskipun kelayakannya dipengaruhi oleh efisiensi proses, biaya produksi, dan karakter bahan baku (Bot et al., 2022). Pada sekam padi, proses karbonisasi dan pemadatan juga dapat menghasilkan bahan bakar padat dengan karakteristik energi yang memadai. Yiga et al. memperoleh *higher heating value* sekitar 19,5 MJ kg⁻¹ pada briket sekam padi terkarbonisasi, yang memperlihatkan potensi material tersebut sebagai bahan bakar alternatif (Yiga et al., 2023).

Kualitas biobriket tidak hanya ditentukan oleh jenis biomassa, tetapi juga oleh tahapan pengolahan, ukuran partikel, kondisi karbonisasi, jenis dan jumlah perekat, tekanan pencetakan, serta proses pengeringan (Kipngetich et al., 2023; Saeed et al., 2021). Nonsawang et al. menunjukkan bahwa penggunaan bahan pengikat berbasis tapioka dan produk samping singkong dapat menghasilkan briket arang dengan karakteristik yang baik, dengan komposisi perekat menjadi salah satu parameter penting dalam pembentukan produk

(Nonsawang et al., 2024). Temuan tersebut menunjukkan bahwa teknologi pembuatan biobriket pada prinsipnya dapat dikembangkan menggunakan bahan dan proses yang relatif sederhana. Namun, pada tingkat masyarakat, keberhasilan penerapannya tetap membutuhkan transfer pengetahuan mengenai proses produksi dan kemampuan mengoperasikan teknologi secara mandiri. Aspek tersebut menjadi penting karena keberhasilan *waste-to-energy* tidak hanya ditentukan oleh kemampuan menghasilkan produk. Keberlanjutan teknologi pada skala komunitas juga berkaitan dengan penerimaan pengguna, kemampuan produksi, biaya, peluang pasar, dan manfaat sosial yang dihasilkan. Baltrocchi et al. menunjukkan bahwa briket berbasis berpotensi memberikan manfaat ekonomi dan sosial dalam konteks negara berkembang, tetapi keberlanjutan penerapannya tetap memerlukan strategi pasar dan dukungan terhadap adopsi teknologi (Baltrocchi et al., 2023). Penelitian lapangan Calle Mendoza et al. juga memperlihatkan bahwa penerimaan briket sebagai bahan bakar alternatif dipengaruhi oleh kondisi sosial ekonomi masyarakat, kesesuaian teknologi penggunaan, serta keberadaan calon pengguna (Calle Mendoza et al., 2024). Dengan demikian, penerapan biobriket di tingkat desa perlu dirancang tidak hanya sebagai kegiatan produksi, tetapi sebagai proses pemberdayaan yang mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan, teknologi, produk, dan peluang pemanfaatannya.

Kondisi tersebut relevan dengan permasalahan yang ditemukan pada Kelompok Tani Karya Mukti I di Desa Belendung, Kecamatan Klari, Kabupaten Karawang. Kelompok tani memiliki akses langsung terhadap residu pertanian berupa sekam dan jerami padi, tetapi pada kondisi awal belum memiliki pengalaman memadai dalam proses karbonisasi, produksi biobriket, pengoperasian mesin pencetak, maupun pengendalian mutu produk. Selain keterbatasan teknis, pengembangan produk juga belum terhubung dengan sistem pengelolaan usaha, pengemasan, dan pemasaran yang terstruktur. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara ketersediaan sumber daya biomassa dan kapasitas masyarakat untuk mengubah sumber daya tersebut menjadi produk energi bernilai tambah. Pemanfaatan sekam padi sebagai briket sebenarnya telah diperkenalkan dalam berbagai kegiatan pemberdayaan masyarakat. Program sebelumnya yang dilakukan Widiyanto et al. di Desa Karangtanjung, Karawang menunjukkan bahwa kombinasi sosialisasi, demonstrasi, praktik langsung, dan penerapan mesin pencetak dapat meningkatkan pemahaman masyarakat dalam produksi arang briket (Widiyanto et al., 2025). Program tersebut menghasilkan peningkatan pengetahuan peserta dan memberikan dasar penting mengenai efektivitas *learning by doing* dalam transfer teknologi biomassa kepada kelompok tani. Meskipun demikian, pengembangan berikutnya perlu diarahkan lebih jauh dari sekadar keterampilan menghasilkan briket menuju pembentukan model pemberdayaan *waste-to-energy* yang menghubungkan perubahan cara pandang terhadap limbah, penguasaan proses produksi, adopsi teknologi tepat guna, pemahaman mutu produk, dan keberlanjutan pemanfaatannya.

Atas dasar tersebut, program Pengabdian kepada Masyarakat di Desa Belendung dikembangkan dengan menempatkan masyarakat sebagai pelaku utama dalam rantai transformasi limbah, pengetahuan, keterampilan, teknologi, produk, usaha, dan keberlanjutan. Pendekatan partisipatif dipadukan dengan *learning by doing* agar peserta tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi mengalami secara langsung proses pengolahan sekam padi, pencampuran bahan, pencetakan biobriket, hingga pengenalan indikator mutu produk. Pendekatan ini sekaligus menjadi pembeda program di Desa Belendung dengan kegiatan sebelumnya karena pemberdayaan diarahkan pada proses adopsi teknologi dan pembentukan kapasitas masyarakat dalam mengembangkan sumber energi berbasis sumber daya lokal. Kegiatan ini bertujuan untuk memberdayakan masyarakat melalui pendekatan *waste-to-energy* dengan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan Kelompok Tani Karya Mukti I dalam mengolah limbah sekam padi menjadi biobriket serta memperkenalkan teknologi tepat guna sebagai dasar pengembangan energi hijau berbasis komunitas di Desa Belendung, Karawang. Efektivitas proses pemberdayaan dievaluasi melalui perubahan pengetahuan peserta sebelum dan setelah kegiatan serta keterlibatan langsung masyarakat dalam praktik produksi dan pengoperasian teknologi. Melalui pendekatan tersebut, pengolahan sekam padi diharapkan tidak berhenti pada upaya mengurangi limbah, tetapi berkembang menjadi bagian dari praktik ekonomi sirkular yang memberikan manfaat lingkungan, energi, dan sosial ekonomi bagi masyarakat desa.

2. METODE PELAKSANAAN PENGABDIAN

2.1. Lokasi dan Mitra Kegiatan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dilaksanakan di Desa Belendung, Kecamatan Klari, Kabupaten Karawang, dengan mitra utama Kelompok Tani Karya Mukti I. Kelompok ini merupakan kelompok

tani yang bergerak pada budidaya padi dan memiliki akses langsung terhadap residu pertanian berupa sekam dan jerami padi. Program dirancang berdasarkan kondisi awal mitra yang belum memiliki pengalaman memadai dalam pengolahan sekam padi menjadi biobriket, khususnya pada proses karbonisasi, formulasi bahan, pencetakan, pengendalian mutu sederhana, dan pengoperasian teknologi pencetak. Oleh karena itu, intervensi tidak hanya diarahkan pada penyediaan teknologi, tetapi juga pada peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan kesiapan masyarakat untuk memanfaatkan teknologi secara mandiri.

2.2. Pendekatan Pemberdayaan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian menggunakan pendekatan partisipatif (*participatory action*) yang menempatkan masyarakat sebagai pelaku utama dalam proses penerapan teknologi. Pendekatan tersebut dipadukan dengan metode *learning by doing* agar transfer pengetahuan tidak hanya berlangsung melalui penyampaian materi, tetapi juga melalui keterlibatan langsung peserta pada setiap tahapan produksi biobriket. Tahapan ini dirancang untuk membangun proses perubahan secara bertahap, dimulai dari peningkatan kesadaran terhadap nilai residu pertanian hingga pengenalan potensi pengembangan produk sebagai bagian dari energi alternatif dan kegiatan ekonomi berbasis sumber daya lokal.

2.3. Tahapan Pelaksanaan Program

Pelaksanaan program dibagi menjadi lima tahapan utama, seperti ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat di Desa Belendung

1. Identifikasi kondisi awal dan edukasi *waste-to-energy*

Tahap awal dilakukan melalui diskusi dengan mitra untuk mengidentifikasi pola pemanfaatan sekam padi, pengetahuan awal mengenai energi biomassa, serta pengalaman masyarakat dalam pengolahan residu pertanian. Selanjutnya diberikan edukasi mengenai dampak pembakaran terbuka, potensi sekam padi sebagai bahan baku energi, konsep *waste-to-energy*, dan peluang pemanfaatan biomassa menjadi produk yang memiliki nilai guna.

2. Pelatihan teknis produksi biobriket

Pelatihan teknis dilaksanakan menggunakan pendekatan praktik langsung. Peserta diperkenalkan pada bahan utama berupa arang sekam atau jerami, tepung tapioka sebagai perekat, dan air. Tahapan produksi yang dipraktikkan meliputi: pengeringan bahan baku; karbonisasi biomassa; penghalusan arang; pengayakan untuk memperoleh ukuran partikel yang relatif seragam; pencampuran serbuk arang dengan perekat tapioka dan air; pencetakan menggunakan mesin; dan pengeringan akhir hingga diperoleh briket yang keras dan tidak lembap.

3. Penerapan dan pengoperasian teknologi pencetak

Tahap berikutnya adalah demonstrasi dan praktik pengoperasian mesin pencetak biobriket. Teknologi yang digunakan berupa mesin pencetak mekanis (*screw press*) dengan motor listrik 1/4 HP dan kapasitas desain sekitar 10–15 kg/jam. Mesin digunakan untuk meningkatkan kepadatan dan keseragaman bentuk produk dibandingkan pencetakan secara manual. Dalam pelaksanaan *workshop*, peserta tidak hanya mengamati demonstrasi, tetapi secara bergantian melakukan proses pencampuran, memasukkan bahan ke dalam mesin, mengamati keluaran cetakan, serta mengenali kondisi adonan yang sesuai untuk proses pemadatan. Dengan demikian, mesin pencetak berfungsi tidak hanya sebagai sarana produksi, tetapi juga sebagai media transfer teknologi kepada masyarakat.

4. Pengenalan mutu produk dan peluang pemanfaatan

Setelah proses pencetakan, peserta diperkenalkan pada pengendalian mutu sederhana yang dapat dilakukan pada skala masyarakat tanpa memerlukan instrumen laboratorium. Parameter yang diamati meliputi kondisi kekeringan, kepadatan fisik, keseragaman bentuk, kestabilan nyala, jumlah asap secara visual, dan kemudahan produk untuk ditangani serta dikemas. Tahap ini bertujuan membangun pemahaman bahwa keberhasilan produksi tidak hanya ditentukan oleh terbentuknya briket, tetapi juga oleh konsistensi mutu produk. Peserta selanjutnya diajak mendiskusikan kemungkinan pemanfaatan biobriket sebagai bahan bakar alternatif serta potensi pengguna awal dari lingkungan sekitar desa, termasuk rumah tangga dan UMKM.

5. Evaluasi dan arah keberlanjutan

Tahap akhir dilakukan melalui evaluasi pemahaman peserta, observasi keterlibatan selama praktik, serta diskusi mengenai keberlanjutan program. Evaluasi digunakan untuk mengetahui sejauh mana kegiatan mampu meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai konsep *waste-to-energy* dan proses produksi biobriket. Keberlanjutan program diarahkan secara bertahap melalui stabilisasi formula dan proses produksi, peningkatan konsistensi produk, penggunaan teknologi secara mandiri, penyusunan SOP sederhana, serta pengembangan pengguna lokal.

2.4. Evaluasi *Pre-test* dan *Post-test*

Efektivitas transfer pengetahuan diukur menggunakan instrumen *pre-test* dan *post-test* terhadap 20 peserta yang mengikuti rangkaian workshop. *Pre-test* diberikan sebelum pelaksanaan edukasi dan praktik untuk memperoleh gambaran mengenai tingkat pengetahuan awal peserta. *Post-test* diberikan setelah seluruh rangkaian kegiatan selesai dilaksanakan. Instrumen evaluasi disusun berdasarkan materi yang diberikan selama kegiatan, yang meliputi pengetahuan mengenai pemanfaatan sekam padi sebagai sumber energi, prinsip dasar karbonisasi, fungsi perekat, proses pencampuran dan pencetakan, tahapan pengeringan, serta karakteristik biobriket yang layak digunakan. Pertanyaan yang sama digunakan pada *pre-test* dan *post-test* agar perubahan pemahaman pada setiap peserta dapat dibandingkan secara langsung. Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan skor *pre-test* dan *post-test* setiap peserta. Parameter yang dianalisis meliputi nilai minimum dan maksimum, nilai rata-rata kelompok, peningkatan skor rata-rata, serta persentase peserta yang mengalami peningkatan.

Tabel 1. Indikator evaluasi pelaksanaan program

Aspek	Indikator	Metode evaluasi
Pengetahuan	Peningkatan pemahaman mengenai sekam padi, <i>waste-to-energy</i> , karbonisasi, dan produksi biobriket	<i>Pre-test</i> dan <i>post-test</i>
Keterampilan	Keterlibatan dalam penyiapan bahan, pencampuran, pencetakan, dan pengeringan	Observasi selama praktik
Adopsi teknologi	Kemampuan memahami prinsip kerja dan tahapan pengoperasian mesin pencetak	Demonstrasi dan praktik
Mutu produk	Kemampuan mengenali briket yang kering, padat, seragam, dan layak digunakan	Pengamatan visual dan diskusi
Keberlanjutan	Pemahaman mengenai produksi rutin, SOP, pengguna lokal, dan peluang pengembangan usaha	Diskusi dan pendampingan

2.5. Indikator Keberhasilan Program

Keberhasilan program dievaluasi melalui tiga dimensi utama, yaitu peningkatan pengetahuan, terbentuknya keterampilan awal produksi, dan penerimaan terhadap teknologi yang diperkenalkan. Indikator evaluasi dirangkum pada **Tabel 1**. Pendekatan evaluasi tersebut memungkinkan keberhasilan kegiatan tidak hanya dinilai berdasarkan peningkatan skor pengetahuan, tetapi juga berdasarkan proses keterlibatan masyarakat dalam mengadopsi teknologi dan memahami potensi keberlanjutannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pemberdayaan Masyarakat melalui Pendekatan *Waste-to-Energy*

Kegiatan diawali dengan edukasi mengenai potensi limbah sekam padi sebagai sumber daya energi. Tahap ini penting karena sekam padi di lingkungan pertanian masih cenderung dipandang sebagai residu yang tidak memiliki nilai tambah dan berpotensi dibakar atau dibiarkan menumpuk. Pada *workshop*, peserta diperkenalkan pada konsep *waste-to-energy*, yaitu pemanfaatan limbah sebagai bahan baku untuk menghasilkan energi yang dapat digunakan kembali oleh masyarakat. Materi disampaikan dengan menghubungkan persoalan yang dekat dengan kehidupan peserta, seperti timbulnya asap akibat pembakaran limbah, risiko kebakaran, dan hilangnya potensi ekonomi. Selanjutnya, peserta diperkenalkan pada berbagai alternatif pemanfaatan sekam dan jerami, antara lain biobriket, *biochar*, kompos, media budidaya, bahan penyaring, dan material komposit. Biobriket dipilih sebagai teknologi awal karena bahan bakunya tersedia setiap musim panen, proses pembuatannya relatif sederhana, serta mempunyai potensi pemanfaatan untuk rumah tangga dan UMKM. Materi *workshop* memang menempatkan biobriket sebagai pilihan awal karena ketersediaan bahan, kemudahan praktik, keberadaan calon pengguna, dan peluang untuk dikembangkan menjadi usaha kelompok. Pendekatan tersebut tidak hanya bertujuan meningkatkan pengetahuan teknis, tetapi juga membentuk perubahan cara pandang masyarakat terhadap limbah. Dalam model pemberdayaan yang dikembangkan, sekam padi ditempatkan sebagai titik awal proses transformasi yang meliputi limbah–kesadaran–keterampilan–teknologi–produk–usaha–keberlanjutan.



Gambar 2. Sosialisasi pemanfaatan limbah sekam padi

3.2. Pelatihan dan Praktik Produksi Biobriket

Tahap berikutnya adalah pelatihan pembuatan biobriket yang dilakukan melalui pendekatan *learning by doing*. Peserta tidak hanya menerima penjelasan mengenai prinsip produksi, tetapi terlibat langsung pada tahapan pengolahan bahan. Bahan yang diperkenalkan meliputi arang sekam atau jerami, tepung tapioka sebagai perekat, dan air. Proses produksi dimulai dengan pengeringan bahan agar kadar airnya rendah, kemudian dilanjutkan dengan karbonisasi menggunakan suplai udara terbatas untuk menghasilkan arang dan menghindari pembakaran sempurna menjadi abu. Arang selanjutnya dihaluskan dan diayak agar diperoleh ukuran partikel yang relatif seragam. Serbuk arang kemudian dicampur dengan perekat tapioka dan air hingga terbentuk adonan yang dapat dipadatkan. Setelah itu, adonan dimasukkan ke mesin pencetak dan produk yang dihasilkan dikeringkan hingga keras dan tidak lembap.

Keterlibatan langsung memungkinkan peserta memahami bahwa mutu biobriket tidak hanya ditentukan oleh pencetakan, tetapi merupakan hasil dari seluruh tahapan proses. Kondisi arang, ukuran partikel, jumlah

air, konsistensi adonan, kepadatan saat pencetakan, dan pengeringan saling berkaitan dalam menentukan karakter produk akhir. Pendekatan praktik juga memberikan kesempatan kepada peserta untuk mengenali kondisi bahan secara langsung, terutama konsistensi adonan yang cukup plastis untuk dicetak namun tidak terlalu basah. Hasil kegiatan ini menunjukkan bahwa transfer teknologi kepada masyarakat lebih efektif ketika materi teoritis langsung dikaitkan dengan aktivitas produksi. Pendekatan tersebut juga sejalan dengan prinsip pemberdayaan berbasis pengalaman, di mana masyarakat tidak ditempatkan sebagai penerima teknologi secara pasif, tetapi sebagai pengguna yang mempelajari proses melalui praktik.



Gambar 3. Pelaksanaan edukasi dan *workshop* pembuatan biobriket di Desa Belendung

3.3. Penerapan Teknologi Pencetak Biobriket

Teknologi tepat guna yang diperkenalkan dalam program adalah mesin pencetak biobriket mekanis (*screw press*) dengan motor listrik 1/4 HP dan kapasitas desain sekitar 10–15 kg/jam. Mesin tersebut dirancang untuk menghasilkan produk yang lebih seragam, lebih padat, dan lebih mudah dikemas dibandingkan pencetakan manual. Selama *workshop*, peserta memperoleh demonstrasi mengenai cara menyiapkan adonan, memasukkan bahan ke mesin, mengamati proses pemadatan, serta mengevaluasi kondisi produk setelah keluar dari cetakan. Peserta selanjutnya diberi kesempatan untuk terlibat dalam pengoperasian alat sehingga teknologi yang diperkenalkan tidak hanya menjadi objek demonstrasi. Penerapan mesin pencetak memiliki dua fungsi dalam kegiatan ini. Pertama, mesin berfungsi sebagai teknologi produksi untuk meningkatkan konsistensi bentuk dan kepadatan biobriket. Kedua, mesin menjadi media transfer teknologi yang memungkinkan masyarakat memperoleh pengalaman langsung dalam menggunakan peralatan produksi. Aspek kedua menjadi penting karena keberhasilan program teknologi tepat guna tidak cukup dinilai berdasarkan tersedianya alat, tetapi juga dari kemampuan masyarakat memahami fungsi dan prosedur penggunaannya. Pada tahap akhir produksi, peserta diperkenalkan pada indikator mutu sederhana yang dapat diamati secara langsung, yaitu produk tidak lembap, tidak mudah remuk, memiliki ukuran yang relatif seragam, mampu mempertahankan nyala, tidak menghasilkan asap berlebihan, dan mudah dikemas. Parameter sederhana tersebut dipilih agar kelompok tani dapat melakukan pemeriksaan awal secara mandiri sebelum produk digunakan atau dikembangkan lebih lanjut.

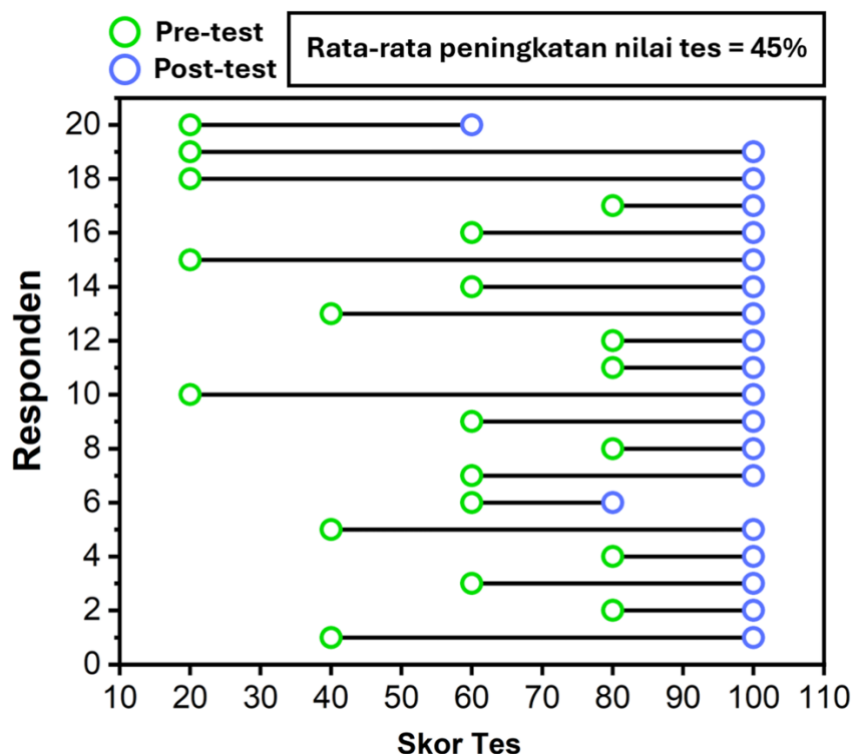


Gambar 4. Inovasi dan produk arang biobriket

3.4. Peningkatan Pengetahuan Peserta Berdasarkan *Pre-test* dan *Post-test*

Efektivitas transfer pengetahuan dievaluasi melalui *pre-test* dan *post-test* terhadap 20 peserta. Hasil pengukuran menunjukkan adanya peningkatan skor yang konsisten setelah peserta mengikuti rangkaian edukasi, demonstrasi, dan praktik pembuatan biobriket. Pada kondisi awal, skor *pre-test* berada pada rentang 20–80, yang menunjukkan adanya variasi pengetahuan awal antarpeserta. Setelah *workshop*, skor *post-test* meningkat menjadi 60–100. Rata-rata skor peserta meningkat dari 53 pada *pre-test* menjadi 97 pada *post-test*, sehingga diperoleh peningkatan rata-rata sebesar 44 poin. Peningkatan tidak hanya terlihat pada nilai rata-rata. Seluruh peserta memperoleh skor *post-test* yang lebih tinggi dibandingkan skor *pre-test*, dan sebanyak 18 dari 20 peserta atau 90% mencapai skor maksimum 100 setelah kegiatan. Dua peserta lainnya memperoleh nilai masing-masing 80 dan 60. Distribusi tersebut menunjukkan bahwa setelah pelatihan, tingkat pemahaman peserta menjadi lebih homogen dan terkonsentrasi pada skor tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi edukasi dan praktik langsung memberikan dampak positif terhadap pemahaman peserta. Peningkatan terutama terlihat pada peserta yang memiliki skor awal relatif rendah, tetapi mampu memperoleh skor tinggi setelah mengikuti *workshop*. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan *learning by doing* dapat membantu menjembatani perbedaan pengetahuan awal karena peserta memperoleh kesempatan untuk menghubungkan materi yang disampaikan dengan proses yang mereka praktikkan secara langsung.

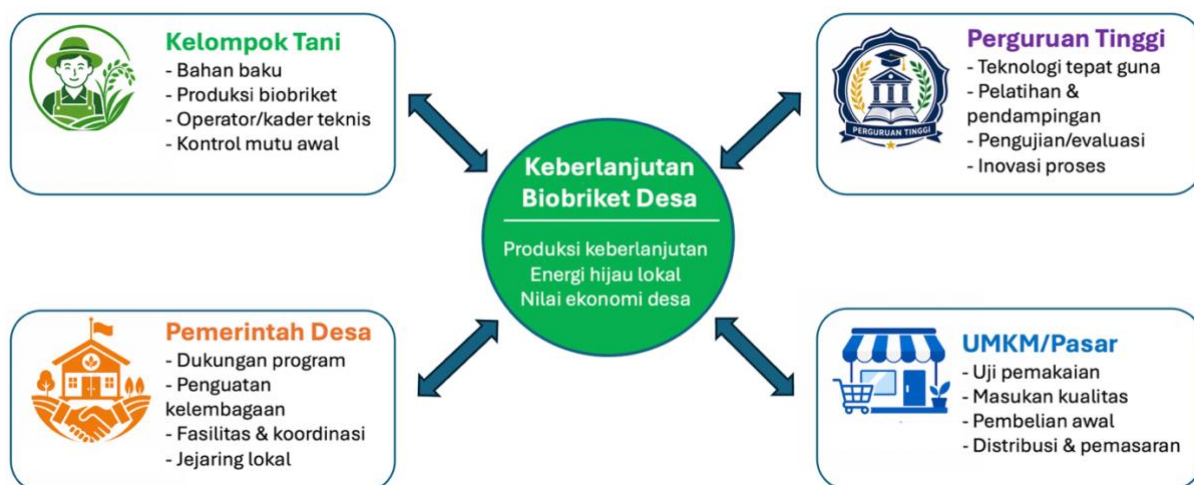
Materi *waste-to-energy* yang sebelumnya bersifat konseptual menjadi lebih mudah dipahami ketika peserta melihat transformasi sekam padi menjadi arang, adonan, dan akhirnya produk biobriket. Demikian pula dengan penjelasan mengenai fungsi perekat, pengeringan, dan kepadatan produk yang dapat diamati secara langsung selama praktik. Dengan demikian, peningkatan nilai *post-test* bukan hanya merepresentasikan pemahaman terhadap tahapan teknis, tetapi juga menunjukkan berkembangnya pengetahuan peserta mengenai hubungan antara limbah pertanian, teknologi pengolahan, dan pemanfaatannya sebagai energi alternatif. Meskipun demikian, skor *post-test* yang tinggi tidak dapat secara langsung disamakan dengan penguasaan keterampilan teknis secara penuh. Pengetahuan kognitif dan kemampuan mengoperasikan teknologi merupakan dua aspek keberdayaan yang berbeda. Oleh karena itu, hasil *pre-test* dan *post-test* pada kegiatan ini diposisikan sebagai indikator keberhasilan transfer pengetahuan, sedangkan penguasaan keterampilan dinilai melalui keterlibatan peserta selama praktik. Pendampingan lanjutan tetap diperlukan untuk memastikan masyarakat mampu mengulang proses produksi secara mandiri dan konsisten.



Gambar 5. Perbandingan skor pre-test dan post-test peserta workshop produksi biobriket sekam padi

3.5. Keberlanjutan Program dan Pengembangan Energi Hijau Berbasis Desa

Keberlanjutan menjadi bagian penting dalam program karena pemanfaatan biobriket tidak diharapkan berhenti pada kegiatan *workshop*. Arah pengembangan program disusun secara bertahap, dimulai dari memperoleh formula dan proses produksi yang stabil, meningkatkan efisiensi pengeringan dan pembakaran, kemudian mengembangkan produk biomassa lain sesuai kebutuhan dan kemampuan masyarakat. Materi *workshop* menekankan prinsip “mulai dari yang mudah, uji, catat, perbaiki, kemudian kembangkan” sebagai pendekatan untuk menjaga keberlanjutan inovasi di tingkat desa. Pada tahap awal, fokus kelompok diarahkan pada konsistensi produk, penggunaan alat secara mandiri, dan pembentukan aktivitas produksi. Selanjutnya, biobriket dapat diperkenalkan kepada rumah tangga maupun UMKM sebagai pengguna awal. Umpan balik mengenai kemudahan penyalaan, kestabilan pembakaran, jumlah asap, dan kenyamanan penggunaan dapat menjadi dasar untuk memperbaiki mutu produk sebelum produksi ditingkatkan ke skala yang lebih besar.



Gambar 6. Model kolaborasi keberlanjutan

Keberlanjutan program juga memerlukan kolaborasi antara beberapa pihak. Kelompok tani berperan dalam penyediaan bahan baku dan produksi; perguruan tinggi mendukung teknologi, pelatihan, pengujian, dan evaluasi; pemerintah desa memberikan dukungan kelembagaan serta jejaring program; sedangkan UMKM dan pasar berperan sebagai pengguna awal sekaligus pemberi umpan balik terhadap produk. Model kolaborasi tersebut sejalan dengan materi *workshop* yang menempatkan desa, perguruan tinggi, pemerintah desa, dan pengguna sebagai bagian dari ekosistem penerapan teknologi. Dengan demikian, hasil kegiatan menunjukkan bahwa pemberdayaan berbasis *waste-to-energy* tidak hanya menghasilkan peningkatan pengetahuan peserta, tetapi juga membangun fondasi awal bagi proses adopsi teknologi di tingkat masyarakat. Transformasi sekam padi menjadi biobriket memberikan titik masuk yang konkret untuk menghubungkan persoalan limbah pertanian dengan energi alternatif dan peluang ekonomi lokal. Keberlanjutan program selanjutnya sangat ditentukan oleh kemampuan kelompok mempertahankan produksi, meningkatkan konsistensi mutu, serta membangun jejaring pengguna dan dukungan kelembagaan.

4. KESIMPULAN DAN UCAPAN TERIMA KASIH

4.1. Kesimpulan

Kegiatan pemberdayaan masyarakat berbasis *waste-to-energy* di Desa Belendung berhasil meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai pemanfaatan sekam padi menjadi biobriket sebagai sumber energi alternatif. Melalui edukasi, praktik langsung, dan penerapan teknologi tepat guna, rata-rata skor peserta meningkat dari 53 pada *pre-test* menjadi 97 pada *post-test*, dengan 90% peserta mencapai skor maksimum. Program ini juga memberikan pengalaman awal kepada masyarakat dalam proses produksi dan pengoperasian teknologi pencetak biobriket. Kegiatan selanjutnya perlu diarahkan pada konsistensi mutu produk, produksi rutin, serta penguatan kolaborasi dengan pemerintah desa dan UMKM untuk mendukung keberlanjutan pemanfaatan biobriket.

4.2. Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi atas dukungan pendanaan Program Pengabdian kepada Masyarakat Tahun Anggaran 2026 berdasarkan Kontrak Nomor 190/C3/DT.05.00/PM/2026. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pemerintah Desa Belendung, Kelompok Tani Karya Mukti I, serta seluruh peserta dan pihak yang telah berpartisipasi dalam pelaksanaan kegiatan.

Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang. (2025). *Kabupaten Karawang Dalam Angka 2025* (Vol. 29). <https://karawangkab.bps.go.id/id/publication/2025/02/28/627a549169a6ff0ea5c94ae0/kabupaten-karawang-dalam-angka-2025.html>
- Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat. (2025). *Luas Panen dan Produksi Padi di Provinsi Jawa Barat 2024* (Vol. 4). <https://jabar.bps.go.id/id/publication/2025/09/16/0118f49939684b25a3b5f022/harvest-area-and-rice-production-in-jawa-barat-province-2024.html>
- Baltrocchi, A. P. D., Ferronato, N., Calle Mendoza, I. J., Gorrity Portillo, M. A., Romagnoli, F., & Torretta, V. (2023). Socio-economic analysis of waste-based briquettes production and consumption in Bolivia. *Sustainable Production and Consumption*, 37, 191–201. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.03.004>
- 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>
- Calle Mendoza, I. J., Gorrity Portillo, M. A., Ruiz Mayta, J. G., Alanoca Limachi, J. L., Torretta, V., & Ferronato, N. (2024). Social acceptance, emissions analysis and potential applications of paper-waste briquettes in Andean areas. *Environmental Research*, 241. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117609>

- Kamdem, B. M., Lemaire, R., & Nikiema, J. (2025). Insight into the production factors influencing the physicochemical properties of densified briquettes comprising wood shavings and rice husk. *Industrial Crops and Products*, 223. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.120134>
- Kim Oanh, N. T., Permadi, D. A., Hopke, P. K., Smith, K. R., Dong, N. P., & Dang, A. N. (2018). Annual emissions of air toxics emitted from crop residue open burning in Southeast Asia over the period of 2010–2015. *Atmospheric Environment*, 187, 163–173. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2018.05.061>
- Kipngetch, P., Kiplimo, R., Tanui, J. K., & Chisale, P. (2023). Effects of carbonization on the combustion of rice husks briquettes in a fixed bed. *Cleaner Engineering and Technology*, 13. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100608>
- Kipngetch, P., Kiplimo, R., Tanui, J. K., & Chisale, P. C. (2022). Optimization of combustion parameters of carbonized rice husk briquettes in a fixed bed using RSM technique. *Renewable Energy*, 198, 61–74. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.07.130>
- Lubwama, M., Birungi, A., Nuwamanya, A., & Yiga, V. A. (2024). Characteristics of rice husk biochar briquettes with municipal solid waste cassava, sweet potato and matooke peelings as binders. *Materials for Renewable and Sustainable Energy*, 13(2), 243–254. <https://doi.org/10.1007/s40243-024-00262-x>
- 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>
- Nugraha, M. G., Mozasurya, E. D., Hidayat, M., & Saptoadi, H. (2023). Evaluation of combustion characteristics in biomass residues open burning. *Materials Today: Proceedings*, 87, 45–50. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.02.098>
- Saeed, A. A. H., Harun, N. Y., Bilad, M. R., Afzal, M. T., Parvez, A. M., Roslan, F. A. S., Rahim, S. A., Vinayagam, V. D., & Afolabi, H. K. (2021). Moisture content impact on properties of briquette produced from rice husk waste. *Sustainability (Switzerland)*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063069>
- Widianto, E., Kardiman, K., Suci, F. C., Siswadi, S., Hanifi, R., Salsabila, N., Umam, H. I., & Pambudi, T. (2025). Inovasi Pengelolaan Limbah Sekam Padi Menjadi Arang Briket Sebagai Solusi Energi Hijau di Desa Karangtanjung Karawang. *INTEGRITAS: Jurnal Pengabdian*, 9(2), 589. <https://doi.org/10.36841/integritas.v9i2.7478>
- Yiga, V. A., Nuwamanya, A., Birungi, A., Lubwama, M., & Lubwama, H. N. (2023). Development of carbonized rice husks briquettes: Synergy between emissions, combustion, kinetics and thermodynamic characteristics. *Energy Reports*, 9, 5977–5991. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.05.066>