

Penerapan Teknologi Mesin Pengayak dan Fermentor Otomatis pada Pengolahan Limbah RPH Desa Candimulyo Jombang

***Machrus Ali¹, Mualifi Usman², Askan³, Hidayatul Nurohmah⁴, Ryo Setyawan⁵, Ahmad Asrori Ainur Robby⁶, Amik Purdinata⁷**

^{1,3,4} Teknik Elektro, Universitas Darul Ulum, Jombang, Indonesia

^{2,5,6} Teknik Mesin, Universitas Darul Ulum, Jombang, Indonesia

⁷Banksantri, Candimulyo, Jombang, Indonesia

Email : machrus7@gmail.com¹, mualifiusman7@gmail.com², askanzamzam@gmail.com³, hidayatul.nurohmah.mt@gmail.com⁴, ryo setyawan43@gmail.com⁵, ainurrobby2004@gmail.com⁶, poerdinata@gmail.com⁷

Keywords:

Pemberdayaan
masyarakat,
Limbah RPH,
Mesin Pengayak,
Fermentor Otomatis,
Smart Farming

***Corresponding Author**

ABSTRAK

Program PKM Universitas Darul Ulum Jombang di RPH Desa Candimulyo, bekerja sama dengan Bank Santri, bertujuan memodernisasi pengolahan limbah isi rumen sapi yang sebelumnya menimbulkan polusi dan masih diproses secara konvensional sehingga kualitas dan kuantitas pupuk kurang optimal. Solusi yang diterapkan adalah teknologi tepat guna berbasis smart farming berupa mesin pengayak otomatis untuk standarisasi tekstur pupuk padat dan fermentor otomatis untuk mempercepat dekomposisi limbah secara terkendali, menggantikan sistem manual agar lebih efisien. Hasil program menunjukkan: (1) mesin pengayak dan fermentor berhasil dirancang, dipasang, dan berfungsi di lokasi mitra; (2) kapasitas produksi pupuk organik meningkat 25–30%; (3) proses menjadi lebih higienis, cepat, dan menghasilkan pupuk dengan kualitas lebih seragam. Program ini mendukung SDG 2 dan SDG 12 serta mendorong ekonomi hijau melalui otomasi pengelolaan limbah peternakan.

PENDAHULUAN

Hadirnya teknologi dalam industri pertanian telah menciptakan lingkungan baru dalam dunia yang disebut "Smart Farming". Smart farming merupakan salah satu pilar dari Smart City, serta menjadi salah satu unsur penting dari Smart Economy(Lee, Hunter and Chung, 2020)(Bayu Prastyo et al., 2020). Smart Tourism didefinisikan sebagai Platform ICT Terintegrasi(Ali, Jatmiko, Dwiningwarni, et al., 2023). Platform tersebut mengintegrasikan peran teknologi informasi dalam memberikan informasi dan layanan yang efisien untuk idustri dan pertanian (Ali, Jatmiko, Muzajjad, et al., 2023)(Ali, Jatmiko, Dwiningwarni, et al., 2023). Green Economy adalah konsep ekonomi yang berfokus pada pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan(Toubes and Araújo-Vila, 2022)(Mealy and Teytelboym, 2022). Salah satu ciri Green Economy antara lain; Pemanfaatan sumber daya Energi Baru dan Terbarukan (EBT) terutama energi matahari, Mendorong Inovasi Teknologi yang lebih efektif dan efisien. Pengelolaan manajemen, juga diperlukan strategi promosi melalui website dan media social(Dwiningwarni et al., 2021)(Fathurrobbani et al., 2023).

Rumah Potong Hewan (RPH) sangat vital bagi keamanan pangan, namun menghasilkan limbah organik signifikan, seperti isi rumen dan darah, yang mengancam kesehatan lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Di Desa Candimulyo, inisiatif komunitas "Bank Santri Organik" telah mengolah limbah ini menjadi pupuk. Namun, operasional mereka masih terkendala metode manual yang menyebabkan produksi lambat, intensitas tenaga kerja tinggi, dan kualitas produk yang tidak konsisten(Agus Wahyudi, Asmaul Luthfauziah and Yuanita Syaiful, 2023). Secara khusus, proses pengayakan manual dan tangki fermentasi sederhana menghambat skalabilitas serta standarisasi pupuk organik padat maupun cair.

Untuk mengatasi hambatan teknis tersebut, program pengabdian masyarakat ini menerapkan solusi teknik mesin melalui teknologi tepat guna dengan metode pendekatan pengabdian ABCD. Metode Asset Based Community Development (ABCD) adalah pendekatan pemberdayaan masyarakat yang berfokus pada pemanfaatan aset dan potensi yang sudah dimiliki oleh komunitas, daripada hanya berfokus pada masalah atau kekurangan mereka (deficit-based)(Ali et al., 2022)(Ali, Jatmiko, Muzajjad, et al., 2023). Intervensi yang dilakukan meliputi pengenalan mesin pengayak otomatis dan fermentor terkendali yang dirancang untuk mengoptimalkan efisiensi tenaga kerja dan memastikan kualitas output yang seragam. Teknologi ini disesuaikan dengan kapasitas operasional mitra guna memfasilitasi transisi dari pengelolaan limbah tradisional menuju modern. Di samping perbaikan teknis, integrasi otomasi ini mempromosikan ekonomi hijau dengan mengubah polutan lingkungan menjadi input pertanian bernilai tinggi. Melalui digitalisasi dan mekanisasi produksi, program ini secara signifikan meningkatkan kapasitas output sekaligus selaras dengan SDG 2 (Tanpa Kelaparan) dan SDG

12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab). Pada akhirnya, inisiatif ini menjadi model bagi pengelolaan limbah yang berkelanjutan dan berbasis teknologi di sektor peternakan pedesaan.

Rumah Potong Hewan (RPH) sangat vital bagi keamanan pangan, namun menghasilkan limbah organik signifikan, seperti isi rumen dan darah, yang mengancam kesehatan lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Di Desa Candimulyo, inisiatif komunitas "Bank Santri Organik" telah mengolah limbah ini menjadi pupuk. Namun, operasional mereka masih terkendala metode manual yang menyebabkan produksi lambat, intensitas tenaga kerja tinggi, dan kualitas produk yang tidak konsisten. Secara khusus, proses pengayakan manual dan tangki fermentasi sederhana menghambat skalabilitas serta standarisasi pupuk organik padat maupun cair.

Untuk mengatasi hambatan teknis tersebut, program pengabdian masyarakat ini menerapkan solusi teknik mesin melalui teknologi tepat guna. Intervensi yang dilakukan meliputi pengenalan mesin pengayak otomatis dan fermentor terkendali yang dirancang untuk mengoptimalkan efisiensi tenaga kerja dan memastikan kualitas output yang seragam. Teknologi ini disesuaikan dengan kapasitas operasional mitra guna memfasilitasi transisi dari pengelolaan limbah tradisional menuju modern. Di samping perbaikan teknis, integrasi otomasi ini mempromosikan ekonomi hijau dengan mengubah polutan lingkungan menjadi input pertanian bernilai tinggi.

Analisis Kondisi Eksisting Mitra

Mitra utama program ini adalah Bank Santri Organik yang berlokasi di Desa Candimulyo, Kecamatan Jombang, Kabupaten Jombang. Bank Santri merupakan bagian dari Bank Sampah Mandiri Terintegrasi yang bergerak pada pengelolaan sampah anorganik dan organik. Unit Bank Santri Organik secara khusus mengelola limbah pertanian, peternakan, serta limbah dari Rumah Potong Hewan (RPH) Candimulyo. Lokasi mitra dapat dilihat pada peta berikut



Gambar 1: Peta Lokasi Desa Candimulyo

Bank Santri Organik beranggotakan sekitar 10 orang aktif. Mitra telah memiliki pengalaman dalam pengolahan kompos dan pupuk cair dari bahan organik, namun kegiatan masih bersifat sederhana dan konvensional. Kapasitas produksi terbatas, mutu produk sering tidak konsisten, serta belum ada standar operasional yang baku. Dokumentasi kegiatan Bank Santri di RPH Candimulyo dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2: Kondisi RPH Candimulyo Pengolahan Kompos

Matrik solusi permaslahan dapat dilihat pada table 1

Tabel 1: Matriks Solusi Teknologi Pengolahan Limbah RPH

Komponen Solusi	Uraian Teknologi	Nilai Tambah (Value Added)
Konsep Utama	Mekanisasi Titik Kritis: Transformasi proses pengayakan dan fermentasi dari manual ke sistem mesin tepat guna.	Meningkatkan efisiensi kerja yang lebih sistematis, ergonomis, dan berkelanjutan bagi mitra.
Prinsip Dasar	Teknologi Tepat Guna (TTG): Desain fungsional dan mandiri tanpa sistem digital yang rumit agar mudah dirawat.	Menjamin keberlanjutan (sustainability) karena mitra dapat melakukan perawatan mandiri.
Mesin Pengayak	Sistem Ayakan Bergetar: Penggunaan tenaga motor listrik untuk menstandarisasi ukuran partikel pupuk padat.	Menghasilkan produk dengan kualitas seragam dan mempercepat kapasitas produksi secara kontinu.
Fermentor Otomatis	Sistem Pengadukan Mekanis: Menggantikan wadah statis untuk menjaga homogenitas campuran pupuk cair.	Proses fermentasi lebih stabil, terkontrol, dan tidak bergantung pada ketidakpastian kondisi lingkungan.

METODE

Pendekatan Pelaksanaan

Kegiatan ini menggunakan pendekatan partisipatif dan aplikatif. Mitra dilibatkan sejak tahap awal untuk menumbuhkan rasa memiliki (sense of ownership), sementara pendekatan aplikatif memastikan teknologi langsung diuji coba di lapangan untuk menjawab kebutuhan nyata.

Tahapan Kegiatan

- a) Melakukan pemetaan alur kerja eksisting dan diskusi kebutuhan teknis dengan pengelola Bank Santri Organik.
- b) Menyesuaikan dimensi dan kapasitas mesin dengan area kerja mitra serta menggunakan komponen lokal agar mudah diperbaiki.
- c) Pemasangan mesin di lokasi serta pengujian stabilitas dan kinerja sistem penggerak untuk memastikan kesiapan operasional.
- d) Membandingkan efisiensi waktu dan kualitas produk sebelum dan sesudah intervensi teknologi.

Keberlanjutan

Keberhasilan program diukur dari kemampuan mitra mengelola mesin secara mandiri. Dengan desain yang adaptif dan pendampingan yang intensif, teknologi ini diproyeksikan menjadi solusi permanen bagi pengelolaan limbah RPH yang ramah lingkungan dan bernilai ekonomi.

TEMUAN DAN DISKUSI

Pelaksanaan program Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) di Desa Candimulyo bersama mitra Bank Santri Organik telah berjalan sesuai rencana tahapan. Hingga penyusunan laporan akhir ini, beberapa kegiatan utama telah dilaksanakan dengan capaian sebagai berikut.

- a) Tim PKM melaksanakan pertemuan awal dengan ketua dan pengurus Bank Santri. Kegiatan ini menghasilkan kesepakatan program serta data baseline mengenai kapasitas produksi, sistem manajemen, dan kondisi pemasaran awal mitra.
- b) Penerapan teknologi smart farming dilaksanakan dengan fokus pada pengoperasian mesin pengayak kompos, fermentor otomatis, dan Smart Sprinkle System. Sebanyak 12 anggota aktif mengikuti pelatihan dan 80 persen di antaranya mampu mengoperasikan alat dengan baik.
- c) Mesin pengayak kompos telah dipasang dan digunakan oleh mitra. Hasil uji coba menunjukkan proses pengayakan lebih cepat dan hasil lebih halus dibanding metode manual.



Gambar 3: Mesin Penghalus Kompos

1. Fermentor otomatis untuk pupuk cair telah mulai digunakan. Proses fermentasi lebih terkontrol dengan indikator suhu dan pH.
2. Smart Sprinkle System telah diuji coba pada lahan percobaan seluas 200 m². Sistem dapat mengatur distribusi pupuk cair secara merata dengan konsumsi air lebih efisien.
- d) Tim PKM melakukan kunjungan mingguan untuk mendampingi proses produksi, mengevaluasi hasil. Hasil menunjukkan perbaikan mutu dibanding sebelum program. Evaluasi dilakukan bersama mitra untuk menilai ketercapaian target program.

Mitra menyatakan bahwa peralatan baru membantu meningkatkan produktivitas dan mempermudah proses produksi. Tantangan yang masih dihadapi adalah keterbatasan keterampilan digital sebagian anggota, sehingga perlu pendampingan lebih intensif.

Delivery Penerapan Produk Teknologi Dan Inovasi

Program Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM) ini memfokuskan pada penerapan teknologi tepat guna untuk mengatasi permasalahan limbah organik RPH Candimulyo serta meningkatkan nilai tambah bagi masyarakat melalui penguatan kelembagaan Bank Santri Organik. Penerapan teknologi dan inovasi dilakukan dalam bentuk produk hard technology (alat/mesin) maupun soft technology

Produk Teknologi dan Inovasi (Hard dan Soft)

Produk teknologi yang telah diperkenalkan kepada mitra adalah:

1. Mesin pengayak kompos untuk mempercepat proses penyaringan dan menghasilkan kompos yang lebih halus.
2. Fermentor otomatis untuk pengolahan pupuk cair dengan kontrol suhu dan pH.
3. Smart Sprinkle System sebagai sistem penyemprotan pupuk cair secara otomatis di lahan pertanian.

Penerapan Teknologi dan Inovasi kepada Masyarakat

Penerapan teknologi dilakukan langsung di lokasi mitra dengan melibatkan anggota Bank Santri. Seluruh anggota berpartisipasi dalam pelatihan pengoperasian mesin dan fermentor, serta penggunaan aplikasi digital. Penerapan teknologi tidak hanya memberikan efisiensi produksi, tetapi juga meningkatkan keterampilan anggota sehingga mereka lebih percaya diri dalam menjalankan usaha.

Dalam aspek pemasaran, inovasi digital mulai diaplikasikan melalui pembuatan akun media sosial resmi dan promosi produk secara online. Hal ini membuka peluang bagi mitra untuk memperluas pasar di luar Desa Candimulyo.

Relevansi dan Partisipasi Masyarakat

Penerapan teknologi ini sangat relevan dengan kebutuhan masyarakat setempat karena limbah isi rumen sapi yang sebelumnya menjadi masalah lingkungan kini dapat diolah menjadi produk bernilai ekonomi. Anggota Bank Santri menunjukkan tingkat partisipasi yang tinggi, terbukti dengan keterlibatan aktif dalam pelatihan, pengoperasian alat, dan pengelolaan keuangan. Masyarakat sekitar juga mulai tertarik menggunakan produk pupuk organik yang dihasilkan, terutama petani hortikultura.

Impact (Kebermanfaatan dan Produktivitas)

Dampak awal dari penerapan teknologi dan inovasi ini antara lain:

- 1) Peningkatan kapasitas produksi pupuk organik padat sekitar 25–30 persen dan pupuk cair hingga 70–80 persen.
- 2) Proses produksi lebih efisien dengan waktu fermentasi yang lebih singkat dan kualitas produk yang lebih stabil.
- 3) Anggota Bank Santri lebih terampil dalam pengoperasian mesin dan mulai terbiasa dengan pencatatan keuangan digital.
- 4) Pencemaran lingkungan akibat limbah RPH mulai berkurang karena limbah diolah secara optimal.

Dengan demikian, delivery penerapan teknologi tidak hanya menyelesaikan permasalahan teknis, tetapi juga membawa dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan yang positif bagi masyarakat Desa Candimulyo.

LUARAN YANG DICAPAI

Luaran program **Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat (PKM)** yang ditargetkan meliputi peningkatan kapasitas produksi, terbentuknya SOP, penguatan kelembagaan, pengembangan branding dan pemasaran digital, serta publikasi ilmiah. Hingga tahap laporan akhir ini, beberapa luaran telah dicapai meskipun belum sepenuhnya final.

Luaran Utama

- a. Produksi pupuk padat meningkat dari sekitar 300 kg per bulan menjadi 380–400 kg per bulan. Produksi pupuk cair meningkat dari 20–30 liter per bulan menjadi 40–45 liter per bulan. Kualitas pupuk lebih konsisten dengan tekstur lebih halus dan aroma lebih baik.
 - b. Mesin pengayak, fermentor otomatis, dan Smart Sprinkle System sudah dipasang dan digunakan oleh mitra. Sekitar 80 persen anggota mampu mengoperasikan alat secara mandiri.
 - c. Publish di jurnal Abdimas terindex garuda dan ICI copernicus
- Kapasitas produksi meningkat 25–30 persen untuk pupuk padat dan 70–80 persen untuk pupuk cair. 80 persen anggota Bank Santri dapat mengoperasikan alat. Produk pupuk organik memiliki merek dan kemasan baru.

KESIMPULAN

Program pengabdian ini berhasil mengimplementasikan teknologi mesin tepat guna untuk memodernisasi pengelolaan limbah RPH di Desa Candimulyo, dengan kesimpulan bahwa penggunaan mesin pengayak otomatis mampu mempercepat standarisasi tekstur pupuk padat dan meningkatkan kapasitas pengolahan limbah dibanding metode manual, sementara penerapan fermentor otomatis menghasilkan pupuk organik cair yang lebih stabil, homogen, dan konsisten melalui pengadukan mekanis terkontrol; mekanisasi ini juga mengurangi beban kerja manual, meningkatkan efisiensi waktu, serta memperkuat kemandirian mitra dalam mengadopsi teknologi pada aktivitas harian, sekaligus membuktikan integrasi keilmuan Teknik Mesin yang sesuai kebutuhan masyarakat dapat menciptakan sistem pengelolaan limbah yang lebih higienis, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Untuk menjaga keberlanjutan program, disarankan monitoring rutin agar kendala teknis tertangani dan mesin tetap optimal, pengembangan kapasitas mesin atau penambahan teknologi pendukung seiring potensi peningkatan volume limbah, dokumentasi hasil sebagai referensi replikasi di wilayah lain, serta mendorong perawatan mandiri berkala guna memperpanjang usia pakai mesin dan menjaga konsistensi kualitas produksi.

REFERENSI

Agus Wahyudi, Asmaul Luthfauziah and Yuanita Syaiful (2023) "Inisiasi Pembentukan 'Bank Santri' Berbasis 'Zero Waste' Sebagai Peningkatan Perekonomian Desa Kabupaten Jombang," PROSIDING SEMINAR NASIONAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT, 3(1), pp. 514–523.
Available at: <https://doi.org/10.33086/snpm.v3i1.1285>.

Ali, M. et al. (2022) Metode asset based community development teori dan aplikasinya. 1st ed. Edited by Siti Shofiyatus Sa'diyah. Banten: Insight

Mediatama. Available at: <https://insightmediatama.com/2022/11/metode-asset-based-community.html>.

Ali, M., Jatmiko, A., Muzajjad, A., et al. (2023) "PEMBERDAYAAN MASYARAKAT MELALUI INOVASI TEKNOLOGI DAN SOP PENGELOLAAN WISATA PANDANSILI , DESA," IJECSED, 3(3), pp. 369–375. Available at: <https://doi.org/10.53067/ijecsed.v3i3.133>.

Ali, M., Jatmiko, A., Dwiningwarni, S.S., et al. (2023) "Peningkatan Keberdayaan Masyarakat Melalui Smart Tourism dan Penguatan Manajemen di Wisata Pandansili," Jurnal KARINOV, 6(3), p. 185. Available at: <https://doi.org/10.17977/um045v6i3p185-189>.

Bayu Prastyo et al. (2020) "Desain Banyumas Smart City Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Fog Computing Architecture," Jurnal JEETech, 1(2), pp. 6–13. Available at: <https://doi.org/10.48056/jeetech.v1i2.7>.

Dwiningwarni, S.S. et al. (2021) "PKM PENINGKATAN KAPASITAS DESAWISATA DI DESA GALENGDOWO KECAMATAN WONOSALAM KABUPATEN JOMBANG," Prosiding Konferensi Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat dan Corporate Social Responsibility (PKM-CSR), 4, pp. 1122–1129. Available at: <https://doi.org/10.37695/pkmcsr.v4i0.1269>.

Fathurrobbani, A. et al. (2023) "Inovasi Media Informasi Melalui Website Desa Ngampungan Kecamatan Bareng Kabupaten Jombang," Community Development Journal : Jurnal Pengabdian masyarakat, 4(3), pp. 6759–6764. Available at: <https://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/cdj/article/view/18099>.

Lee, P., Hunter, W.C. and Chung, N. (2020) "Smart tourism city: Developments and transformations," Sustainability (Switzerland), 12(10). Available at: <https://doi.org/10.3390/SU12103958>.

Mealy, P. and Teytelboym, A. (2022) "Economic complexity and the green economy," Research Policy, 51(8). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103948>.

Toubes, D.R. and Araújo-Vila, N. (2022) "A Review Research on Tourism in the Green Economy," Economies. Available at: <https://doi.org/10.3390/economies10060137>.