



Program Transformasi Teknologi Peternakan Cerdas: Optimalisasi Monitoring Bibit Kambing Unggul Berbasis IoT dan Integrasi Circular Economy melalui Pupuk Organik

Smart Livestock Technology Transformation Program: Optimizing IoT-Based Monitoring of Superior Goat Breeding and Integrating Circular Economy through Organic Fertilizer Production

Ariq Cahya Wardhana^{1*}, Arif Amrulloh², Wahyu Andi Saputra³, Famila Dwi Winati⁴, Mochammad Edrick Firjatullah⁵, Adhimas Arya Saputra⁶, Farrel I'zaz Yuwono⁷

^{1,2,7}Rekayasa Perangkat Lunak, Direktorat Kampus Purwokerto, Universitas Telkom, Indonesia

³Informatika, Direktorat Kampus Purwokerto, Universitas Telkom, Indonesia

^{4,6}Teknik Industri, Direktorat Kampus Purwokerto, Universitas Telkom, Indonesia

⁵Teknik Elektro, Direktorat Kampus Purwokerto, Universitas Telkom, Indonesia

*Penulis Korespondensi: ariqcahya@telkomuniversity.ac.id

Article History:

Naskah Masuk: 21 Oktober 2025;

Revisi: 15 November 2025;

Diterima: 14 Desember 2025;

Tersedia: 16 Desember 2025.

Keywords: Circular Economy; Internet of Things; Livestock Monitoring; Organic Fertilizer; Superior Goats;

Abstract. *This study presents the implementation of a Smart Livestock Technology Transformation Program designed to improve the efficiency and sustainability of smallholder goat farming through the integration of Internet of Things (IoT) monitoring systems and circular economy practices. The initiative was motivated by the limited accuracy of conventional manual measurements, the absence of continuous growth monitoring, and the underutilization of goat manure as a valuable agricultural resource. This research aims to develop an IoT-based monitoring system capable of automatically recording goat body weight and growth performance, while simultaneously transforming livestock waste into organic fertilizer with economic benefits for local farmer groups. The methodology adopts a participatory action research and research and development approach, involving system design, device installation, digital literacy training, organic fertilizer processing, and performance evaluation. The results demonstrate that the IoT system significantly improves measurement accuracy, increases monitoring frequency, reduces human error, and enhances early detection of growth anomalies. The manure processing activities, supported by mixing and grinding machines, produce high-quality organic fertilizer with better homogeneity and ease of application. The integration of IoT and circular economy practices yields positive impacts including increased livestock productivity, improved digital capabilities among farmers, reduced environmental waste, and the creation of new economic value within the community. The findings indicate that this integrated model has strong potential for broader replication in other small-scale livestock communities facing similar challenges.*

Abstrak

Program Transformasi Teknologi Peternakan Cerdas dilaksanakan sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pengelolaan peternakan kambing rakyat melalui penerapan Internet of Things (IoT) dan integrasi ekonomi sirkular berbasis pemanfaatan limbah ternak. Kegiatan ini dilatarbelakangi oleh masih rendahnya akurasi pencatatan pertumbuhan ternak, tingginya ketergantungan pada pengukuran manual, serta belum optimalnya pemanfaatan kotoran kambing sebagai pupuk organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring berbasis IoT yang mampu mencatat bobot dan pertumbuhan kambing secara otomatis, sekaligus mengolah limbah kotoran kambing menjadi pupuk organik bernilai ekonomis bagi kelompok tani. Metode penelitian menggunakan pendekatan participatory action research dan research and development yang meliputi perancangan sistem IoT, instalasi alat di kandang mitra, pelatihan literasi digital, proses pengolahan pupuk organik, serta evaluasi kinerja sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem IoT mampu meningkatkan akurasi dan frekuensi pemantauan bobot kambing, mengurangi kesalahan pencatatan, serta membantu peternak dalam mendeteksi anomali pertumbuhan lebih cepat. Pengolahan limbah ternak dengan mesin mixer dan penghalus pupuk menghasilkan pupuk organik yang lebih homogen, mudah diaplikasikan, dan diterima baik oleh kelompok tani pengguna. Integrasi IoT dengan ekonomi sirkular memberikan dampak positif terhadap peningkatan produktivitas ternak, penguatan literasi digital peternak, serta pengurangan limbah dan peningkatan nilai tambah ekonomi bagi mitra. Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa model peternakan terpadu berbasis

teknologi dan pemanfaatan limbah memiliki potensi besar untuk diterapkan secara lebih luas pada komunitas peternakan rakyat yang memiliki tantangan serupa.

Kata kunci: *Circular Economy*; *Internet of Things*; Kambing Unggul; Monitoring Ternak; Pupuk Organik.

1. LATAR BELAKANG

Pengelolaan kelompok peternak kambing pedesaan menunjukkan kelemahan pemantauan pertumbuhan, pencatatan kesehatan, dan pengendalian bibit. Pendekatan manual menimbulkan keterbatasan akurasi data dan respons intervensi yang lambat, sementara studi tentang sistem terdigitalisasi dan ICT menegaskan potensi peningkatan rekam digital, transparansi, dan responsivitas manajemen ternak (Koujalagi et al., 2025). Keterlambatan diagnosis berimplikasi pada penurunan performa tumbuh dan peningkatan mortalitas anak sebagaimana ditekankan oleh kajian etiopatologi dan profil hemato biokimia pada kambing yang menuntut deteksi klinis cepat untuk pengendalian produktivitas (Nayak et al., 2021). Pada sisi lain, limbah kotoran kambing yang melimpah belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber daya bernilai ekonomi, padahal berpotensi menjadi komponen penting dalam penerapan ekonomi sirkular di sektor peternakan.

Kemajuan teknologi digital, khususnya *Internet of Things* (IoT), menawarkan peluang besar untuk mentransformasi praktik peternakan tradisional menuju sistem peternakan cerdas (Wang et al., 2023). Pendekatan data-driven yang mengintegrasikan desain ekstraksi fitur dan pemodelan prediktif komponen kunci sistem monitoring mendukung diagnosis cepat, sementara studi hemato biokimia pada kambing menegaskan pentingnya deteksi klinis dini untuk intervensi kesehatan hewan (Ilavenil & Senthilkumar, 2024). Namun, adopsi teknologi ini di tingkat peternakan desa masih sangat terbatas karena minimnya literasi digital, ketersediaan alat yang terjangkau, dan kurangnya pendampingan teknis yang berkelanjutan (Cai et al., 2023).

Selain tantangan produksi, peternak juga dihadapkan pada persoalan lingkungan yang muncul dari penumpukan limbah kotoran kambing. Pengelolaan limbah yang tidak terstruktur berpotensi menimbulkan polusi udara, pencemaran tanah, serta gangguan kesehatan bagi peternak dan lingkungan sekitar (de Araújo et al., 2010). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pengolahan limbah ternak melalui proses fermentasi dan pencampuran bahan organik dapat menghasilkan pupuk organik berkualitas tinggi yang dibutuhkan kelompok tani lain (Haruna & Rasbawati, 2020; Maula, 2023; Nofrianil & Ibnu sina, 2021; Setiyowati & Ramadani, 2023). Integrasi nilai tambah dari limbah peternakan melalui pendekatan *circular economy* dapat meningkatkan keberlanjutan usaha, menekan biaya produksi pertanian, dan memperkuat ketahanan pangan lokal.

Gap utama yang diidentifikasi dalam konteks ini adalah belum adanya model implementasi terintegrasi antara teknologi peternakan cerdas berbasis IoT dan pemanfaatan limbah peternakan dalam kerangka ekonomi sirkular. Sebagian besar penelitian hanya berfokus pada salah satu aspek, sehingga belum memberikan gambaran utuh mengenai transformasi sistem produksi peternakan yang berkelanjutan. Program Transformasi Teknologi Peternakan Cerdas ini dikembangkan untuk menghadirkan solusi komprehensif melalui penerapan timbangan IoT untuk monitoring bibit unggul, *dashboard* digital pencatatan ternak, serta integrasi kegiatan pengolahan limbah menjadi pupuk organik untuk mendukung rantai pasok pertanian. Kegiatan bertujuan mengoptimalkan sistem monitoring pertumbuhan kambing berbasis IoT, meningkatkan literasi digital kelompok tani, serta membangun model pemanfaatan limbah ternak sebagai pupuk organik dalam rangka memperkuat ekosistem ekonomi sirkular. Melalui pendekatan terintegrasi diharapkan terjadi peningkatan produktivitas, efisiensi operasional, dan keberlanjutan lingkungan pada peternakan desa, sekaligus memperluas dampak sosial ekonomi bagi kelompok tani.

2. KAJIAN TEORITIS

Bagian ini menguraikan landasan teori yang menjadi dasar pelaksanaan program Transformasi Teknologi Peternakan Cerdas, khususnya terkait penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam pemantauan ternak, konsep pembibitan kambing unggul, serta integrasi ekonomi sirkular melalui pemanfaatan limbah ternak menjadi pupuk organik. Kajian teoritis ini disusun untuk memberikan pemahaman konseptual yang komprehensif mengenai teknologi dan pendekatan yang digunakan, sekaligus menjelaskan relevansi dan urgensi inovasi dalam meningkatkan efisiensi produksi, akurasi data, dan keberlanjutan usaha peternakan desa.

Peternakan Cerdas (*Smart Livestock Farming*) Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Peternakan cerdas atau *smart livestock farming* merupakan konsep modern yang mengintegrasikan teknologi digital, sensor, automasi, dan analitik data dalam praktik pengelolaan ternak. Pendekatan ini muncul sebagai respons terhadap kebutuhan peningkatan efisiensi produksi, kualitas hasil ternak, serta pengendalian risiko yang lebih baik dalam sistem peternakan. Teknologi *Internet of Things* (IoT) menjadi komponen utama dalam konsep ini karena memungkinkan pengumpulan data secara otomatis, real-time, dan berkelanjutan melalui perangkat sensor yang terhubung dengan jaringan internet (Amrulloh et al., 2024; Saputra & Hadi, 2025). Data tersebut dapat mencakup bobot ternak, aktivitas harian, pola makan, kondisi kesehatan, hingga deteksi anomali yang mengindikasikan potensi penyakit.

Dalam konteks pembibitan kambing unggul, IoT memberikan nilai tambah yang signifikan. Sistem timbangan otomatis yang dilengkapi sensor load cell dan RFID mampu mencatat bobot setiap individu kambing tanpa proses manual yang berulang. IoT juga memfasilitasi akses data melalui dashboard digital sehingga peternak dapat memantau perkembangan ternak, membandingkan tren pertumbuhan, serta mengambil keputusan berdasarkan bukti (*evidence-based*). Berbagai studi dalam bidang peternakan modern telah menunjukkan bahwa integrasi teknologi IoT dapat meningkatkan akurasi pengukuran, mempercepat respon penanganan kesehatan ternak, serta mengurangi beban kerja peternak. Dengan demikian, teori mengenai *smart livestock farming* menjadi landasan utama untuk mengembangkan model monitoring bibit kambing unggul berbasis teknologi digital yang lebih efisien dan adaptif terhadap kebutuhan peternakan kecil (Syamsi et al., 2024).

Pembibitan Kambing Unggul dan Sistem Monitoring Pertumbuhan Ternak

Pembibitan kambing unggul merupakan proses strategis dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas populasi ternak. Teori pembibitan menekankan bahwa kualitas bibit ditentukan oleh beberapa parameter utama, meliputi genetik indukan, performa pertumbuhan, bobot badan, kesehatan, dan kemampuan adaptasi terhadap lingkungan. Dalam ilmu produksi ternak, pemantauan bobot dan pertumbuhan secara berkala merupakan indikator penting untuk menilai apakah kambing berkembang sesuai dengan standar bibit unggul. Bobot badan yang naik konsisten, rasio pertumbuhan yang stabil, serta kondisi fisik yang sehat merupakan komponen yang menentukan nilai jual dan produktivitas jangka panjang (Syukur & Suharno, 2014). Praktik pemantauan secara manual yang dilakukan oleh peternak tradisional sering kali menimbulkan berbagai kendala, seperti kesalahan pencatatan, ketidakakuratan pengukuran, keterlambatan pendeteksian gangguan kesehatan, dan minimnya histori data individu ternak (Rahayu et al., 2024). Kondisi tersebut menghambat kemampuan peternak untuk melakukan keputusan berbasis informasi yang valid.

Ekonomi Sirkular (*Circular Economy*) dalam Pemanfaatan Limbah Ternak menjadi Pupuk Organik

Ekonomi sirkular atau *circular economy* merupakan pendekatan pembangunan berkelanjutan yang menekankan pemanfaatan ulang sumber daya, pengurangan limbah, dan transformasi output tak terpakai menjadi produk bernilai (Prihartini et al., 2025). Dalam sektor peternakan, limbah kotoran kambing (kohe) merupakan sumber daya potensial yang dapat dikonversi menjadi pupuk organik untuk mendukung produksi pertanian. Teori *circular economy* menjelaskan bahwa sistem produksi yang ideal adalah sistem yang tertutup (*closed-loop system*), dimana limbah menjadi input baru bagi aktivitas produksi lainnya. Dengan

demikian, hubungan antara peternakan dan pertanian dapat dibangun secara sinergis melalui penerapan pemanfaatan kohe sebagai pupuk organik (Latif, 2022). Secara agronomis, kotoran kambing memiliki kandungan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah. Proses pengolahan limbah ternak dapat melalui beberapa tahapan, termasuk fermentasi, pengomposan, atau pencampuran dengan bahan organik tambahan. Dengan bantuan teknologi sederhana seperti mesin mixer kohe dan mesin penghalus pupuk, kualitas pupuk organik dapat ditingkatkan menjadi lebih homogen, halus, serta memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penerapan pupuk organik dari limbah kambing mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, dan mendukung pertumbuhan tanaman pangan maupun hortikultura.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *participatory action research* (PAR) yang menekankan kolaborasi langsung antara peneliti dan kelompok tani dalam proses identifikasi masalah, implementasi teknologi, evaluasi, serta penyempurnaan solusi (Supriyono & Bahrudin, 2024). Pendekatan ini dipilih karena relevan dengan konteks peternakan rakyat yang membutuhkan pendampingan berkelanjutan, peningkatan kapasitas, dan transfer teknologi secara langsung. Penelitian dilaksanakan pada dua mitra yaitu kelompok peternak kambing sebagai lokasi penerapan IoT monitoring dan kelompok tani sebagai pengguna pupuk organik hasil olahan limbah ternak. Kegiatan penelitian meliputi tiga tahapan utama yaitu perancangan sistem, implementasi di lapangan, serta evaluasi hasil.

Desain Penelitian

Desain penelitian dilakukan melalui perancangan dan mengembangkan sistem timbangan IoT, *dashboard monitoring*, serta SOP pengolahan pupuk organik. Tahap selanjutnya adalah implementasi teknologi di lingkungan mitra, dilanjutkan dengan pelatihan penggunaan perangkat digital dan teknik pengolahan limbah. Tahap akhir berupa evaluasi kinerja sistem dan dampaknya terhadap peningkatan akurasi data ternak, pertumbuhan kambing, serta kualitas pupuk organik.

Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian dilakukan pada kelompok peternak kambing (lokasi IoT *monitoring*) dan kelompok tani pengguna pupuk organik (lokasi *circular economy*). Subjek penelitian meliputi peternak yang melakukan pencatatan dan pemantauan ternak, serta anggota kelompok tani yang mengolah kotoran hewan dan memanfaatkan pupuk organik. Pemilihan subjek dilakukan

secara *purposive* berdasarkan kesiapan teknologi, jumlah populasi kambing, dan ketersediaan limbah ternak.

Teknik dan Instrumen Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode, yaitu:

1. Observasi langsung digunakan untuk mengamati proses pemantauan ternak, pengukuran bobot, dan pengolahan limbah.
2. Wawancara semistruktur digunakan untuk menggali pengalaman peternak terkait pemanfaatan IoT, kendala penggunaan, serta dampaknya terhadap manajemen ternak.
3. Pencatatan digital sistem IoT, menjadi sumber data kuantitatif terkait bobot, tren pertumbuhan, dan kondisi ternak.
4. Dokumentasi untuk merekam proses implementasi, kegiatan pelatihan, dan hasil produksi pupuk organik.

Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian dilakukan pada kelompok peternak kambing (lokasi IoT monitoring) dan kelompok tani pengguna pupuk organik (lokasi *circular economy*) di Desa Cihonje, Kecamatan Gumelar, Kabupaten Banyumas. Subjek penelitian meliputi peternak yang melakukan pencatatan dan pemantauan ternak, serta anggota kelompok tani yang mengolah kotoran hewan dan memanfaatkan pupuk organik. Pemilihan subjek dilakukan secara *purposive* berdasarkan kesiapan teknologi, jumlah populasi kambing, dan ketersediaan limbah ternak.

Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan melalui beberapa langkah sebagai berikut:

1. Analisis kebutuhan meliputi identifikasi masalah manajemen ternak, literasi digital, serta potensi pemanfaatan limbah.
2. Perancangan sistem IoT mencakup pembuatan timbangan digital berbasis load cell, modul IoT, dan dashboard monitoring.
3. Uji coba awal alat dilakukan di laboratorium dan kandang mitra untuk memastikan akurasi pengukuran.
4. Implementasi di lapangan berupa instalasi alat, integrasi dashboard, serta pelatihan penggunaan aplikasi.
5. Pengolahan limbah ternak meliputi proses pencampuran kohe dengan bahan organik, fermentasi, dan penghalusan menggunakan mesin.
6. Evaluasi dan monitoring terhadap kinerja IoT, kecepatan pencatatan, pertumbuhan kambing, dan kualitas pupuk organik.

7. Refleksi dan perbaikan dilakukan bersama mitra untuk menilai efektivitas dan melakukan penyempurnaan SOP.

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berasal dari hasil pencatatan IoT terkait perubahan bobot dan pola pertumbuhan kambing. Data dianalisis menggunakan data deskriptif berupa grafik tren pertumbuhan dan rata-rata kenaikan bobot mingguan. Analisis kualitatif diperoleh dari wawancara dan observasi, kemudian dianalisis melalui teknik reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan untuk mengevaluasi penerimaan teknologi, perubahan perilaku, dan manfaat sosial ekonomi bagi peternak.

Model Penelitian

Model penelitian menghubungkan tiga komponen utama sebagai berikut:

1. Penerapan sistem IoT untuk monitoring ternak;
2. Peningkatan literasi dan keterampilan peternak melalui pendampingan;
3. Pemanfaatan limbah menjadi pupuk organik sebagai penerapan ekonomi sirkular.

Ketiga komponen tersebut saling terhubung dalam satu siklus produktif yang berkelanjutan dan saling menguatkan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi program Transformasi Teknologi Peternakan Cerdas memadukan penggunaan sistem *Internet of Things* (IoT) untuk monitoring pertumbuhan kambing dengan penerapan ekonomi sirkular melalui pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik. Bagian ini menyajikan temuan empiris dari proses instalasi alat, performa sistem, penerimaan mitra serta dampak perubahan perilaku peternak terhadap pengelolaan ternak berbasis data. Pembahasan dilakukan untuk mengaitkan setiap temuan dengan konsep teoritis yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya sehingga memberikan gambaran komprehensif mengenai efektivitas, manfaat, dan tantangan yang muncul selama implementasi program.

Implementasi Sistem Monitoring Ternak Berbasis IoT

Penerapan sistem monitoring berbasis IoT dimulai dengan proses instalasi timbangan digital di lokasi kandang kelompok tani mitra. Alat dirancang menggunakan sensor load cell untuk mendeteksi bobot, modul mikrokontroler sebagai pemroses data, serta RFID untuk mengenali identitas masing-masing kambing secara otomatis. Selama tahap instalasi, peneliti melakukan penyesuaian posisi timbangan guna memastikan kambing dapat naik secara alami tanpa gangguan, sekaligus meminimalkan distorsi pengukuran yang mungkin muncul dari

pergerakan hewan. Proses sinkronisasi perangkat IoT dengan dashboard monitoring berjalan baik setelah dilakukan pengaturan jaringan dan pengujian koneksi data.

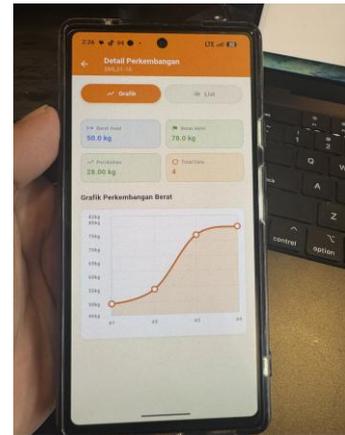


Gambar 1. Pengujian Sistem Timbangan IoT.

Uji awal sistem menunjukkan bahwa pengukuran bobot memiliki tingkat akurasi tinggi dengan selisih yang sangat kecil dibanding pengukuran manual menggunakan timbangan konvensional sebesar 1-2kg. Hasil ini memberikan kepercayaan kepada peternak bahwa teknologi yang digunakan benar-benar dapat membantu dalam pemantauan pertumbuhan ternak. Respon awal peternak menunjukkan antusiasme yang kuat, terutama karena alat ini mempermudah pekerjaan rutin yang sebelumnya dilakukan secara manual dan membutuhkan waktu lebih lama.

Kinerja Sistem IoT dalam Pemantauan Pertumbuhan Kambing

Setelah sistem berfungsi penuh, IoT mulai menghasilkan data bobot mingguan setiap kambing yang terdaftar. Dashboard menampilkan grafik perubahan bobot secara otomatis sehingga memungkinkan peternak memantau tren pertumbuhan dalam jangka waktu tertentu. Perbandingan antara data IoT dan pencatatan manual menunjukkan konsistensi yang baik; IoT mampu mengurangi kesalahan pencatatan yang sebelumnya sering terjadi karena faktor human error, seperti salah input angka atau keterlambatan pencatatan.



Gambar 2. Monitoring Pertumbuhan Kambing.

Kinerja IoT juga membantu peternak mengidentifikasi kambing dengan pertumbuhan abnormal. Misalnya, penurunan bobot dalam dua minggu berturut-turut dapat menjadi indikator gangguan kesehatan sehingga peternak dapat segera mengambil tindakan preventif. Selain itu, peningkatan frekuensi monitoring membuat keputusan manajerial menjadi lebih cepat dan berbasis data. Alat juga digunakan secara lebih rutin oleh peternak dibanding metode manual, karena prosesnya lebih mudah dan tidak membutuhkan persiapan khusus. Hal ini menunjukkan perubahan perilaku dari praktik tradisional menuju sistem yang lebih modern dan efisien.

Penguatan Usaha Kelompok dan Penguatan Literasi Digital

Pelatihan manajemen pemasaran dilakukan untuk meningkatkan literasi teknologi dan pembuatan usaha bersama kelompok. Program ini berhasil memperkuat usaha kelompok melalui pengembangan unit produksi pupuk organik berbasis limbah kotoran kambing yang dikelola secara mandiri oleh anggota, sehingga memberikan sumber pendapatan baru dan meningkatkan nilai tambah dari aktivitas peternakan. Selain itu, penguatan literasi digital dilakukan melalui pelatihan penggunaan dashboard IoT serta aplikasi pemasaran daring, yang membantu kelompok dalam mempromosikan dan menjual kambing afkir secara lebih efektif melalui platform digital. Kombinasi peningkatan kapasitas teknologi dan diversifikasi usaha ini mendorong kemandirian ekonomi kelompok serta memperluas jangkauan pemasaran produk secara berkelanjutan.



Gambar 3. Pelatihan Penguatan Usaha dan Pemasaran.

Produksi Pupuk Organik Berbasis Limbah Kotoran Kambing

Selain pada aspek produksi ternak, program ini juga berfokus pada pemanfaatan limbah kotoran kambing sebagai bahan dasar pupuk organik. Proses pengolahan dimulai dari tahap pencampuran bahan kohe dengan dedak, sekam halus, aktivator mikroba, dan air dengan menggunakan mesin mixer organik. Proses fermentasi berlangsung selama beberapa hari hingga menghasilkan pupuk setengah jadi. Setelah fermentasi, bahan diproses menggunakan mesin penghalus pupuk untuk meningkatkan homogenitas dan kualitas tekstur.



Gambar 4. Pengolahan Kotoran Kambing menjadi Pupuk Organik.

Hasil produk pupuk organik menunjukkan warna yang lebih gelap, tekstur lebih halus, dan aroma yang lebih stabil dibanding produk yang diolah secara manual. Homogenitas bahan membuat pupuk lebih mudah diaplikasikan pada lahan pertanian. Selama proses produksi, kendala utama adalah pengaturan kelembaban bahan dan keterbatasan kapasitas mesin pada tahap awal, namun perbaikan metode telah meningkatkan kualitas hasil secara signifikan. Kapasitas produksi per batch meningkat setelah SOP diterapkan secara konsisten.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada penerapan teknologi Internet of Things (IoT) pada sistem monitoring pertumbuhan kambing mampu meningkatkan akurasi pencatatan, mempercepat proses pemantauan, dan memperkuat pengambilan keputusan berbasis data pada kelompok peternak. Integrasi ekonomi sirkular melalui pengolahan limbah kotoran kambing menjadi pupuk organik juga memberikan manfaat signifikan berupa peningkatan nilai tambah ekonomi, pengurangan limbah, dan peningkatan kualitas lahan pertanian mitra. Secara keseluruhan, program Transformasi Teknologi Peternakan Cerdas ini terbukti efektif dalam meningkatkan produktivitas ternak, memperkuat literasi digital peternak, serta mendorong keberlanjutan lingkungan pada komunitas peternakan rakyat.

Berdasarkan temuan tersebut, disarankan agar pengembangan teknologi IoT terus diperluas dengan fitur tambahan seperti deteksi kesehatan otomatis dan sistem notifikasi dini untuk mendukung manajemen ternak yang lebih komprehensif. Pengolahan pupuk organik juga perlu dikembangkan menuju skala usaha yang lebih besar dengan memperhatikan standar kualitas, izin edar dan potensi pemasaran lokal. Selain itu, pendampingan literasi digital harus dilakukan secara berkelanjutan agar kelompok ternak dapat memanfaatkan teknologi secara optimal dan mandiri. Replikasi program pada kelompok tani lain sangat memungkinkan dengan penyesuaian terhadap kondisi fasilitas, kapasitas SDM serta dukungan kelembagaan di tingkat desa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada Kelompok Tani Ternak Tunas Mukti dan Kelompok Tani Sidamukti 2 yang telah memberikan dukungan, partisipasi, serta ruang kolaborasi selama proses pelaksanaan program ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kemdiktisaintek DRTPM Diktiristek pada Program PTTI Tahun 2025 Nomor 518/C3/DT.05.00/PM-PTT1/2025 yang telah menyediakan fasilitas, pendanaan, serta pendampingan teknis sehingga penelitian dan implementasi teknologi dapat berjalan dengan baik. Seluruh kontribusi dan kerja sama yang diberikan menjadi bagian penting dalam keberhasilan program ini.

DAFTAR REFERENSI

- Araújo, A., Melo, W., & Singh, R. (2009). Municipal solid waste compost amendment in agricultural soil: Changes in soil microbial biomass. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 9(1), 41–49. <https://doi.org/10.1007/s11157-009-9179-6>
- Cai, J., Hong, Y., Zhou, M., Hu, R., & Ding, F. (2023). Farmer field school participation and exit decisions in hog production: A case study from Beijing. *Agribusiness*, 39(2), 549–563. <https://doi.org/10.1002/agr.21783>
- Haruna, H., & Rasbawati, R. (2020). Optimalisasi hara *in situ* melalui integrasi tanaman dan ternak. *Jurnal Dinamika Pengabdian*, 6(1), 62–70. <https://doi.org/10.20956/jdp.v6i1.9416>
- Ilavenil, K., & Senthilkumar, V. (2024). Smart farming with IoT: Enhancing agricultural productivity. In *Big innovations in artificial intelligence* (pp. 10–18). <https://doi.org/10.58532/v3biai12p1ch2>
- Koujalagi, S. (2025). Integrating ICT into livestock production and management: A comprehensive review. *Archives of Current Research International*, 25(10), 523–541. <https://doi.org/10.9734/acri/2025/v25i101588>
- Latif, A. (2022). Potensi pengelolaan limbah ternak sapi berbasis circular economy di Kabupaten Bandung untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. *Jurnal Syntax Fusion*, 2(11), 808–817. <https://doi.org/10.54543/fusion.v2i11.223>
- Maula, I. (2023). Pengelolaan limbah pertanian: Pemanfaatan kotoran kambing sebagai pupuk organik. *Action Research Literate*, 7(1), 70–76. <https://doi.org/10.46799/ar.v7i1.183>
- Nayak, S., Rath, P., Panda, S., Mishra, B., Mishra, R., & Biswal, S. (2021). Etiopathological and hematobiochemical profiles in goats with gastrointestinal disorders. *Veterinary World*, 14(7), 1760–1766. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.1760-1766>
- Nofrianil, N., & Ibnušina, F. (2021). Efektivitas pupuk organik cair limbah ternak ayam metode brewing pada budidaya kacang tanah. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 4(1), 34–41. <https://doi.org/10.37637/ab.v0i0.620>
- Prihartini, I., Minarsi, A., Baskoro, S. E., Juansa, A., Sutawi, S., Gustina, G., & Anitasari, M. (2025). *Ekonomi sirkular: Konsep, teori, dan penerapan*. Star Digital Publishing.
- Rahayu, P., & Haryuni, N. (2024). Stud goat maintenance system at PT. Gombek Boer Indonesia. *Bestindo of Animal Science*, 1(1), 11–19.
- Saputra, F. T., & Hadi, H. S. (2025). Rancang bangun sistem informasi penerimaan bahan baku pabrik PT. Batang Hari Barisan. *Jurnal Manajemen Teknologi Informatika*, 3(2), 110–120. <https://doi.org/10.70038/jentik.v3i2.143>
- Setiyowati, P., & Ramadani, A. (2023). Pengolahan limbah kotoran kambing dan penambahan agen hayati menjadi pupuk kompos di Desa Solokuro, Kabupaten Lamongan. *Indonesia Berdaya*, 4(2), 613–622. <https://doi.org/10.47679/ib.2023464>
- Supriyono, S., & Bahrudin, U. (2024). Pengembangan smart village melalui digitalisasi dan pemberdayaan masyarakat Kota Batu menggunakan metode participatory action research. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Sistem Informasi* (Vol. 4, No. 1, pp. 504–516).
- Syamsi, A. N., Ciptadi, G., Kusrianty, N., Utami, P., Ardila, Y. N. N., Pinandita, E. P., & Sjoifjan, O. (2024). *Livestock smart farming: Peluang dan tantangan di Indonesia*. Universitas Brawijaya Press.

Syukur, A., & Suharno, B. (2014). *Bisnis pembibitan kambing*. Penebar Swadaya Grup.

Wang, J., Zhang, S., & Zhang, L. (2023). Intelligent hog farming adoption choices using the unified theory of acceptance and use of technology model: Perspectives from China's new agricultural managers. *Agriculture*, *13*(11), Article 2067. <https://doi.org/10.3390/agriculture13112067>