p-ISSN: 2598-1218
e-ISSN: 2598-1226
Volume 9 Nomor 11 Tahun 2026
DOI : 10.31604/jpm.v9i11.4753-4760

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PETANI KOPI MELALUI IMPLEMENTASI ROVER IOT BERBASIS AI AGENT LOKAL UNTUK MENDUKUNG PERTANIAN PRESISI DI DESA NGARIP ULUBELU

Aryanto, Dikpride Despa, Resty Annisa, I Gede Boy Darmawan, Ahmad Yonanda, Enzo Hafeezd Islamy, Indah Rahmat Dani, Bayu Dwi Setiawan

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia
aryanto@eng.unila.ac.id

Abstract

This community service program aimed to strengthen the capacity and productivity of coffee farmers in Ngarip Village, Ulubelu, through an offline-first precision agriculture system based on an Internet of Things (IoT) rover and a local AI agent. The intervention integrated a tracked rover, soil-moisture, temperature and pH sensors, an OV5647 camera, GPS, Raspberry Pi 5, local YOLOv8 inference, and QR-based offline blockchain records. The implementation followed a participatory action approach consisting of needs identification, system design and testing, farmer training and field trials, and monitoring, evaluation, and mentoring. Thirty farmers were targeted, while 25 active farmers from two farmer groups were recorded in the final evaluation. The program increased the mean farmer-understanding score from 54.2 to 85.6. QR-based digital recording reached 84% adoption. Field monitoring reduced problem-identification time from approximately three days to three hours per 10 ha. The local AI agent achieved a reported early-symptom detection accuracy of 91.2%, while rover navigation performance reached 83.64%. Input-use efficiency improved by 38%, and reported coffee productivity increased from 0.78 to 1.02 ton/ha. The results indicate that local processing can make precision-agriculture services more practical in areas with unstable connectivity while simultaneously improving digital literacy and farm-record traceability. Further evaluation with individual-level data and a longer observation period is required to establish causal productivity effects.

Keywords: local AI agent, IoT, precision agriculture, robusta coffee, rover.

Abstrak

Program pengabdian ini bertujuan meningkatkan kapasitas dan produktivitas petani kopi di Desa Ngarip, Ulubelu, melalui sistem pertanian presisi berprinsip offline-first yang memadukan rover Internet of Things (IoT) dan agen AI lokal. Intervensi mengintegrasikan rover berantai, sensor kelembapan tanah, suhu, dan pH, kamera OV5647, GPS, Raspberry Pi 5, inferensi YOLOv8 secara lokal, serta pencatatan QR berbasis blockchain offline. Pelaksanaan menggunakan pendekatan aksi partisipatif melalui identifikasi kebutuhan, perancangan dan pengujian sistem, pelatihan serta uji lapangan, kemudian monitoring, evaluasi, dan pendampingan. Pelatihan menargetkan 30 petani, sedangkan evaluasi akhir mencatat 25 petani aktif dari dua kelompok tani. Hasil menunjukkan skor pemahaman petani meningkat dari 54,2 menjadi 85,6. Adopsi pencatatan digital berbasis QR mencapai 84%. Waktu identifikasi masalah tanaman berkurang dari sekitar tiga hari menjadi tiga jam per 10 ha. Agen AI lokal mencatat akurasi deteksi awal gejala 91,2%, sedangkan kinerja navigasi rover mencapai 83,64%. Efisiensi penggunaan input budidaya meningkat 38%, dan produktivitas kopi yang dilaporkan naik dari 0,78 menjadi 1,02 ton/ha. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pemrosesan lokal dapat membuat layanan pertanian presisi lebih operasional pada wilayah dengan konektivitas tidak stabil sekaligus memperkuat literasi digital dan ketertelusuran catatan budidaya. Evaluasi lanjutan dengan data individual dan periode pengamatan lebih panjang diperlukan untuk memastikan pengaruh kausal terhadap produktivitas.

Keywords: agen AI lokal, IoT, kopi robusta, pertanian presisi, rover.

PENDAHULUAN

Transformasi digital pertanian berkembang dari sekadar penggunaan perangkat sensor menuju integrasi pemantauan, analisis, dan pengambilan keputusan berbasis data. Internet of Things (IoT) memungkinkan parameter lingkungan dan kondisi lahan direkam secara berkala, sedangkan kecerdasan artifisial dapat mengubah data tersebut menjadi informasi operasional bagi petani. Pada pertanian rakyat, manfaat teknologi ini sangat relevan karena keputusan penyiraman, pemupukan, dan pengendalian gangguan tanaman umumnya harus dibuat dengan sumber daya terbatas. Namun, keterbatasan infrastruktur komunikasi, biaya perangkat, keterampilan digital, serta ketergantungan pada komputasi awan masih menjadi hambatan penerapan IoT pada petani skala kecil (Antony et al., 2020; Dhal et al., 2024).

Desa Ngarip di Kecamatan Ulubelu merupakan wilayah yang kegiatan ekonominya berkaitan erat dengan komoditas kopi. Pengabdian terdahulu di desa yang sama juga menempatkan kopi sebagai komoditas utama masyarakat dan menekankan pentingnya penguatan kapasitas petani melalui pemanfaatan potensi lokal (Maulana et al., 2024). Berdasarkan identifikasi awal program ini, produktivitas kopi mitra berada pada kisaran 600–800 kg/ha/tahun. Pemantauan kondisi tanah belum dilakukan secara terukur, identifikasi hama dan penyakit masih mengandalkan pengamatan manual, konektivitas internet tidak selalu stabil, dan kemampuan penggunaan teknologi digital antarpetani bervariasi. Kondisi tersebut menyebabkan respon terhadap masalah tanaman cenderung lambat dan pencatatan kegiatan budidaya belum tersusun sebagai data yang mudah dilacak.

Pemanfaatan IoT dalam pertanian presisi menawarkan kemampuan untuk mengukur kelembapan tanah, suhu, pH, dan parameter lain yang berkaitan dengan keputusan budidaya. Integrasi sensor dan analitik dapat meningkatkan ketepatan intervensi serta efisiensi sumber daya (Alahmad et al., 2023). Pada konteks petani kopi, Wahjusaputri et al. (2023) menunjukkan bahwa pelatihan dan pendampingan alat pemantau berbasis IoT dapat meningkatkan pengetahuan petani dalam mendigitalisasi pengukuran kebun. Kegiatan pengabdian di Lampung juga menunjukkan bahwa instalasi perangkat smart farming berbasis IoT dapat meningkatkan kesiapan kelompok tani dalam menggunakan data lapangan untuk pengambilan keputusan (Mat Akin et al., 2026; Helina et al., 2026).

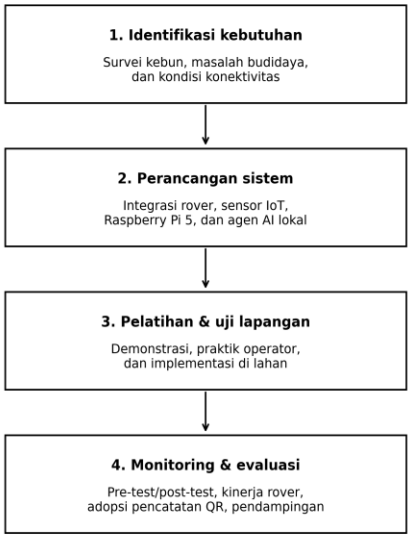
Meskipun demikian, sebagian sistem pemantauan pertanian masih mengasumsikan tersedianya jaringan internet untuk mengirimkan data ke server. Pada daerah dengan blank spot atau koneksi tidak stabil, arsitektur tersebut berpotensi menurunkan kontinuitas layanan. Program ini karena itu menggunakan pendekatan offline-first: data sensor dan citra dianalisis pada komputer mini di rover sehingga fungsi dasar tetap berjalan tanpa koneksi internet. Model YOLOv8 dipilih sebagai komponen deteksi visual karena keluarga model tersebut telah banyak dikembangkan untuk deteksi penyakit tanaman dan dapat dioptimalkan untuk skenario komputasi ringan (Wang & Liu, 2024). Pencatatan kegiatan budidaya dilengkapi QR dan

rantai data lokal berbasis blockchain. Blockchain pada rantai pasok pertanian dikenal bermanfaat untuk menjaga integritas dan ketertelusuran catatan, meskipun keberhasilan implementasinya tetap bergantung pada kesederhanaan proses dan partisipasi pengguna (Lv et al., 2023; Bosona & Gebresenbet, 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian ini bertujuan menerapkan rover IoT berbasis agen AI lokal untuk mempercepat pemantauan kebun kopi, meningkatkan kapasitas petani dalam penggunaan teknologi pertanian presisi, memperbaiki pencatatan budidaya, serta mengevaluasi perubahan indikator teknis dan produktivitas yang tercatat selama program. Kebaruan implementatif program terletak pada penyatuan mobilitas rover, sensor IoT, inferensi AI lokal, dan pencatatan QR blockchain offline dalam satu skema pemberdayaan yang dirancang untuk tetap berfungsi pada lingkungan dengan akses internet terbatas.

METODE

Kegiatan dilaksanakan di Desa Ngarip, Kecamatan Ulubelu, Kabupaten Tanggamus, Lampung pada tahun 2026. Pendekatan yang digunakan adalah aksi partisipatif berbasis komunitas, yaitu tim pengabdian dan petani terlibat sejak identifikasi masalah, penyiapan perangkat, uji lapangan, sampai evaluasi. Rencana pelatihan menargetkan 30 petani. Pada rekap hasil akhir yang digunakan dalam artikel ini, terdapat 25 petani aktif dari dua kelompok tani yang tercatat mengikuti rangkaian implementasi dan evaluasi.



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian

Perangkat utama berupa rover berantai yang membawa Raspberry Pi 5 sebagai unit komputasi lokal. Sensor yang digunakan mencakup sensor kelembapan tanah, suhu, dan pH, sedangkan kamera OV5647 digunakan untuk akuisisi citra tanaman dan GPS digunakan untuk informasi posisi. Agen AI lokal menjalankan model YOLOv8 pada perangkat komputasi di lapangan sehingga proses deteksi awal gejala tanaman tidak bergantung pada akses internet. Data kegiatan budidaya dicatat melalui identitas QR dan disimpan dalam rantai pencatatan lokal berbasis blockchain offline. Arsitektur ini dirancang untuk mempertahankan fungsi inti pemantauan dan pencatatan ketika jaringan internet tidak tersedia.

Pelaksanaan terdiri atas empat tahap. Tahap pertama adalah identifikasi kebutuhan melalui observasi dan survei kebun untuk memetakan masalah pemantauan, deteksi gangguan tanaman, praktik input budidaya, serta kondisi konektivitas. Tahap kedua adalah perancangan dan pengujian rover

IoT beserta agen AI lokal. Tahap ketiga berupa pelatihan dan uji lapangan yang mencakup pengenalan fungsi sensor, pengoperasian rover, interpretasi hasil deteksi, serta praktik pencatatan QR. Tahap keempat meliputi monitoring, evaluasi, dan pendampingan agar petani dapat menggunakan sistem secara mandiri.

Evaluasi program menggunakan indikator pengetahuan dan indikator teknis. Pemahaman petani diukur menggunakan skor pre-test dan post-test pada skala 0–100. Indikator teknis yang direkap meliputi tingkat adopsi pencatatan digital berbasis QR, waktu identifikasi masalah tanaman pada luasan 10 ha, akurasi deteksi awal gejala oleh agen AI lokal, kinerja navigasi rover, efisiensi penggunaan input budidaya, dan produktivitas kopi. Analisis dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan nilai sebelum dan sesudah program. Karena data mikro setiap responden, kelompok kontrol, serta rincian ulangan pengujian teknis tidak tersedia pada rekap akhir yang menjadi sumber artikel, analisis tidak menggunakan uji signifikansi inferensial dan hasil produktivitas tidak diinterpretasikan sebagai hubungan sebab-akibat tunggal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Rover dan Agen AI Lokal

Implementasi lapangan menghasilkan sistem pemantauan yang dapat bekerja secara lokal. Sensor pada rover digunakan untuk memperoleh informasi kondisi lahan, sementara kamera menyediakan citra bagi agen AI. Pemrosesan di Raspberry Pi 5 membuat fungsi deteksi tidak harus menunggu koneksi ke server. Karakter ini penting untuk kondisi kebun yang memiliki keterbatasan akses internet, karena petani tetap dapat memperoleh informasi dasar di lokasi dan kemudian menyinkronkanatau mendokumentasikan hasil ketika diperlukan.



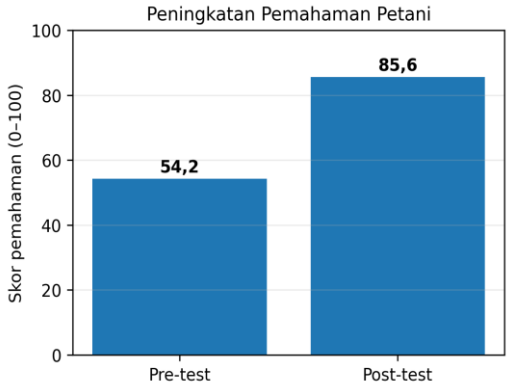
Gambar 2. Rover IoT yang digunakan untuk pemantauan kebun kopi

Rekap kinerja menunjukkan akurasi deteksi awal gejala daun oleh agen AI lokal sebesar 91,2%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model dapat digunakan sebagai alat bantu penyaringan awal, bukan pengganti diagnosis agronomis. Kinerja navigasi rover tercatat 83,64%, sehingga masih terdapat ruang perbaikan pada kestabilan lintasan, penentuan titik tujuan, dan penyesuaian terhadap kondisi medan kebun. Penggunaan pemrosesan lokal sejalan dengan kebutuhan sistem pertanian digital yang efisien dan toleran terhadap keterbatasan jaringan (Dhal et al., 2024). Di sisi lain, hasil penelitian deteksi penyakit tanaman menunjukkan bahwa YOLOv8 dapat diadaptasi untuk kondisi lapangan dengan pengembangan arsitektur yang menekankan ketelitian dan efisiensi komputasi (Wang & Liu, 2024).

Peningkatan Pemahaman dan Adopsi Pencatatan Digital

Skor rata-rata pemahaman petani meningkat dari 54,2 pada pre-test menjadi 85,6 pada post-test. Dengan demikian, terjadi kenaikan 31,4 poin

atau sekitar 57,9% dibandingkan skor awal. Peningkatan ini memperlihatkan bahwa demonstrasi langsung dan praktik pengoperasian perangkat membantu petani menghubungkan konsep pertanian presisi dengan kegiatan budidaya yang mereka lakukan sehari-hari. Temuan ini konsisten dengan pengabdian Wahjusaputri et al. (2023), yang melaporkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani kopi setelah pelatihan perangkat pemantau IoT.



Gambar 3. Perubahan skor pemahaman petani sebelum dan sesudah kegiatan

Adopsi pencatatan digital berbasis QR mencapai 84%. Pencatatan QR digunakan untuk memberi identitas pada aktivitas atau data budidaya sehingga riwayat dapat diperiksa kembali. Dalam konteks pengabdian, nilai utama pendekatan ini bukan kompleksitas teknis blockchain, tetapi tersedianya jejak pencatatan yang lebih konsisten dan sulit diubah secara sepihak. Literatur blockchain pertanian juga menempatkan integritas, transparansi, dan ketertelusuran sebagai manfaat utama, sambil menekankan perlunya desain yang sederhana agar dapat diterima pengguna lapangan (Lv et al., 2023; Bosona & Gebresenbet, 2023).



Gambar 4. Tim pengabdian dan peserta kegiatan di Desa Ngarip, Ulubelu

Efisiensi Pemantauan dan Input Budidaya

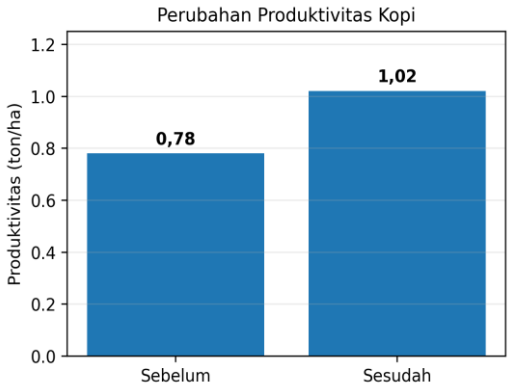
Sebelum implementasi, identifikasi masalah tanaman dilaporkan memerlukan sekitar tiga hari. Setelah rover dan agen AI digunakan, waktu identifikasi menjadi sekitar tiga jam untuk cakupan 10 ha. Jika tiga hari disetarakan dengan 72 jam, pengurangan waktu yang tercatat mencapai sekitar 95,8%. Perubahan ini terutama berasal dari mobilisasi sensor dan kamera ke area kebun serta tersedianya pemrosesan citra secara lokal. Dengan demikian, petani memperoleh informasi awal lebih cepat dan dapat memprioritaskan lokasi yang perlu diperiksa secara langsung.

Efisiensi penggunaan input budidaya tercatat sebesar 38%. Data rinci volume pupuk, air, atau bahan pengendali sebelum dan sesudah kegiatan tidak tersedia pada rekap akhir, sehingga angka tersebut diperlakukan sebagai indikator program dan belum dapat diurai menurut jenis input. Meskipun demikian, arah perubahan tersebut sesuai dengan konsep pertanian presisi, yaitu menggunakan data lapangan untuk membuat intervensi lebih terarah. Kajian Alahmad et al. (2023) menunjukkan bahwa kombinasi sensor IoT dan analitik dapat membantu keputusan spesifik lokasi dan menekan

ketidakefisienan penggunaan sumber daya.

Perubahan Produktivitas Kopi

Produktivitas kopi yang tercatat pada rekap hasil meningkat dari 0,78 ton/ha menjadi 1,02 ton/ha. Selisihnya sebesar 0,24 ton/ha, atau sekitar 30,8% dibandingkan nilai awal. Peningkatan tersebut secara praktis penting karena berada pada arah yang sama dengan tujuan program untuk memperbaiki keputusan budidaya melalui pemantauan yang lebih cepat dan terukur.



Gambar 5. Produktivitas kopi yang tercatat sebelum dan sesudah implementasi

Namun, produktivitas merupakan keluaran yang dipengaruhi banyak faktor, antara lain umur tanaman, cuaca, kesuburan tanah, pemupukan, pengendalian organisme pengganggu, dan manajemen panen. Artikel ini tidak memiliki kelompok kontrol dan data longitudinal individual yang memadai untuk memisahkan kontribusi setiap faktor. Oleh karena itu, peningkatan 0,78 menjadi 1,02 ton/ha diposisikan sebagai perubahan yang tercatat selama periode implementasi, bukan bukti bahwa seluruh peningkatan disebabkan oleh rover. Pembatasan interpretasi ini penting agar keberhasilan teknologi tidak dilebih-lebihkan dan menjadi dasar desain evaluasi lanjutan.

Tabel 1. Ringkasan indikator capaian pengabdian

Indikator Capaian	Hasil
Peserta aktif	25 petani dari 2 kelompok tani
Skor pemahaman petani	54,2 → 85,6
Adopsi pencatatan QR	84%
Waktu identifikasi masalah tanaman	3 hari → 3 jam per 10 ha
Akurasi deteksi awal gejala	91,2%
Kinerja navigasi rover	83,64%
Efisiensi penggunaan input	38%
Produktivitas kopi	0,78 → 1,02 ton/ha

Pembahasan Integratif dan Implikasi Pemberdayaan

Hasil program memperlihatkan bahwa keberhasilan adopsi teknologi tidak hanya bergantung pada akurasi sensor atau model AI. Peningkatan skor pemahaman, tingginya adopsi QR, dan berkurangnya waktu identifikasi menunjukkan adanya interaksi antara teknologi, pelatihan, dan pendampingan. Pengabdian smart farming di Lampung yang mengintegrasikan sensor IoT juga menunjukkan bahwa pelatihan dan keterlibatan kelompok tani merupakan komponen penting untuk meningkatkan kesiapan adopsi teknologi (Mat Akin et al., 2026; Helina et al., 2026). Dengan demikian, desain teknologi yang sesuai konteks perlu berjalan bersama proses pembelajaran pengguna.

Prinsip offline-first menjadi komponen penting pada lokasi dengan konektivitas tidak stabil. Dalam rancangan ini, internet bukan prasyarat untuk melakukan pengukuran dan inferensi dasar. Pendekatan tersebut dapat menurunkan risiko berhentinya layanan saat jaringan hilang, sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap transfer data terus-menerus. Bagi petani, manfaat langsungnya adalah keputusan awal dapat dibuat di kebun. Bagi pengelola program, catatan QR memberi struktur data yang dapat

dikembangkan menjadi riwayat budidaya, pelacakan intervensi, dan dokumentasi mutu hasil.

Program masih memiliki keterbatasan. Pertama, jumlah peserta aktif yang tercatat pada evaluasi akhir adalah 25 orang, lebih rendah dari target pelatihan 30 orang. Kedua, data individual pre-test dan post-test tidak tersedia sehingga variasi antarpeserta dan signifikansi perubahan tidak dapat dihitung. Ketiga, angka kinerja teknis disajikan sebagai rekap program tanpa rincian jumlah percobaan dan kondisi uji. Keempat, periode pengamatan produktivitas perlu diperpanjang setidaknya satu siklus budidaya penuh dan dibandingkan dengan petak kontrol atau data historis yang konsisten. Evaluasi berikutnya sebaiknya menambahkan log otomatis rover, matriks konfusi model AI, error posisi, konsumsi energi, data input per hektare, serta catatan hasil panen per petak agar dampak teknologi dapat dianalisis lebih kuat.

SIMPULAN

Implementasi rover IoT berbasis agen AI lokal di Desa Ngarip menunjukkan potensi nyata untuk mendukung pertanian presisi pada wilayah dengan konektivitas internet terbatas. Sistem memadukan sensor lingkungan, kamera, pemrosesan YOLOv8 secara lokal, navigasi rover, dan pencatatan QR blockchain offline. Evaluasi program mencatat peningkatan skor pemahaman petani dari 54,2 menjadi 85,6, adopsi pencatatan QR sebesar 84%, pengurangan waktu identifikasi masalah dari sekitar tiga hari menjadi tiga jam per 10 ha, akurasi deteksi awal gejala 91,2%, kinerja navigasi 83,64%, dan efisiensi input 38%. Produktivitas yang tercatat meningkat dari 0,78 menjadi 1,02 ton/ha. Hasil tersebut mendukung kelayakan model pemberdayaan berbasis teknologi lokal dan pendampingan. Meskipun demikian, evaluasi selanjutnya perlu menggunakan data individual, ulangan teknis yang terdokumentasi, periode pengamatan lebih panjang, dan kelompok pembanding agar pengaruh teknologi terhadap produktivitas dapat dinilai secara lebih kuat dan terukur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Universitas Lampung dengan Nomor Kontrak Pengabdian Kepada Masyarakat Unggulan: 749/UN26.21/PM/2026, Pemerintah Desa Ngarip, kelompok tani kopi di Ulubelu, para petani peserta, serta seluruh pihak yang mendukung pelaksanaan pelatihan, uji lapangan, monitoring, dan evaluasi kegiatan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alahmad, T., Neményi, M., dan Nyéki, A. 2023. Applying IoT Sensors and Big Data to Improve Precision Crop Production: A Review. Agronomy. Vol. 13 No. 10. Artikel 2603. https://doi.org/10.3390/agronomy13102603.

Antony, A. P., Leith, K., Jolley, C., Lu, J., dan Sweeney, D. J. 2020. A Review of Practice and Implementation of the Internet of Things (IoT) for Smallholder Agriculture. Sustainability. Vol. 12 No. 9. Artikel 3750. https://doi.org/10.3390/su12093750.

Bosona, T. dan Gebresenbet, G. 2023. The Role of Blockchain

Technology in Promoting Traceability Systems in Agri-Food Production and Supply Chains. Sensors. Vol. 23 No. 11. Artikel 5342. https://doi.org/10.3390/s23115342.

Dhal, S., Wyatt, B. M., Mahanta, S., Bhattarai, N., Sharma, S., Rout, T., Saud, P., dan Acharya, B. S. 2024. Internet of Things (IoT) in Digital Agriculture: An Overview. Agronomy Journal. Vol. 116 No. 3. Hal. 1144–1163. https://doi.org/10.1002/agj2.21385.

FAO. 2022. FAO Supports Indonesia Rural Transformation through Digitalization. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Indonesia.

Helina, S., Ivayani, I., Lestari, P., Dewi, N. K. E. S., Lukvitasari, L., dan Putri, R. A. 2026. Produksi Trichoderma sebagai Biopestisida Terintegrasi IoT dalam Sistem Smart Farming untuk Budidaya Padi Bebas Pestisida di PP Gapsera, Lampung Tengah. Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat. Vol. 9 No. 6. Hal. 2368–2374. https://doi.org/10.31604/jpm.v9i6.2368-2374.

Lv, G., Song, C., Xu, P., Qi, Z., Song, H., dan Liu, Y. 2023. Blockchain-Based Traceability for Agricultural Products: A Systematic Literature Review. Agriculture. Vol. 13 No. 9. Artikel 1757. https://doi.org/10.3390/agriculture13091757.

Maulana, F. R., Reswita, R., Bahri, S., Faris, A., Mushlih, M. H., Ansori, A., Chaknur, B., dan Alvina, J. 2024. Bioconversion of Coffee Fruit Bark Waste into Commercially Valued, Healthy, and High-Quality Compost Fertilizer as a Solution for Community Economic Independence and Environmental Sustainability. Altifani Journal: International Journal of Community Engagement. Vol. 4 No. 2. Hal. 197–205. https://doi.org/10.32502/altifani.v4i2.7951.

Mat Akin, H., Helina, S., Surnayanti, S., Lukvitasari, L., dan Dewi, N. K. E. S. 2026. Revitalisasi Pertanian Padi dan Bawang dengan Inovasi Teknologi Presisi Bersama Kelompok Petani Muda Tani Makmur Bersama di Lampung Tengah. Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat. Vol. 9 No. 6. Hal. 2361–2367. https://doi.org/10.31604/jpm.v9i6.2361-2367.

Wahjusaputri, S., Bunyamin, B., Johan, J., Nastiti, T. I., Setiawan, R., dan Sukmawati, W. 2023. Pelatihan dan Pendampingan Alat Pemantau Kopi Otomatis IoT Petani Desa Gunungmanik Jawa Barat. Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat. Vol. 6 No. 9. Hal. 3388–3396. https://doi.org/10.31604/jpm.v6i9.3388-3396.

Wang, X. dan Liu, J. 2024. Vegetable Disease Detection Using an Improved YOLOv8 Algorithm in the Greenhouse Plant Environment. Scientific Reports. Vol. 14. Artikel 4261. https://doi.org/10.1038/s41598-024-54540-9.