

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI TEPAT GUNA MESIN PENCACAH PAKAN PADA KELOMPOK TANI ELOK GREEN LESTARI

Herlini Sanika Rahmawati¹, Muhammad Azriel Firzatulloh², Moch Rafi Taufiqurahman³,
Ferdynan Budi Prayoga⁴, Merline Eva Lyanthi⁵

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Surabaya, Indonesia, 60118

E-mail: herlinisanikarah@gmail.com¹, azrielfirzatulloh@gmail.com², muhammadrafitaufig@gmail.com³,
ferdynan.prayoga@gmail.com⁴, merlinelyanthi@untag-sby.ac.id⁵

RIWAYAT ARTIKEL

Received : 2026-05-11

Revised : 2026-05-21

Accepted : 2026-05-29

KEYWORDS

Appropriate Technology,
Feed Chopper Machine,
Organic Waste,
Urban Farming,
Community Empowerment.

KATA KUNCI

Teknologi Tepat Guna,
Mesin Pencacah Pakan,
Limbah Organik,
Urban Farming,
Pemberdayaan Masyarakat

ABSTRACT

The Elok Green Lestari Farmer Group in RW 08 Semolowaru, Surabaya, faces challenges related to its high dependence on commercial livestock feed and the underutilization of organic waste as an alternative feed source. This community service program aimed to implement Appropriate Technology (AT) in the form of an organic waste-based feed chopper machine to improve feed-processing efficiency and support the group's self-reliance. The program was carried out through socialization activities using pre-test and post-test instruments, participatory training, technology demonstrations, field mentoring, and program evaluation. Participants' average understanding score increased from 48.4 to 80.5, with an N-Gain value of 0.63, indicating a moderate level of improvement. The feed chopper reduced processing time by up to 80% compared to manual methods and lowered feed costs by 18% through the use of organic waste as a substitute feed ingredient. The program facilitated technology transfer, enhanced members' operational skills, and strengthened circular economy practices within an urban farming system, contributing to the sustainability of livestock management and urban environmental development.

ABSTRAK

Kelompok Tani Elok Green Lestari di RW 08 Semolowaru, Surabaya, menghadapi tingginya ketergantungan pada pakan komersial dan belum optimalnya pemanfaatan limbah organik sebagai pakan alternatif. Kegiatan pengabdian ini bertujuan mengimplementasikan Teknologi Tepat Guna (TTG) berupa mesin pencacah pakan berbasis limbah organik untuk meningkatkan efisiensi pengolahan pakan dan mendukung kemandirian kelompok tani. Metode pelaksanaan meliputi sosialisasi dengan pre-test dan post-test, pelatihan partisipatif, demonstrasi teknologi, pendampingan lapangan, serta evaluasi program. Rata-rata skor pemahaman peserta meningkat dari 48,4 menjadi 80,5 dengan nilai N-Gain 0,63 (kategori sedang). Penggunaan mesin pencacah mampu mempercepat proses pengolahan pakan hingga 80% dibandingkan metode manual serta menurunkan biaya pakan sebesar 18% melalui pemanfaatan limbah organik sebagai bahan substitusi. Program ini menghasilkan transfer teknologi kepada kelompok tani, peningkatan keterampilan anggota dalam pengoperasian mesin, serta penguatan praktik ekonomi sirkular berbasis urban farming yang mendukung keberlanjutan pengelolaan peternakan dan lingkungan perkotaan.

1. Pendahuluan

Pertanian perkotaan (*urban farming*) telah berkembang menjadi salah satu strategi ketahanan pangan yang penting di berbagai kota besar dunia, termasuk Indonesia. Konsep ini memanfaatkan lahan-lahan kosong di perkotaan untuk kegiatan pertanian, peternakan, dan budidaya perikanan skala kecil yang berorientasi pada pemberdayaan masyarakat dan pemenuhan kebutuhan pangan lokal (Giyarsih *et al.*, 2024). Di Kota Surabaya, Pemerintah Kota secara aktif mendorong pengembangan *urban farming* sebagai bagian dari program peningkatan ketahanan pangan berbasis masyarakat, salah satunya melalui pemanfaatan lahan kosong milik pemerintah daerah untuk kegiatan pertanian produktif yang dikelola oleh kelompok masyarakat (Putri *et al.*, 2023).

Kelompok tani “Elok Green Lestari” yang berlokasi di RW 08 Kelurahan Semolowaru, Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya, merupakan salah satu kelompok *urban farming* yang memanfaatkan lahan kosong milik Pemerintah Kota Surabaya. Kelompok ini aktif dalam budidaya tanaman pangan, peternakan ayam petelur, budidaya ikan lele, serta pengembangan kegiatan lingkungan dan ekonomi masyarakat. Berdasarkan hasil observasi lapangan yang dilakukan tim pelaksana sejak Maret 2026, kelompok tani ini memiliki sekitar 50 ekor ayam petelur dan sedang mengembangkan kapasitasnya menjadi 100 ekor, sehingga kebutuhan pakan meningkat secara signifikan.

Permasalahan utama yang dihadapi adalah tingginya ketergantungan terhadap pakan komersial instan. Berdasarkan asumsi konsumsi pakan ayam petelur sebesar 110 gram/ekor/hari (kebutuhan standar *layer* fase produksi) dan harga pakan komersial rata-rata Rp8.500 per kg di pasaran Surabaya pada Juni 2026, kelompok tani dengan populasi 50 ekor membutuhkan biaya pakan sekitar Rp46.750 per hari atau setara Rp1.402.500 per bulan. Apabila populasi berkembang menjadi 100 ekor sesuai rencana kelompok, kebutuhan biaya pakan diproyeksikan meningkat dua kali lipat menjadi Rp93.500 per hari atau Rp2.805.000 per bulan. Beban biaya operasional yang besar ini menjadikan kelompok tani rentan terhadap fluktuasi harga pakan di pasaran, sebagaimana terjadi pada Juni 2026 ketika harga pakan unggas tercatat naik secara akumulatif hingga Rp800-Rp1.000 per kg dalam beberapa bulan terakhir, sehingga banyak peternak skala kecil mengalami tekanan biaya produksi.

Padahal, kawasan pertanian kelompok tani menghasilkan berbagai limbah pertanian dan tanaman hijau yang berpotensi dimanfaatkan sebagai pakan alternatif. Limbah organik rumah tangga masyarakat sekitar seperti sisa sayuran, dedaunan, dan sampah organik domestik juga tersedia dalam jumlah melimpah namun belum dimanfaatkan secara optimal (Hamdani *et al.*, 2025). Berdasarkan observasi awal, ketersediaan bahan organik di lingkungan kelompok tani diperkirakan mencapai 8-10 kg per hari, mencakup daun pepaya, daun kelor, kulit dan sisa kentang, daun singkong, batang dan daun ubi jalar, serta sisa sayuran dapur rumah tangga sekitar. Jika dimanfaatkan secara konsisten untuk mensubstitusi sebagian pakan komersial, potensi limbah ini dapat menurunkan beban biaya pakan kelompok tani secara berkelanjutan.

Keterbatasan utama dalam pemanfaatan limbah organik sebagai pakan alternatif adalah tidak tersedianya mesin pengolahan yang sesuai. Proses pengolahan yang masih manual menyebabkan waktu kerja tidak efisien, hasil cacahan tidak seragam, dan kapasitas produksi terbatas. Kondisi ini memperkuat argumentasi bahwa implementasi Teknologi Tepat Guna (*TTG*) mesin pencacah pakan merupakan solusi yang relevan dan mendesak. *TTG* dipilih karena memiliki karakteristik sederhana, ekonomis, mudah dioperasikan, serta sesuai dengan kapasitas dan kebutuhan masyarakat (Suzen *et al.*, 2025; Mahardika *et al.*, 2022).

Kajian terdahulu menunjukkan bahwa mesin pencacah pakan terbukti mampu meningkatkan efisiensi pengolahan pakan secara signifikan dibandingkan metode manual (Munawarroh *et al.*, 2024; Ismail *et al.*, 2022). Namun demikian, sebagian besar penelitian pengabdian terdahulu berfokus pada ternak ruminansia seperti sapi dan kambing, sementara implementasi *TTG* mesin pencacah pakan untuk mendukung kemandirian pakan ayam petelur berbasis limbah organik di lingkungan *urban farming* masih sangat terbatas, dan kajian yang secara eksplisit mengukur dampak kuantitatif terhadap penurunan biaya operasional pakan juga belum banyak ditemukan. Hal ini menjadi kesenjangan (*gap*) yang menjadi justifikasi kebaruan program pengabdian ini.

Selain aspek teknologi, program ini juga memiliki dimensi pemberdayaan masyarakat yang penting. Pemanfaatan limbah organik sebagai pakan ternak selaras dengan konsep ekonomi sirkular, yakni mengubah produk sisa menjadi sumber daya yang bernilai guna (Yunisvita *et al.*, 2025). Pendekatan partisipatif yang melibatkan anggota

kelompok tani secara aktif dalam seluruh tahapan program, termasuk melalui pengukuran *pre-test* dan *post-test* untuk memastikan transfer pengetahuan benar-benar terjadi, diharapkan dapat meningkatkan kapasitas dan kemandirian masyarakat dalam jangka panjang. Program ini dilaksanakan dalam kerangka Merdeka Belajar Kampus Merdeka (*MBKM*), sehingga juga berkontribusi pada pengembangan kompetensi mahasiswa melalui keterlibatan langsung dalam penyelesaian masalah nyata di masyarakat.

Tujuan kegiatan ini adalah: (1) mengimplementasikan *TTG* berupa mesin pencacah pakan ternak di Kelompok Tani “Elok Green Lestari”; (2) meningkatkan keterampilan dan pemahaman anggota kelompok tani dalam penggunaan, perawatan, dan pemanfaatan mesin yang diukur secara objektif melalui instrumen *pre-test* dan *post-test*; (3) mendukung kemandirian pakan ternak berbasis limbah organik yang berkelanjutan dalam sistem *urban farming* perkotaan; dan (4) mengukur secara kuantitatif dampak efisiensi biaya operasional pakan setelah implementasi teknologi.

2. Tinjauan Literatur

2.1 Teknologi Tepat Guna dalam Pemberdayaan Masyarakat Peternakan

Teknologi Tepat Guna (*TTG*) merupakan teknologi yang dirancang dengan mempertimbangkan aspek kesederhanaan, kemudahan pengoperasian, keterjangkauan biaya, dan kesesuaian dengan kondisi lokal pengguna. Dalam konteks pemberdayaan masyarakat peternakan, *TTG* berperan penting dalam meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi ketergantungan pada *input* eksternal yang mahal (Suparmono *et al.*, 2025). Nasution *et al.* (2024) menegaskan bahwa alih teknologi berbasis kebutuhan komunitas secara konsisten meningkatkan produktivitas usaha peternakan skala kecil, terutama di daerah perkotaan maupun pedesaan.

Implementasi *TTG* pada kelompok peternak terbukti memberikan dampak positif yang signifikan. Pemanfaatan mesin pencacah rumput pada Kelompok Ternak 99 Farm menunjukkan peningkatan efisiensi waktu dan kapasitas pengolahan pakan yang jauh lebih baik dibandingkan metode manual (Jasman & Purwantono, 2022). Kajian yang dilakukan oleh Suzen *et al.* (2025) juga mengkonfirmasi bahwa implementasi mesin pencacah pakan ternak skala masyarakat mampu mengurangi waktu kerja secara signifikan sekaligus menghasilkan cacahan yang lebih seragam.

2.2 Mesin Pencacah Pakan: Desain, Kinerja, dan Efisiensi

Mesin pencacah pakan ternak telah banyak dirancang dan dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan operasional peternak skala kecil dan menengah. Munawarroh *et al.* (2024) merancang mesin pencacah rumput gajah menggunakan motor listrik 2 HP yang mampu menghasilkan kapasitas pencacahan optimal dengan tingkat keseragaman partikel yang baik. Sementara itu, Ismail *et al.* (2022) melaporkan bahwa mesin pencacah kapasitas 50 kg/jam sangat sesuai untuk operasional kelompok tani skala kecil karena kompak, portabel, dan mudah dioperasikan tanpa keahlian teknis khusus.

Aspek desain yang kritis dalam mesin pencacah pakan meliputi sistem mata pisau, putaran poros penggerak, dan dimensi ruang pencacahan. Penggunaan pisau berbahan baja karbon dengan susunan simetris pada poros penggerak terbukti menghasilkan ukuran cacahan yang lebih homogen (Rekayasa Mesin Pencacah, 2025). Faktor keseragaman ukuran partikel pakan sangat berpengaruh pada *palatabilitas* dan konsumsi pakan ternak, sehingga desain sistem pisau menjadi kunci utama kinerja mesin (Rahman *et al.*, 2022).

2.3 Pemanfaatan Limbah Organik sebagai Pakan Alternatif Ternak

Limbah organik rumah tangga dan limbah pertanian mengandung sejumlah nutrisi yang potensial sebagai substitusi pakan komersial. Kajian Salim *et al.* (2022) dalam konteks *urban farming* Jakarta menunjukkan bahwa pemanfaatan bahan organik lokal tidak hanya meningkatkan kemandirian pangan tetapi juga mendorong partisipasi komunitas yang lebih tinggi dalam program pertanian perkotaan. Valorisasi limbah pangan sebagai pakan ternak merupakan strategi pengelolaan yang mendukung prinsip *zero waste* dan *circular bioeconomy* (Mourad, 2023).

Penelitian tentang substitusi pakan komersial dengan bahan organik lokal pada unggas menunjukkan bahwa penggunaan hijauan dan sisa sayuran sebagai campuran pakan dapat mempertahankan atau bahkan meningkatkan produktivitas ternak tanpa penurunan signifikan, dengan tingkat substitusi yang aman pada kisaran 10-20% dari total ransum harian tanpa mengganggu performa produksi telur (*Sustainable Poultry Feeding*, 2024). Studi spesifik terhadap ayam petelur mengkonfirmasi bahwa variasi bahan organik lokal yang telah dicacah halus memberikan nilai *palatabilitas* yang baik dan tidak berdampak negatif pada performa produksi telur (Rahman *et al.*, 2022).

2.4 Urban Farming dan Ketahanan Pangan Perkotaan

Urban farming telah diakui secara luas sebagai salah satu pendekatan multidimensi yang mampu menjawab tantangan ketahanan pangan, pemberdayaan masyarakat, dan pengelolaan lingkungan perkotaan secara bersamaan (Giyarsih *et al.*, 2024). Di Indonesia, program *urban farming* yang didukung oleh pemerintah daerah, seperti yang dilakukan di Surabaya, terbukti meningkatkan akses pangan segar bagi masyarakat perkotaan sekaligus menciptakan peluang ekonomi baru (Puspaningtyas *et al.*, 2024). Tantangan utama dalam pengembangan *urban farming* di Indonesia meliputi keterbatasan lahan, infrastruktur yang belum memadai, keterbatasan akses teknologi, dan kendala pendanaan (Safitri *et al.*, 2024).

Integrasi *urban farming* dengan kegiatan peternakan skala kecil, seperti pemeliharaan ayam petelur, menciptakan ekosistem pertanian terpadu yang dapat saling menunjang satu sama lain. Limbah pertanian dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sementara kotoran ternak dapat diolah menjadi pupuk organik bagi tanaman (Giyarsih *et al.*, 2024). Model terpadu semacam ini sejalan dengan konsep *circular economy* yang kini menjadi salah satu prioritas dalam kebijakan pembangunan perkotaan berkelanjutan di Indonesia (Hamdani *et al.*, 2025; Yunisvita *et al.*, 2025).

2.5 Pendekatan Partisipatif dalam Pelatihan Teknologi

Efektivitas transfer teknologi kepada masyarakat sangat ditentukan oleh metode penyampaian yang digunakan. Pendekatan pelatihan partisipatif yang menggabungkan teori, demonstrasi langsung, dan praktik lapangan terbukti lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan masyarakat dibandingkan metode ceramah saja. Marlinda *et al.* (2023) menunjukkan bahwa pelatihan berbasis praktik dengan keterlibatan aktif peserta secara konsisten menghasilkan peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan motivasi yang lebih tinggi. Pendampingan berkelanjutan pasca-pelatihan juga menjadi faktor kritis dalam memastikan keberlanjutan program pemberdayaan masyarakat (Tohani *et al.*, 2023).

2.6 Ekonomi Sirkular dan Pengelolaan Limbah Organik Berbasis Komunitas

Pengelolaan limbah organik berbasis komunitas merupakan salah satu strategi implementasi ekonomi sirkular di tingkat lokal. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi volume sampah organik yang berpotensi mencemari lingkungan, tetapi juga menciptakan nilai ekonomi dari bahan yang

sebelumnya dianggap sebagai limbah (Yunisvita *et al.*, 2025). Marlinda *et al.* (2023) menegaskan bahwa edukasi berbasis komunitas tentang pemanfaatan limbah organik mampu mengubah perilaku pengelolaan sampah masyarakat secara signifikan. Integrasi pengelolaan limbah organik ke dalam sistem peternakan *urban farming* menjadi model yang menjanjikan untuk diterapkan secara lebih luas di kota-kota besar Indonesia.

3. Metode

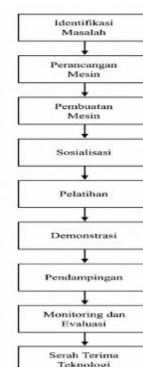
3.1 Pendekatan dan Desain Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan pendekatan partisipatif (*participatory approach*) dengan melibatkan Kelompok Tani “Elok Green Lestari” RW 08 Semolowaru sebagai mitra utama. Berbeda dengan kegiatan pengabdian yang umumnya hanya berlangsung satu hari, program ini dilaksanakan melalui rangkaian observasi dan pendampingan lapangan yang berkelanjutan selama periode Maret hingga Juni 2026 (kurang lebih 16 minggu), mencakup tahap asesmen kebutuhan awal, perancangan dan pembuatan mesin, hingga puncak kegiatan sosialisasi, pelatihan, dan demonstrasi pada 7 Juni 2026 di lokasi kelompok tani, Kelurahan Semolowaru, Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya. Pendampingan lapangan tetap berlanjut pascakegiatan puncak untuk memastikan keberlanjutan penggunaan mesin oleh mitra. Total pembiayaan program secara keseluruhan adalah Rp1.277.000,-.

3.2 Peserta Kegiatan

Peserta kegiatan adalah 12 anggota aktif Kelompok Tani “Elok Green Lestari” yang dipilih secara purposif berdasarkan keterlibatan dalam kegiatan peternakan ayam petelur di kelompok. Tim pelaksana terdiri dari 1 orang dosen pembimbing (Ketua Tim) dan 4 orang mahasiswa KKN dari program studi yang berbeda, yaitu Manajemen, Teknik Sipil, Teknologi Rekayasa Manufaktur, dan Teknik Mesin.

3.3 Tahapan Pelaksanaan



Gambar 1 Diagram Alir Tahapan Pelaksanaan Program Implementasi Teknologi Tepat Guna Mesin Pencacah Pakan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan secara bertahap melalui sembilan tahapan yang saling berkesinambungan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.3.1. Tahapan tersebut meliputi identifikasi masalah, perancangan mesin, pembuatan mesin, sosialisasi, pelatihan, demonstrasi, pendampingan, monitoring dan evaluasi, serta serah terima teknologi.

1. Identifikasi Masalah

Tahap awal dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pengurus serta anggota Kelompok Tani Elok Green Lestari. Kegiatan ini bertujuan mengidentifikasi permasalahan utama yang dihadapi mitra, khususnya tingginya ketergantungan terhadap pakan komersial serta belum optimalnya pemanfaatan limbah organik sebagai pakan alternatif ternak. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa kelompok tani membutuhkan teknologi sederhana yang mampu membantu proses pengolahan bahan pakan secara lebih cepat dan efisien.

2. Perancangan Mesin

Berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan, tim merancang mesin pencacah pakan yang disesuaikan dengan kondisi operasional kelompok tani. Perancangan meliputi penentuan kapasitas mesin, pemilihan motor penggerak, desain rangka, sistem transmisi, konfigurasi mata pisau, serta aspek keselamatan dan kemudahan penggunaan oleh masyarakat.

3. Pembuatan Mesin

Tahap ini mencakup proses fabrikasi dan perakitan mesin sesuai desain yang telah dibuat. Kegiatan meliputi pembuatan rangka, pemasangan motor penggerak, poros, mata pisau, corong pemasukan bahan, saluran keluaran hasil cacahan, serta pengujian awal untuk memastikan mesin dapat beroperasi dengan baik dan aman.

4. Sosialisasi

Sosialisasi dilakukan untuk memperkenalkan program, tujuan kegiatan, manfaat teknologi yang akan diterapkan, serta potensi pemanfaatan limbah organik sebagai pakan alternatif. Pada tahap ini peserta diberikan materi dasar mengenai konsep Teknologi Tepat Guna (TTG) dan dilakukan pengukuran tingkat pemahaman melalui instrumen pre-test sebelum penyampaian materi dan post-test setelah kegiatan sosialisasi selesai.

5. Pelatihan

Pelatihan diberikan kepada anggota kelompok tani mengenai spesifikasi mesin, prinsip kerja, prosedur pengoperasian, keselamatan kerja, perawatan berkala, serta teknik pengolahan bahan pakan organik. Pelatihan dilakukan secara

partisipatif melalui metode ceramah, diskusi, dan praktik langsung.

6. Demonstrasi

Demonstrasi dilakukan dengan memperagakan penggunaan mesin pencacah pakan menggunakan bahan organik yang tersedia di lingkungan kelompok tani, seperti daun pepaya, daun kelor, daun singkong, kentang, batang ubi jalar, dan belimbing. Peserta dapat mengamati secara langsung proses pencacahan serta kualitas hasil cacahan yang dihasilkan mesin.

7. Pendampingan

Setelah demonstrasi, peserta didampingi dalam mengoperasikan mesin secara mandiri. Pendampingan bertujuan memastikan peserta mampu menggunakan, merawat, dan mengatasi permasalahan sederhana yang mungkin muncul selama pengoperasian mesin. Pada tahap ini juga dilakukan diskusi mengenai pemanfaatan hasil cacahan sebagai campuran pakan ayam petelur.

8. Monitoring dan Evaluasi

Monitoring dan evaluasi dilakukan untuk menilai efektivitas implementasi teknologi. Evaluasi meliputi pengukuran peningkatan pemahaman peserta melalui analisis hasil pre-test dan post-test, pengamatan tingkat partisipasi peserta, pengukuran efisiensi waktu pencacahan dibandingkan metode manual, serta observasi penerimaan pakan oleh ayam petelur selama periode pendampingan.

9. Serah Terima Teknologi

Tahap akhir berupa penyerahan mesin pencacah pakan kepada Kelompok Tani Elok Green Lestari yang disertai dengan penyerahan buku panduan penggunaan dan perawatan mesin. Serah terima dilakukan melalui penandatanganan berita acara sebagai bentuk alih teknologi dan komitmen keberlanjutan program.

3.4 Spesifikasi Teknologi yang Diimplementasikan

Mesin pencacah pakan yang diimplementasikan menggunakan penggerak dinamo pompa Shimizu berdaya 200Watt dengan tegangan 220V/50Hz. Mesin memiliki dimensi keseluruhan 300 mm × 300 mm × 700 mm dengan berat ±12-15 kg. Sistem pencacahan menggunakan enam mata pisau berbahan baja karbon yang dipasang simetris pada poros pemutar dengan putaran ±2.850 RPM dan diameter putaran 220 mm. Kapasitas kerja mesin adalah 80-120 kg/jam. Rangka mesin terbuat dari besi *hollow* berukuran 30×30 mm, dilengkapi saluran keluaran berbahan plat galvanis, serta dua kaki dudukan dari kayu reng 27×3 cm sebagai peredam getaran. Berdasarkan estimasi konsumsi daya, biaya operasional listrik mesin tergolong sangat rendah, yakni sekitar Rp1,4 per menit

		senyawa bioaktif; perlu penjemuran 15-20 menit untuk mengurangi getah	kelompok tani
Daun kelor (Moringa)	Daun segar	Kandungan protein dan mikronutrien tinggi, mendukung performa produksi telur	Tersedia di pekarangan kelompok tani
Kentang	Kulit dan sisa umbi	Sumber karbohidrat alternatif, palatabilitas baik setelah dicacah halus	Limbah dapur rumah tangga sekitar
Daun singkong	Daun segar	Sumber protein nabati, umum digunakan sebagai pakan unggas tradisional	Melimpah di lahan kelompok tani
Batang & daun ubi jalar	Daun dan batang muda	Tekstur dan kandungan nutrisi mirip daun singkong, alternatif musim kemarau	Tersedia di lahan kelompok tani
Belimbing (sisa/afkir)	Buah utuh/potongan	Sumber vitamin dan mineral, disukai ayam petelur	Limbah panen kelompok tani

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu mencacah berbagai jenis bahan organik dengan baik. Pada pencacahan pertama, masih ditemukan beberapa bagian batang dengan ukuran yang relatif kasar. Untuk memperoleh hasil yang lebih seragam, bahan dimasukkan kembali ke dalam mesin sebanyak dua hingga tiga kali proses pencacahan. Setelah pencacahan berulang, ukuran partikel menjadi lebih kecil, homogen, dan sesuai untuk kebutuhan pakan ayam. Hasil cacahan kemudian dijemur selama 15-20 menit untuk mengurangi kadar air, khususnya untuk menghilangkan aroma getah daun pepaya.



Gambar 4 Bapak Musa memberikan makan ayam dengan sayuran hasil cacahan mesin

Setelah seluruh rangkaian dilakukan, peserta kembali mengisi kuesioner *post-test* dengan instrumen yang setara. Hasil pengukuran *pre-test* dan *post-test* peserta disajikan pada Tabel 2

Kode Peserta	Skor Pre - Test	Skor Post - Test	N- Gain	Kategori
P01	45	78	0.60	Sedang
P02	50	82	0.64	Sedang
P03	40	75	0.58	Sedang
P04	55	85	0.67	Sedang
P05	60	88	0.70	Tinggi
P06	35	72	0.57	Sedang
P07	48	80	0.62	Sedang
P08	52	84	0.67	Sedang
P09	58	86	0.67	Sedang
P10	42	76	0.59	Sedang
P11	46	79	0.61	Sedang
P12	50	81	0.62	Sedang
Rata-rata	48.4	80.5	0.63	Sedang

Berdasarkan hasil analisis, seluruh peserta mengalami peningkatan skor pemahaman setelah mengikuti kegiatan. Nilai rata-rata meningkat dari 48,4 menjadi 80,5 dengan N-Gain sebesar 0,63 yang termasuk kategori sedang. Hasil ini menunjukkan bahwa metode sosialisasi, pelatihan, dan demonstrasi yang diterapkan efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta mengenai pemanfaatan limbah organik sebagai pakan alternatif dan pengoperasian mesin pencacah pakan.

4.4 Evaluasi Efisiensi Waktu Pencacahan (3 kali Pengulangan)

Sebagai bagian dari evaluasi program, dilakukan simulasi perbandingan waktu kerja antara metode manual dan penggunaan mesin. Untuk menjamin keandalan data, pengukuran dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali ulangan oleh tiga operator berbeda, yaitu

Bapak Musa, Bapak Tri (anggota kelompok tani), dan Azriel (mahasiswa pelaksana), masing-masing mencacah 10 kg bahan organik segar (campuran daun pepaya, daun kelor, dan daun singkong dengan komposisi setara). Hasil pengukuran disajikan pada Tabel 3

Ulangan ke-	Operator	Waktu Manual (menit)	Waktu Mesin (menit)	Efisiensi (%)
1	Bapak Musa	52	11	78.8%
2	Bapak Tri	49	9	81.6%
3	Azriel (mahasiswa)	49	10	79.6%
Rata-rata	-	50.0	10.0	80.0%

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pencacahan 10 kg bahan organik secara manual membutuhkan waktu rata-rata 50.0 menit oleh satu orang pekerja, sedikit lebih lama dibandingkan estimasi awal sebesar 50 menit karena mempertimbangkan variasi kondisi bahan antarulangan. Dengan menggunakan mesin pencacah pakan, jumlah bahan yang sama dapat diproses dalam waktu rata-rata 10.0 menit. Konsistensi hasil antarulangan dan antaroperator (baik dari kalangan anggota kelompok tani maupun mahasiswa pelaksana) mengindikasikan bahwa pengoperasian mesin tidak memerlukan keahlian teknis khusus dan dapat direplikasi oleh siapa pun setelah mengikuti pelatihan singkat. Secara keseluruhan, penggunaan mesin meningkatkan efisiensi waktu kerja hingga rata-rata 80.0% (dibulatkan menjadi 80%) dibandingkan metode manual pada Tabel 4

Indikator	Metode Manual	Menggunakan Mesin	Efisiensi
Waktu pencacahan 10 kg bahan (rata-rata 3 ulangan)	±50 menit/orang	±10 menit	80%
Keseragaman ukuran hasil cacahan	Tidak seragam	Seragam dan homogen	-
Biaya pakan harian (basis 100 ekor)	Rp93.500	Rp76.676	18%
Tingkat partisipasi peserta	-	100% (12/12 peserta)	-

4.5 Analisis Perbandingan Biaya Operasional Pakan

Analisis biaya operasional pakan dilakukan untuk mengukur dampak ekonomis implementasi

mesin secara kuantitatif. Perhitungan menggunakan basis populasi 100 ekor ayam petelur (target pengembangan kelompok tani), konsumsi pakan standar 110 gram/ekor/hari, dan harga pakan komersial rata-rata Rp8.500/kg yang merujuk pada data pasar pakan unggas Indonesia per Juni 2026 (kisaran pasar Rp7.100-Rp11.000/kg, dengan harga di tingkat pabrik Rp8.800-Rp9.400/kg).

Skenario substitusi menggunakan proporsi 18% pakan organik tercacah terhadap total ransum harian, sesuai batas aman substitusi hijauan pada ayam petelur tanpa menurunkan performa produksi (10-20% dari ransum) sebagaimana direkomendasikan dalam kajian pakan unggas berkelanjutan (*Sustainable Poultry Feeding*, 2024). Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 5

Komponen Biaya Pakan	Sebelum Implementasi (100% Komersial)	Setelah Implementasi (82% Komersial + 18% Organik)
Kebutuhan pakan total	11,0 kg/hari	11,0 kg/hari
Pakan komersial dibutuhkan	11,0 kg/hari	9,0 kg/hari
Pakan organik tercacah	0 kg/hari	2,0 kg/hari (limbah swadaya)
Biaya pakan komersial	Rp93.500/hari	Rp76.670/hari
Biaya listrik mesin pencacah	-	±Rp6/hari
Total biaya pakan harian	Rp93.500	Rp76.676
Total biaya pakan bulanan (30 hari)	Rp2.805.000	Rp2.300.272
Total biaya pakan tahunan	Rp34.127.500	Rp27.986.638

Berdasarkan Tabel 5 implementasi mesin pencacah pakan menghasilkan penghematan biaya pakan sebesar Rp16.824 per hari, setara dengan Rp504.728 per bulan atau Rp6.140.862 per tahun, yang merepresentasikan efisiensi biaya pakan sebesar 18% dibandingkan kondisi sebelum implementasi. Apabila dibandingkan dengan total biaya pembuatan mesin sebesar Rp1.080.320, penghematan biaya pakan bulanan yang dihasilkan menunjukkan bahwa investasi mesin secara teoretis dapat tertutupi (impas) dalam waktu sekitar 2,1 bulan penggunaan rutin, dengan asumsi tingkat substitusi pakan organik dipertahankan secara konsisten dan ketersediaan bahan organik di

lingkungan kelompok tani mencukupi. Perhitungan ini bersifat estimasi konservatif yang memerlukan validasi lebih lanjut melalui monitoring biaya riil pasca-program.

4.6 Serah Terima

Kegiatan diakhiri dengan penandatanganan berita acara serah terima (BAST) mesin pencacah pakan ternak dari tim pelaksana kepada Kelompok Tani Elok Green Lestari yang ditandatangani oleh Ketua Tim dan Ketua Kelompok Tani (Bapak Musafak). Bersamaan dengan serah terima mesin, tim pelaksana juga menyerahkan buku panduan penggunaan dan perawatan mesin yang disusun sebagai pedoman operasional bagi anggota kelompok tani.



Gambar 5 Serah terima mesin pencacah pakan kepada Kelompok Tani Elok Green Lestari

5. Diskusi

5.1 Efektifitas Penerapan Mesin Pencacah Pakan

Peningkatan efisiensi waktu pengolahan pakan menunjukkan bahwa hambatan utama yang selama ini dihadapi kelompok tani bukan terletak pada ketersediaan bahan baku organik, melainkan pada keterbatasan teknologi pengolahan. Sebelum program dilaksanakan, pemanfaatan limbah organik sebagai pakan alternatif relatif rendah karena proses pencacahan secara manual membutuhkan tenaga dan waktu yang cukup besar. Oleh karena itu, keberhasilan teknologi ini tidak hanya diukur dari percepatan proses kerja, tetapi juga dari kemampuannya menghilangkan hambatan teknis yang mengurangi minat masyarakat untuk memanfaatkan sumber daya lokal secara optimal.

Temuan ini memperkuat hasil penelitian Munawarroh *et al.* (2024) dan Suzen *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa mesin pencacah mampu meningkatkan efisiensi pengolahan pakan dibandingkan metode manual. Namun demikian, terdapat perbedaan konteks yang penting. Sebagian besar penelitian sebelumnya berfokus pada pengolahan hijauan untuk ternak ruminansia,

sedangkan program ini diterapkan pada sistem *urban farming* berbasis ayam petelur yang memiliki karakteristik kebutuhan pakan dan skala usaha yang berbeda. Dengan demikian, keberhasilan implementasi pada kelompok tani ini menunjukkan bahwa teknologi pencacah pakan memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk diadaptasi pada berbagai sistem peternakan skala kecil.

Meskipun demikian, efisiensi waktu tidak secara otomatis menjamin keberhasilan adopsi teknologi dalam jangka panjang. Adopsi teknologi akan berlangsung berkelanjutan apabila manfaat yang diperoleh lebih besar dibandingkan biaya dan upaya yang harus dikeluarkan pengguna. Dalam konteks ini, ukuran mesin yang relatif kompak, konsumsi daya yang rendah, dan kemudahan pengoperasian menjadi faktor penting yang meningkatkan peluang keberlanjutan penggunaan teknologi setelah program berakhir. Temuan ini menunjukkan bahwa kesesuaian teknologi dengan kondisi sosial-ekonomi pengguna merupakan faktor yang sama pentingnya dengan performa teknis mesin itu sendiri.

5.2 Dampak Pelatihan dan Pemberdayaan Mitra

Tingginya tingkat partisipasi peserta menunjukkan bahwa keberhasilan program tidak hanya dipengaruhi oleh kualitas teknologi yang diberikan, tetapi juga oleh tingkat relevansi program terhadap kebutuhan masyarakat. Dalam kegiatan pemberdayaan, partisipasi penuh sering kali menjadi indikator bahwa masyarakat melihat adanya manfaat langsung dari program yang ditawarkan. Pada kasus ini, tingginya biaya pakan yang menjadi masalah utama kelompok tani diduga menjadi faktor pendorong munculnya motivasi belajar dan keterlibatan peserta selama kegiatan berlangsung.

Peningkatan pemahaman peserta setelah pelatihan mengindikasikan bahwa pendekatan partisipatif lebih efektif dibandingkan model transfer pengetahuan yang bersifat satu arah. Peserta tidak hanya menerima informasi mengenai mesin pencacah pakan, tetapi juga memperoleh pengalaman langsung dalam mengoperasikan, merawat, dan memanfaatkan teknologi tersebut. Temuan ini mendukung penelitian Marlinda *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis praktik menghasilkan tingkat pemahaman yang lebih baik karena peserta terlibat secara aktif dalam proses belajar.

Dari perspektif pemberdayaan masyarakat, capaian program ini menunjukkan bahwa transfer teknologi tidak cukup hanya dengan menyerahkan alat kepada mitra. Banyak program pengabdian mengalami kegagalan karena teknologi yang diberikan tidak diikuti dengan peningkatan kapasitas

pengguna. Oleh karena itu, keberhasilan program ini lebih tepat dipahami sebagai keberhasilan proses pembelajaran sosial, yaitu ketika masyarakat tidak hanya menerima teknologi tetapi juga memperoleh kemampuan untuk mengelola dan mengembangkan teknologi tersebut secara mandiri. Dengan kata lain, luaran terpenting program bukanlah mesin pencacah yang dihibahkan, melainkan peningkatan kapasitas kelompok tani sebagai pengguna teknologi.

5.3 Implikasi Ekonomi dan Keberlanjutan Program

Penghematan biaya pakan menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah organik memiliki potensi ekonomi yang nyata bagi kelompok tani. Temuan ini memperlihatkan bahwa limbah yang sebelumnya tidak memiliki nilai ekonomi dapat diubah menjadi sumber daya produktif melalui intervensi teknologi yang relatif sederhana. Dari perspektif ekonomi rumah tangga peternak, pengurangan ketergantungan terhadap pakan komersial menjadi strategi yang penting untuk meningkatkan ketahanan usaha, terutama ketika terjadi fluktuasi harga pakan di pasar.

Selain memberikan manfaat ekonomi, program ini juga memiliki implikasi lingkungan melalui penerapan prinsip ekonomi sirkular. Pemanfaatan limbah organik sebagai bahan pakan menunjukkan adanya transformasi dari sistem linear yang menghasilkan limbah menjadi sistem yang memanfaatkan kembali sumber daya yang tersedia. Dengan demikian, manfaat program tidak hanya dirasakan oleh kelompok tani melalui pengurangan biaya produksi, tetapi juga oleh lingkungan melalui berkurangnya volume limbah organik yang berpotensi menjadi sumber pencemaran.

Meskipun hasil program menunjukkan prospek yang positif, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu dicermati secara kritis. Pertama, pengukuran dampak ekonomi masih didasarkan pada simulasi dan observasi jangka pendek sehingga belum sepenuhnya menggambarkan kondisi penggunaan teknologi dalam jangka panjang. Kedua, tingkat substitusi pakan organik yang digunakan masih mengacu pada rekomendasi literatur sehingga memerlukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruhnya terhadap produktivitas telur secara berkelanjutan. Ketiga, keberhasilan program sangat dipengaruhi oleh ketersediaan bahan organik lokal yang dapat mengalami fluktuasi akibat perubahan musim maupun aktivitas pertanian masyarakat.

Oleh karena itu, keberlanjutan program tidak hanya bergantung pada keberadaan mesin pencacah pakan, tetapi juga pada kemampuan kelompok tani

mempertahankan pasokan bahan baku, melakukan perawatan mesin secara berkala, dan mengembangkan formulasi pakan yang sesuai dengan kebutuhan ternak. Pendampingan lanjutan menjadi penting untuk memastikan bahwa manfaat ekonomi, sosial, dan lingkungan yang diperoleh pada tahap awal program dapat dipertahankan dan ditingkatkan pada masa mendatang.

6. Kesimpulan

Implementasi Teknologi Tepat Guna (*TTG*) mesin pencacah pakan pada Kelompok Tani Elok Green Lestari RW 08 Semolowaru, Surabaya berhasil dilaksanakan dengan baik dan mencapai tujuan program. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta dari nilai rata-rata 48,4 menjadi 80,5 dengan nilai *N-Gain* sebesar 0,63 (kategori sedang). Selain itu, penggunaan mesin mampu meningkatkan efisiensi waktu pengolahan pakan hingga rata-rata 80% dibandingkan metode manual berdasarkan tiga kali pengulangan pengukuran.

Dari aspek ekonomi, pemanfaatan limbah organik sebagai bahan pakan alternatif melalui mesin pencacah pakan mampu menurunkan biaya operasional pakan sebesar 18%, dari Rp93.500 menjadi Rp76.676 per hari pada basis populasi 100 ekor ayam petelur. Implementasi teknologi ini juga menunjukkan keberhasilan dalam mendukung pemanfaatan limbah organik lokal sebagai pakan alternatif yang diterima dengan baik oleh ternak, sehingga berpotensi meningkatkan kemandirian pakan dan mendukung konsep ekonomi sirkular pada sistem *urban farming*.

Keberlanjutan program perlu didukung melalui pendampingan lanjutan, pemantauan penggunaan teknologi secara berkala, serta pengembangan kapasitas mitra agar manfaat teknologi dapat diterapkan secara konsisten dan direplikasi pada kelompok tani lainnya.

7. Persembahan

Tim penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya atas dukungan pendanaan dan fasilitas pelaksanaan program pengabdian ini. Penghargaan setinggi-tingginya disampaikan kepada Kelompok Tani "Elok Green Lestari" RW 08 Semolowaru, khususnya kepada Bapak Musafak selaku Ketua Kelompok Tani dan seluruh anggota yang telah berpartisipasi aktif dalam program ini. Terima kasih juga kepada seluruh mahasiswa KKN Kelompok Pilar Lingkungan 2 Universitas 17

Agustus 1945 Surabaya atas kontribusi dan dedikasi yang luar biasa dalam pelaksanaan program ini.

8. Referensi

- Adrevi, C., Sujarwo, & Safitri, D. (2025). Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM): Evaluasi implementasi dan dampaknya terhadap kesiapan kerja mahasiswa. *Mutiara: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 3(1). <https://doi.org/10.62888/mutiara.v3i1.377>
- Giyarsih, S. R., Armansyah, Zaelany, A. A., Latifa, A., Setiawan, B., Saputra, D., Haqi, M., Lamijo, & Fathurohman, A. (2024). Interrelation of urban farming and urbanization: An alternative solution to urban food and environmental problems due to urbanization in Indonesia. *Frontiers in Built Environment*, 9, Article 1192130. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2023.1192130>
- Hamdani, R., Ash Shidiqie, J. S., Priyadi, U., Dinurriannah, U., & Adli, A. I. H. (2025). Optimization of organic waste management with a circular economy approach: The case of food recycling in Bantul Regency, Indonesia. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 6(2), 278–287. <https://doi.org/10.33394/jpu.v6i2.14238>
- Ismail, R., Thohirin, M., Yunus, M., & Dalimunthe, R. (2022). Rancang bangun mesin pencacah rumput untuk pakan ternak. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, 2(1), 45–50. <https://doi.org/10.24967/psn.v2i1.1472>
- Jasman, J., & Purwantono, P. (2022). Aplikasi teknologi tepat guna pada mesin pencacah pakan ternak (pelet) dalam meningkatkan efisiensi kinerja peternak ikan. *Suluah Bendang: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 22(1), 55–60. <https://doi.org/10.24036/suluahbendang.v22i1.588>
- Kurniawan, D., Putra, R. A., & Handayani, S. (2022). Technology-based feed processing as a strategy to improve livestock productivity in rural areas. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 23(3), 189–198. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2022.023.03.6>
- Mahardika, S., Hartono, R. Y., Lostari, A., Riani, N. I., & Sugiono, D. (2022). Mesin cacah rumput, solusi pengolahan pakan ternak untuk peningkatan bobot dan kesehatan ternak di Desa Mentaras, Kecamatan Dukun, Kabupaten Gresik. *SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 6(1), 363–368. <https://doi.org/10.31764/jpmb.v6i1.8134>
- Margono, Atmoko, N. T., Priyambodo, B. H., Suhartoyo, & Alang, S. (2021). Rancang bangun mesin pencacah rumput untuk peningkatan efektivitas konsumsi pakan ternak di Desa Taman Sari. *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(2), 222–227. <https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v7i2.2466>
- Marlinda, M., Nadir, M., Faisal, F., Purwanto, M. W. D., & Putri, D. P. (2023). Education on the use of organic waste to become environmentally friendly OROZECO (organic fertilizer and eco enzyme). *Community Empowerment*, 8(4), 540–545. <https://doi.org/10.31603/CE.8492>
- Mourad, A. L. (2023). Valorization of food waste as animal feed: A step towards sustainable food waste management and circular bioeconomy. *Animals*, 13(9), Article 1453. <https://doi.org/10.3390/ani13091453>
- Munawarroh, D. A., Suharto, S., Sarana, S., Suwondo, A., Muqorrobin, M., & Saputra, E. (2024). Rancang bangun mesin pencacah rumput gajah menggunakan penggerak motor listrik 2 HP. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 19(1), 161–170. <https://doi.org/10.32497/jrm.v19i1.5116>
- Puspaningtyas, A., Ismail, H., Handoko, V. R., Ilman, G. M., & Dewi, L. (2024). Towards food security collaboration: Implementing urban farming ecotourism as a form of environmental sustainability at Al Akbar Mosque in Surabaya. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1413(1), 012102. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1413/1/012102>
- Putri, R. L., Sutrisno, J., Wahyono, E., Saeri, M., Burhansyah, R., & Supriyadi, S. (2023). Urban farming: Alternative sustainable food systems after the Covid-19 pandemic. *Agroland: The Agricultural Sciences Journal*, 10(2), 103–110. <https://doi.org/10.22487/agroland.v0i0.1939>
- Safitri, D. R., Hasdiansah, H., Suzen, Z. S., & Pristiansyah, P. (2024). Challenges and opportunities of urban agriculture programme implementation in Indonesia: Social, economic, and environmental perspectives. *Local Environment*, 29(11), 1490–1498. <https://doi.org/10.1080/13549839.2024.2402716>
- Salim, M. N., Wibowo, E. W., Susilastuti, D., & Diana, T. B. (2022). Analysis of factors affecting community participation expectations on sustainability urban farming in Jakarta City. *International Journal of Science and Society*, 4(3), 94–105. <https://doi.org/10.54783/ijssoc.v4i3.502>

- Saparin, S., Wijianti, E. S., Setiawan, Y., Suhdi, S., Rodiawan, R., & Arikxa, J. (2024). Modernisasi pengolahan pakan bebek dengan mesin pengaduk di Peternakan Taret Jaya Desa Air Anyir Kabupaten Bangka. *Dharma Pengabdian Perguruan Tinggi (DEPATI)*, 4(1). <https://doi.org/10.33019/depati.v4i1.6184>
- Suparmono, Suadi, S., Khairina, I., Dewi, R., & Manurung, J. S. (2025). Penerapan teknologi tepat guna mesin pencacah sayuran hijau untuk meningkatkan efisiensi usaha ternak bebek. *Jurnal Ilmiah Madiya (Masyarakat Mandiri Berkarya)*, 6(2), 345–356. <https://doi.org/10.61231/madiya.v6i2.3210>
- Sustainable poultry feeding strategies for achieving zero hunger and enhancing food quality.* (2024). *Agriculture*, 14(10), Article 1811. <https://doi.org/10.3390/agriculture14101811>
- Sutrisno, A. T., & Asikin, M. (2024). Rancang bangun mesin pencacah rumput pakan ternak. *INFOTEX: Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Teknik*, 3(2). <https://doi.org/10.58546/infotex.v3i2.146>
- Suzen, Z. S., Hasdiansah, H., Zulfetriyanto, Z., Pristiansyah, P., Erwansyah, E., Sugianto, S., Ahadiatullah, W., & Oktavianto, M. (2025). IPTEK bagi masyarakat mesin pencacah pakan ternak sapi berupa cacahan hijau. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Polmanbabel*, 5(2), 337–342. <https://doi.org/10.33504/dulang.v5i02.479>
- Wijayanto, Supriyono, Hadisaputro, S., & Prasetyo, A. (2023). Implementasi Merdeka Belajar Kampus Merdeka: Systematic review. *Jurnal PIPSI (Jurnal Pendidikan IPS Indonesia)*, 8(2), 78–90. <https://doi.org/10.26737/jpipsi.v8i2.4285>
- Yunisvita, Y., Selvaratnam, D. P., Robiani, B., Rohima, S., Bashir, A., Apriani, D., & Yarsah, W. N. (2025). Circular economy in the concept of waste management: Implementation of community-based environmental management. *Jurnal Pengabdian UNDIKMA*, 6(2), 247–257. <https://doi.org/10.33394/jpu.v6i2.14337>

