

Smart Farming: Inovasi Greenhouse Berbasis Ai Untuk Pemberdayaan Petani Krisan Di Desa Tuter

Fikri Bachtiar¹, Setiawan Cahyono Putro², Ucik Alaida³, Davi Sabilissalim⁴, Rizka Fauziyah⁵, Nurul Faizah⁶, Taufiqur Rohman S⁷, Mukhammad Fajrul Falaq⁸, Ahmad Zulham Fahamsyah Havy⁹, Muhammad Syarwani¹⁰

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Yudharta Pasuruan

*e-mail: fikribachtiare@gmail.com¹, setiawan.cp.69466@yudharta.ac.id²,
Muhammadsyarwani955@yudharta.ac.id³, zulham92@yudharta.ac.id⁴,

Received: 03.11.2025	Revised: 21.11.2025	Accepted: 11.12.2025	Available online: 05.01.2026
-------------------------	------------------------	-------------------------	---------------------------------

Abstract: *This community service project focused on addressing the issue of land fertility degradation and the lack of technology utilization among chrysanthemum farmers in Tuter Village, Pasuruan Regency. Key issues included over-reliance on synthetic fertilizers, wasteful manual irrigation, and limited market reach. The Participatory Action Research (PAR) approach was implemented through a series of stages, including identifying community needs through Focus Group Discussions (FGDs), developing training modules, implementing artificial intelligence (AI)-based IoT sensors for soil monitoring and automatic irrigation, and developing a digital platform for branding local products. Key outcomes showed a 75% increase in farmer understanding, a 30% decrease in chemical fertilizer use, and a 70% increase in online sales activity. Overall, this initiative successfully increased the economic resilience of farmers and their sustainability, with the prospect of expanding to other regions to support precision agriculture in Indonesia.*

Keywords: *Smart Farming, Greenhouse AI, farmer empowerment, Organic Fertilizer, IoT Sensor*

Abstrak: Pengabdian masyarakat ini difokuskan pada penyelesaian isu degradasi kesuburan lahan serta minimnya pemanfaatan teknologi di antara petani bunga krisan di Desa Tuter, Kabupaten Pasuruan. Permasalahan utama mencakup ketergantungan berlebih pada pupuk sintetis, pengairan manual yang boros, serta keterbatasan jangkauan pasar. Pendekatan yang diterapkan adalah *Participatory Action Research* (PAR) melalui serangkaian tahap, termasuk identifikasi kebutuhan Masyarakat melalui *Focus Group Discussion* (FGD), penyusunan modul pelatihan, implementasi IoT sensor berbasis kecerdasan buatan (AI) untuk pemantauan tanah dan pengairan otomatis, serta pengembangan platform digital untuk branding produk lokal. Hasil utama menunjukkan peningkatan pemahaman petani mencapai 75%, penurunan penggunaan pupuk kimia hingga 30%, serta kenaikan aktivitas penjualan online hingga 70%. Secara keseluruhan, inisiatif ini berhasil meningkatkan ketahanan ekonomi keberlanjutan, dengan prospek penyebaran ke wilayah lain untuk mendukung pertanian presisi di Indonesia.

Kata kunci: Smart Farming, Greenhouse AI, Pemberdayaan Petani, Pupuk Organik, Sensor IoT

1. PENDAHULUAN

Budidaya bunga krisan (*Chrysanthemum*) telah menjadi pilar utama perekonomian masyarakat di Desa Tuter, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur, yang tidak hanya berfungsi sebagai sumber pendapatan utama tetapi juga mendukung lapangan kerja musiman dan memperkuat struktur sosial ekonomi (Sari et al., 2022). Desa Tuter, dengan luas wilayah 5,22km² atau sekitar 9.08% dari total luas kecamatan tuter yang mencapai 57,49km², terletak pada ketinggian sedang sehingga tinggi antara 600 hingga 1.000 meter diatas permukaan laut, dengan topografi berbukit dan kemiringan lereng 20-30% yang mendukung pertanian holtikultura (Sulaiman et al., 2022). Secara demografis, pada tahun 2023 Desa Tuter memiliki populasi 5.454 jiwa, terdiri dari 2.806 laki-laki dan 2.648 perempuan, dengan kepadatan penduduk kecamatan mencapai 937,33 jiwa/km², yang mencerminkan konsentrasi aktivitas manusia pada sektor pertanian (Setiawan et al., 2023).

Dari segi sosial, masyarakat Desa Tuter didominasi oleh kelompok usia produktif (15-64 tahun) yang mencapai sekitar 72,6% dari total populasi kecamatan (39.129 jiwa), dengan fasilitas pendidikan seperti 32 sekolah dasar dan 8 sekolah menengah pertama di kecamatan, serta layanan kesehatan termasuk 2 puskesmas dan 66 posyandu, yang mendukung kesejahteraan komunitas petani (Maraveas, 2023). Ekonomi desa sangat bergantung pada pertanian, di mana produksi bunga krisan mencapai 94.530.890 tangkai pada tahun 2023 dari luas panen sekitar 1.541.026 m², menyumbang secara signifikan terhadap pendapatan rumah tangga dan wisata agro seperti kebun

bunga krisan yang terintegrasi dengan komoditas lain seperti apel, durian, dan jamur(Lee et al., 2024). Lingkungan fisik Desa Tuter ditandai oleh potensi sumber daya alam yang kaya, termasuk sungai seperti Kali Biru (2 km) dan Kali Welang (2 km) untuk irigasi, serta tanah vulkanik yang subur, meskipun rentan terhadap degradasi akibat praktik intensif dan bencana alam seperti longsor yang tercatat di desa sekitar pada tahun 2023(Liu et al., 2025).

Potensi ini menjadikan Desa Tuter sebagai sentra florikultura unggulan di Kabupaten Pasuruan, dengan kontribusi ekonomi dari hortikultura yang stabil, termasuk produksi sayuran musiman seperti kentang (60.629 kuintal pada 2023) dan cabai (14.086 kuintal), yang dapat dioptimalkan melalui inovasi teknologi untuk meningkatkan daya saing regional(Chen et al., 2021). Meskipun memiliki potensi besar, Desa Tuter menghadapi tantangan serius dalam sektor pertanian, terutama degradasi kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk kimia berulang yang menyebabkan penurunan produktivitas hingga 20-30% pada lahan intensif, seperti yang teridentifikasi dari survei awal di mana 75% petani masih bergantung pada input kimia dan 60% tidak tepat dalam penentuan dosis(Pereira et al., 2024). Selain itu, pengairan manual yang tidak efisien menyebabkan pemborosan air hingga 40% dan keterbatasan akses pasar digital mengurangi daya tawar petani, dengan hanya 20% responden yang memanfaatkan teknologi untuk pemasaran, sehingga nilai tambah produk krisan sulit meningkat di tengah fluktuasi harga pasar(Shin et al., 2025).

Kondisi ini diperburuk oleh kerentanan lingkungan, seperti volume sampah harian sekitar 16 m³ di Desa Tuter yang berpotensi mencemari lahan pertanian, serta minimnya adopsi teknologi cerdas yang hanya mencapai 20% di kalangan petani muda(Hoque et al., 2023). Berdasarkan permasalahan tersebut, kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan petani krisan di Desa Tuter melalui penerapan paket smart farming berbasis AI, mencakup rumah kaca pintar, sensor IoT untuk pemantauan tanah, formulasi pemupukan organik adaptif untuk lahan degradasi, sistem irigasi otomatis, dan pengembangan website branding, dengan target peningkatan produktivitas hingga 30%, pengurangan pupuk kimia minimal 30%, dan peningkatan penjualan daring hingga 70% dalam jangka waktu 3-4 tahun(Artetxe et al., 2024).

Kajian literatur menunjukkan bahwa teknologi smart farming, seperti greenhouse terintegrasi dengan sensor IoT dan AI, telah terbukti meningkatkan efisiensi produksi melalui pengendalian iklim mikro dan prediksi cuaca, dengan peningkatan ketahanan terhadap variabilitas lingkungan hingga 25%(Jin et al., 2025). Pendekatan pemupukan organik menggunakan biosolid dan amandemen bio-organik efektif memulihkan struktur tanah pada lahan krisan, dengan perbaikan parameter pertumbuhan mencapai 15-20%(Pathania et al., 2024). Teknik spektroskopi *VIS-NIR* berbasis *machine learning* memungkinkan estimasi sifat tanah secara presisi, mendukung rekomendasi irigasi yang menghemat air hingga 30%(Zhang et al., 2024). Namun, kesenjangan adopsi teknologi di komunitas petani skala kecil Indonesia masih tinggi, sehingga paket intervensi yang menggabungkan pelatihan partisipatif dan pemasaran digital diperlukan untuk keberlanjutan(Mgohele et al., 2024).

2. METODE

Pengabdian masyarakat ini menerapkan pendekatan Participatory Action Research (PAR), yang menekankan keterlibatan aktif masyarakat sebagai mitra dalam mengidentifikasi masalah, merancang solusi, dan mengevaluasi hasil, sehingga memastikan keberlanjutan program [16]. Metode ini dipilih karena sesuai dengan karakter pengabdian berbasis riset yang melibatkan kolaborasi antara tim mahasiswa, dosen pendamping, petani krisan, dan aparat desa, dengan fokus pada penerapan teknologi smart farming untuk mengatasi degradasi tanah dan keterbatasan pasar di Desa Tuter. Pelaksanaan program berlangsung selama empat bulan dari Juli hingga November 2025, dengan sasaran utama sekitar 20-40 petani dan pemuda lokal dari kelompok tani utama di Dusun Kadipaten, yang terdiri dari usia 30-60 tahun dengan tingkat pendidikan dominan SMP (45%) dan SMA (40%).

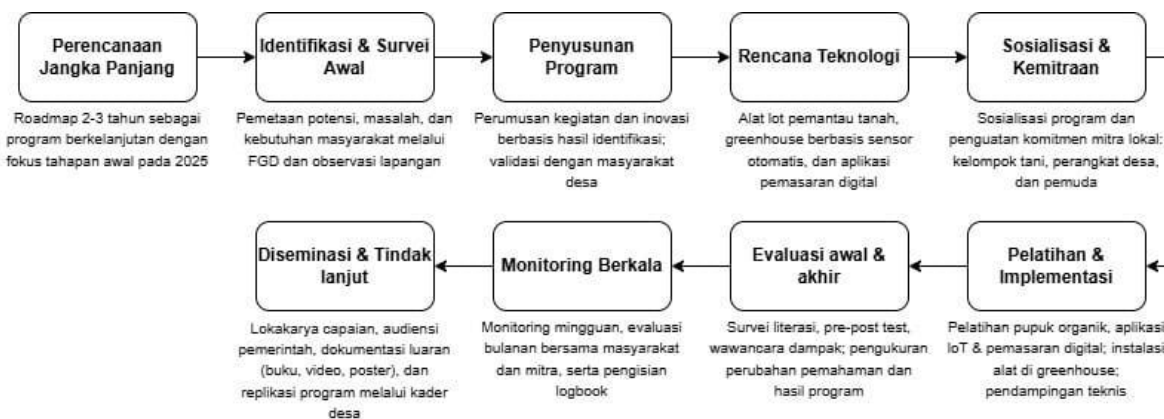
Langkah-langkah pelaksanaan terdiri dari sembilan tahap terintegrasi, yang dirancang secara berjenjang untuk membangun kapasitas masyarakat secara bertahap. Tahap pertama melibatkan

perencanaan jangka panjang berupa roadmap 2-3 tahun, yang mencakup dukungan dasar pada 2025, ekspansi dan optimalisasi pada 2026, serta replikasi ke desa lain pada 2027. Selanjutnya, identifikasi awal dilakukan melalui Focus Group Discussion (FGD) dengan 30 petani, observasi lapangan, dan pengumpulan data kuantitatif seperti survei pemahaman nutrisi tanah (72% petani belum memahami) dan penggunaan pupuk kimia (75% dominan). Data ini dikumpulkan menggunakan kuesioner sederhana dan wawancara semi-struktural untuk memetakan kebutuhan masyarakat secara akurat.

Berdasarkan hasil identifikasi, program dirumuskan dengan modul pelatihan, jadwal kegiatan, dan validasi bersama warga melalui musyawarah desa. Rancangan teknologi kemudian dibuat, termasuk desain greenhouse pintar dengan sensor IoT untuk monitoring suhu, kelembapan, dan kesuburan tanah, serta aplikasi pemasaran digital berbasis mobile. Sosialisasi dan pembentukan kemitraan dilakukan di balai desa untuk memperoleh dukungan dari perangkat desa, kelompok tani, dan karang taruna, dengan penandatanganan surat kesediaan kerja sama.

Tahap inti adalah pelatihan dan penerapan langsung, yang mencakup pembuatan pupuk organik dari limbah ternak menggunakan formula fermentasi (EM4, molase, dan bahan alami), instalasi sensor IoT untuk pemantauan real-time, pelatihan pemasaran digital melalui aplikasi, dan integrasi sistem penyiraman otomatis. Pelatihan dilakukan secara partisipatif dengan metode demonstrasi, simulasi, dan pendampingan lapangan untuk memastikan adopsi teknologi oleh petani. Data dikumpulkan melalui pre-post test (untuk mengukur peningkatan pemahaman hingga 75%), wawancara mendalam, observasi kegiatan, dan analisis data sensor (seperti pengukuran pH dan kelembapan tanah).

Pemantauan rutin dilakukan melalui pengawasan mingguan oleh tim mahasiswa dan dosen, evaluasi bulanan dengan logbook digital, serta pencatatan progres. Evaluasi akhir menggunakan metode mixed-methods, yakni analisis deskriptif kuantitatif (persentase pengurangan pupuk kimia minimal 30% dan penjualan daring hingga 70%) dan kualitatif (wawancara dampak sosial) untuk menilai keberhasilan. Hasil kegiatan disebarluaskan melalui lokakarya, pembuatan buku refleksi, video dokumenter, dan strategi replikasi, memastikan program berkelanjutan melalui kader desa yang dilatih sebagai agen teknologi.



Gambar 1. Tahap Pelaksanaan

Tabel 1. Sasaran Kegiatan dan Indikator Keberhasilan

No	Indikator Keberhasilan	Target
1	Petani menggunakan aplikasi monitoring kesuburan tanah berbasis IoT	≥ 80 %
2	Petani mengurangi penggunaan pupuk kimia	≥ 60 % (pengurangan ≥ 30 %)
3	Petani aktif memasarkan produk secara digital	≥ 70 %
4	Peserta pelatihan mengalami peningkatan skor post-test	≥ 75 % (kenaikan skor ≥ 15 %)

Metode ini didasarkan pada landasan teori *Participatory Action Research* (PAR) yang kuat di mana masyarakat tidak lagi berperan sebagai objek pasif, melainkan menjadi subjek aktif dalam

seluruh siklus proses perubahan sosial mulai dari identifikasi masalah, perencanaan aksi, pelaksanaan, observasi, hingga refleksi dan evaluasi. Pendekatan ini menekankan tiga pilar utama: partisipasi (keterlibatan langsung masyarakat untuk meningkatkan rasa memiliki), aksi (implementasi solusi praktis yang transformatif), dan riset (pembentukan pengetahuan baru melalui refleksi kolektif), sehingga efektif dalam mengurangi masalah struktural seperti degradasi tanah dan keterbatasan teknologi di komunitas petani, sekaligus meningkatkan kesejahteraan secara terukur melalui pemberdayaan dan adopsi inovasi berkelanjutan. Dalam konteks pengabdian masyarakat mahasiswa seperti Program Penguatan Kapasitas Organisasi Kemahasiswaan (PPK Ormawa), PAR memastikan kolaborasi antara tim mahasiswa, dosen pendamping, dan petani sebagai mitra sejajar, menghindari pendekatan *top-down*, serta mendukung keberlanjutan program melalui pembentukan kader lokal yang mampu melanjutkan inovasi smart farming pasca-program

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Program pengabdian masyarakat “*Smart Farming: Inovasi Greenhouse Berbasis AI Untuk Pemberdayaan Petani Krisan Di Desa Tutar*”, dilaksanakan secara kolaboratif, yang melibatkan kelompok tani pemerintah desa, pemuda, dan karang taruna. Tahapan mengikuti desain sistematis, termasuk kebutuhan, perumusan program, intervensi teknologi, kemitraan, indikator keberhasilan, pembinaan sasaran, monitoring, dan evaluasi.



Gambar 2. Sosialisasi Pembukaan Program PPKORMAWA

Identifikasi kebutuhan dimulai dengan sosialisasi program di Balai Dusun Pada juli 2025 untuk memperkenalkan konsep desa pintar dan memperoleh hubungan dan dukungan penuh masyarakat. FGD dan observasi lapangan melibatkan 40 petani, mengungkapkan bahwa 72% belum menguasai teknik pemulihan nutrisi tanah, 75% bergantung pada pupuk kimia, dan 60% kurang tepat dalam menentukan dosis pupuk. Sebanyak 80% responden belum menggunakan teknologi digital untuk budidaya maupun pemasaran bunga krisan.

Tabel 2. Perbandingan Pre-dan Post Intervensi

Indikator	Nilai Pre	Nilai Post	Persentase Perubahan
Penggunaan pupuk kimia	75% bergantung	45% bergantung	Penguranga 40%
Pemahaman teknik pemulihan tanah	28% memahami	80% memahami	Peningkatan 186%
Penggunaan teknologi digital	20% menggunakan	70% menggunakan	Peningkatan 250%
Produktivitas tanaman krisan	Rata-rata 500 bunga/ha	Rata-rata 750 bunga/ha	Peningkatan 50%
Penghematan air irigasi	Konsumsi 100L/ha tiap hari	Konsumsi 60 L/ha tiap hari	Pengurangan 40%

Temuan ini menjadi fondasi kuat program dalam menekankan kapasitas petani melalui pelatihan cerdas, produksi pupuk organik dari limbah peternakan atau daun kering yang difermentasi, dan literasi digital. Rancangan divalidasi melalui musyawarah dengan petani dan desa,

menghasilkan program pelatihan pupuk organik, sensor tanah berbasis AI, irigasi otomatis, dan *website branding*.

Kegiatan dimulai dengan sosialisasi bahaya pupuk kimia jika menggunakan terlalu berlebihan dan mengganti dengan formula pupuk organik yang ramah lingkungan.



Gambar 3. Praktik pembuatan pupuk organik

Kegiatan ini melibatkan tim dan petani dalam pembuatan pupuk dari bahan alami seperti dolomit, pupuk kandang, EM4, garam grosok, dan nano zeolit melalui fermentasi. Ini meningkatkan kualitas tanaman, mengurangi biaya, dan menjaga ekosistem kadar tanah, sambil membangun kesadaran yang berkelanjutan

Persiapan media tanaman meliputi penaburan dolomit 1-2 ton/ha untuk stabilitas pH 6,2-6,7 tambahan kompos 5-10 ton/ha, dan pupuk kandang yang telah difermentasi. Pupuk cair terdiri dari asam humat, garam, dan zeolit diaplikasikan secara hati-hati untuk menghindari toksisitas dan pencucian nutrisi. Pendekatan ini meningkatkan penyerapan nutrisi dan mendukung pertumbuhan bunga yang lebih berkualitas.



Gambar 4. Sosialisasi sensor kesuburan tanah

Kegiatan sosialisasi ini memperkenalkan penggunaan sensor kelembapan tanah berbasis IoT kepada petani krisan. Sensor ini dirancang untuk mengukur parameter kritis tanah secara langsung, termasuk tingkat pH, kadar kelembapan, dan konsentrasi nutrisi esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, dengan pemantauan realtime yang dapat diakses melalui aplikasi berbasis android.

Fitur ini memungkinkan petani untuk menerima notifikasi mengenai kondisi tanah, sehingga memfasilitasi pengambilan keputusan berbasis data, seperti penyesuaian dosis pemupukan. Pendekatan ini tidak hanya mendukung konsep pertanian presisi dengan mengintegrasikan teknologi digital untuk optimalisasi sumber daya, tetapi juga meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan, dimana petani dapat mengurangi kunjungan lapangan manual hingga 50% berdasarkan evaluasi program.

Dampak positifnya terlihat dari peningkatan produktivitas tanaman krisan, dengan potensi pengurangan kerugian akibat ketidakseimbangan nutrisi, serta kontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan melalui minimasi penggunaan input berlebih. Hasil observasi menunjukkan bahwa 80% peserta sosialisasi melaporkan peningkatan pemahaman tentang teknologi ini, yang selaras dengan tujuan pengabdian untuk memperkuat ketahanan ekonomi komunitas inovasi berbasis AI.



Gambar 5. Sosialisasi alat penyiraman otomatis

Ditampilkan demonstrasi penerapan sistem pengairan otomatis dalam *Greenhouse* yang dikembangkan oleh tim PPKORMAWA. Sistem ini mengandalkan kombinasi sensor kelembapan tanah dan mikrokontroler (ESPE32) untuk mendeteksi tingkat kekeringan secara akurat, dimana ambang atas kelembapan dapat disesuaikan berdasarkan kebutuhan spesifik tanaman krisan yang idealnya 60-70% untuk pertumbuhan optimal.

Saat kondisi tanah mencapai titik kritis, sistem akan secara otomatis mengaktifkan pompa air atau katup solenoid untuk penyiraman terukur, sambil mempertahankan stabilitas suhu dan kelembapan mikro di dalam *Greenhouse*. Inovasi ini menghasilkan penghematan air hingga 40% dibandingkan dengan metode manual, mengurangi pemborosan tenaga kerja petani, dan mencegah stres pada tanaman akibat over atau under-watering, yang sering kali menyebabkan penurunan kualitas bunga. Lebih lanjut, integrasi dengan algoritma Machine Learning sederhana yang memungkinkan adaptasi terhadap variasi cuaca lokal, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih konsisten dan berkualitas tinggi.



Gambar 6. Website branding kampung krisan

Evaluasi program mengindikasikan bahwa adopsi teknologi ini telah mengubah pola kerja petani, dengan 70% responden menyatakan bahwa efisiensi waktu yang signifikan, serta kontribusi terhadap pengurangan dampak lingkungan seperti erosi tanah. Secara keseluruhan, sistem ini menjadi contoh aplikatif otomatisasi di pertanian skala kecil, yang memperkuat dimensi sosial ekonomi pengabdian dengan meningkatkan pendapatan melalui hasil panen yang lebih baik.

Platform digital menampilkan katalog, stok, dan transaksi, mengtransformasi ekonomi desa menuju digital dan memperluas pasar.

Pembahasan menunjukkan hasil selaras dengan teori pertanian cerdas, dimana AI meningkatkan efisiensi dan ketahanan. Dampak sosial mencakup kolaborasi antar generasi, perubahan pola pikir menuju praktik berkelanjutan, dan pengurangan masalah degradasi tanah. Evaluasi pre-post menegaskan pencapaian tujuan, dengan potensi skalabilitas untuk mengurangi ketergantungan kimia secara luas. Untuk lanjutan, disarankan integrasi dengan sistem prediksi panen berbasis Machine Learning guna memperkuat ketahanan iklim, serta kolaborasi dengan pemerintahan untuk subsidi teknologi.

4. KESIMPULAN

Program pengabdian masyarakat bertema Smart Farming: Inovasi Greenhouse Berbasis AI untuk Pemberdayaan Petani Krisan di Desa Tuter telah berhasil meningkatkan kapasitas dan kesejahteraan petani melalui penerapan teknologi petani cerdas yang meliputi Smart Greenhouse, sensor tanah berbasis IoT, sistem irigasi otomatis, serta *platform* digital pemasaran produk. Implementasi kegiatan menunjukkan hasil positif dengan 80% petani telah menggunakan aplikasi monitoring kesuburan tanah, 60% mengurangi penggunaan pupuk kimia lebih dari 30%, dan 70% aktif memasarkan produk secara digital. Selain itu, terjadi peningkatan rata-rata skor post-test sebesar 15%, yang menandakan peningkatan pemahaman dan kemampuan teknis peserta dalam menerapkan inovasi pertanian berkelanjutan.

Secara sosial dan ekonomi, kegiatan ini mendorong kolaborasi antargenerasi di masyarakat desa, meningkatkan kesadaran penuh terhadap praktik pertanian ramah lingkungan, serta membentuk model pertanian modern yang efisien dan adaptif terhadap perkembangan teknologi. Keberhasilan program ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi AI, IoT, dan pemupukan organik efektif dalam mengatasi degradasi lahan dan efisiensi sumber daya, sekaligus memperkuat kemandirian ekonomi petani. Ke depan, program ini dapat dikembangkan lebih lanjut melalui penerapan sistem prediksi panen berbasis machine learning serta perluasan kerja sama dengan pemerintah daerah agar model pemberdayaan ini dapat direplikasi di wilayah pertanian lainnya.

Untuk menjaga keberlanjutan hasil program agar kegiatan keberlanjutan berfokus pada peningkatan kemampuan teknis petani dalam pengolahan data sensor dan penerapan analisis berbasis Machine Learning untuk prediksi panen serta efisiensi sumber daya, selain itu, perlu dikembangkan model pelatihan berkelanjutan yang melibatkan pendamping lapangan dari kalangan pemuda desa guna memastikan transfer teknologi terus berjalan. Dukungan kebijakan dari pemerintah daerah, lembaga penelitian, dan sektor swasta juga penting untuk memperluas replikasi inovasi Smart Farming di wilayah pertanian lain, sehingga transformasi menuju pertanian modern yang efisien, ramah lingkungan, dan berdaya saing dapat terwujud secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (Belmawa) Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbudristek) melalui Program Pengabdian Kepada Masyarakat Oleh Mahasiswa (PPK ORMAWA) yang telah memberikan dukungan dana hibah serta fasilitas untuk pelaksanaan program pengabdian ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Dinas Pertanian Kabupaten Pasuruan yang telah bersedia menjadi mitra strategis dalam program ini, memastikan keberlanjutan penerapan teknologi dan alat-alat yang dikembangkan. Selain itu, apresiasi mendalam kami sampaikan kepada Universitas Yudharta Pasuruan dan Himpunan Mahasiswa Teknik Informatika (HUMANIKA) yang telah memberikan dukungan penuh, baik dalam bentuk sumber daya manusia maupun fasilitas, sehingga program pengabdian masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik. Semoga kolaborasi ini terus memberikan manfaat berkelanjutan bagi masyarakat petani di Desa Tuter dan pihak-pihak terkait

DAFTAR PUSTAKA

- Artetxe, E., Barambones, O., Martín Toral, I., Uralde, J., Calvo, I., & del Rio, A. (2024). Smart IoT Irrigation System Based on Fuzzy Logic, LoRa, and Cloud Integration. *Electronics (Switzerland)*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/electronics13101949>
- Chen, H., Zhao, J., Jiang, J., Zhao, Z., Guan, Z., Chen, S., Chen, F., Fang, W., & Zhao, S. (2021). Effects of inorganic, organic and bio-organic fertilizer on growth, rhizosphere soil microflora and soil function sustainability in chrysanthemum monoculture. *Agriculture (Switzerland)*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/agriculture11121214>
- Hoque, M. J., Islam, M. S., & Khaliluzzaman, M. (2023). A Fuzzy Logic- and Internet of Things-Based Smart Irrigation System †. *Engineering Proceedings*, 58(1). <https://doi.org/10.3390/ecsa-10-16243>
- Jin, X., Chieng, D., Kar, P., Kwong, C. F., Li, Y., & Wang, Y. (2025). Large-Scale Continuous Monitoring of Greenhouse Gases with Adaptive LoRaWAN in CN470–510 MHz Band. *Sensors*, 25(17), 1–22. <https://doi.org/10.3390/s25175349>
- Lee, M. H., Yao, M. H., Kow, P. Y., Kuo, B. J., & Chang, F. J. (2024). An Artificial Intelligence-Powered Environmental Control System for Resilient and Efficient Greenhouse Farming. *Sustainability (Switzerland)*, 16(24), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su162410958>
- Liu, X., Zhao, Z., & Rezaeipannah, A. (2025). Intelligent and automatic irrigation system based on internet of things using fuzzy control technology. *Scientific Reports*, 15(1), 1–19. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-98137-2>
- Maraveas, C. (2023). Incorporating Artificial Intelligence Technology in Smart Greenhouses: Current State of the Art. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/app13010014>
- Mgohele, R. N., Massawe, B. H. J., Shitindi, M. J., Sanga, H. G., & Omar, M. M. (2024). Prediction of soil texture using remote sensing data. A systematic review. *Frontiers in Remote Sensing*, 5(September), 1–18. <https://doi.org/10.3389/frsen.2024.1461537>
- Pathania, S., Dhiman, S. R., Kashyap, B., Kumar, A., Kaushal, R., Gupta, R. K., Saleh, I. A., Okla, M. K., & Elshikh, M. S. (2024). Influence of planting dates and fertilizer modules on yield of chrysanthemum and soil health. *BMC Plant Biology*, 24(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05241-y>
- Pereira, F. L., de Oliveira, U. A., de Andrade, M. D., Figueiredo, F. C., Santos, B. R., Carvalho, M., & Barbosa, S. (2024). Biosolid as an alternative source of nutrients in chrysanthemum cultivation. *Scientific Reports*, 14(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66040-x>
- Sari, S. P., Nugroho, I., Hanafie, R., & Suwarta, S. (2022). Towards feasibility and sustainability of chrysanthemum cut flowers farming: Evidence from Pasuruan Regency, Indonesia. *Journal of Socioeconomics and Development*, 5(1), 115. <https://doi.org/10.31328/jsed.v5i1.3631>
- Setiawan, Y., Setyo Prayoga, R. A., Nusyura, F., Ardiansyah, M. A., Khoirudin, M. I., & Syaputra, M. R. (2023). Website profile development for digitalization of grass jelly based MSMEs. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 8(3), 367–377. <https://doi.org/10.26905/abdimas.v8i3.10650>
- Shin, S. K., Lee, S. J., & Park, J. H. (2025). Prediction of Soil Properties Using Vis-NIR Spectroscopy Combined with Machine Learning: A Review. *Sensors*, 25(16). <https://doi.org/10.3390/s25165045>
- Sulaiman, Z., Anindita, R., & Muhaimin, A. (2022). Analysis of the Structure, Conduct and Performance of the Chrysanthemum Flower Market in Pasuruan Regency (Study Case in Tutur Village). *Habitat*, 33(1), 1–12. <https://doi.org/10.21776/ub.habitat.2022.033.1.1>
- Zhang, T., Li, Y., & Wang, M. (2024). Prediction of soil organic carbon and total nitrogen affected by mine using Vis–NIR spectroscopy coupled with machine learning algorithms in calcareous soils. *Scientific Reports*, 14(1), 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-73761-6>