

INTEGRATED FARMING: DIFUSI TEKNOLOGI URBAN FARMING DENGAN SISTEM PERIKANAN TERPADU BERBASIS IoT DI KELURAHAN TLOGOMAS MALANG

Eka Maulana*, Panca Mudjirahardjo, Waru Djuriatno, Muhammad Aswin, Bambang Siswojo, Goegoes Dwi Nusantara

Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

*email Koresponden Penulis: ekamaulana@ub.ac.id

Abstrak

Masyarakat Kelurahan Tlogomas memiliki potensi pertanian urban dan terintegrasi, namun terkendala keterbatasan lahan, pengetahuan teknologi, dan pemanfaatan limbah. Pertanian konvensional yang ada dinilai kurang optimal dan efisien. Sebagai solusi, kegiatan pengabdian ini menerapkan sistem integrated farming (tanaman dan budidaya ikan nila) berbasis Internet of Things (IoT). Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan ketahanan pangan melalui adopsi teknologi. Metode pelaksanaannya meliputi sosialisasi, pelatihan instalasi perangkat IoT dan sistem automasi irigasi tanaman dari kolam ikan, serta pendampingan partisipatif dalam mengelola limbah menjadi pupuk dengan konsep zero waste. Hasil yang dicapai adalah terpasangnya perangkat sistem integrated farming berbasis IoT, meningkatnya kapasitas mitra dalam mengoperasikan teknologi, dan terbentuknya model usaha pertanian digital yang berkelanjutan. Kegiatan ini berhasil mendorong kemandirian pangan dan membuka peluang usaha baru bagi warga Tlogomas.

Kata Kunci:

integrated farming; internet of things; urban farming

PENDAHULUAN

Urban farming di Kelurahan Tlogomas telah menjadi salah satu solusi inovatif untuk meningkatkan ketahanan pangan dan ekonomi masyarakat perkotaan. Namun, dalam praktiknya, mitra urban farming di wilayah ini menghadapi berbagai kendala yang membatasi optimalisasi potensinya. Beberapa masalah utama yang teridentifikasi meliputi keterbatasan lahan, kurangnya pengetahuan teknis tentang pertanian perkotaan, serta akses yang terbatas terhadap pembiayaan dan pemasaran hasil pertanian (Suryanto et al., 2020). Selain itu, minimnya dukungan kelembagaan dan koordinasi antar-pemangku kepentingan turut memperlambat perkembangan program ini (Nugroho & Dharmawan, 2021). Saat ini warga Tlogomas memiliki potensi pertanian, perikanan dalam skala urban dan terbatas yang belum terintegrasi. Lebih jauh, problem sistematis seperti perubahan iklim dan fluktuasi harga pasar juga menjadi tantangan serius bagi keberlanjutan urban farming di Tlogomas. Studi oleh Arifin et al. (2019) menunjukkan bahwa petani perkotaan seringkali kesulitan

mengadaptasi teknik budidaya yang sesuai dengan kondisi lingkungan yang semakin tidak menentu. Di sisi lain, lemahnya jejaring pemasaran membuat produk pertanian tidak mampu bersaing dengan hasil pertanian konvensional, sehingga mengurangi minat masyarakat untuk terlibat aktif (Purnomo et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan terintegrasi untuk mengatasi tantangan ini, mulai dari peningkatan kapasitas sumber daya manusia hingga penguatan sistem distribusi dan kebijakan pendukung. Kondisi urban farming di Kelurahan Tlogomas ditunjukkan dalam Gambar 1.



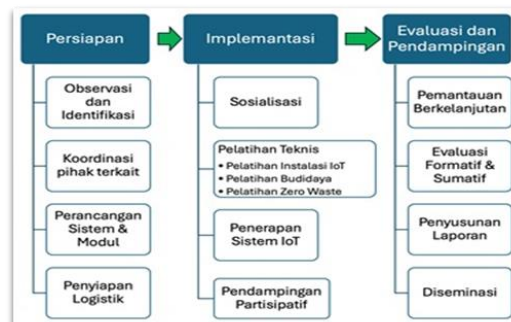
Gambar 1. Identifikasi Kondisi Awal Urban Farming di Kelurahan Tlogomas

Untuk mengatasi permasalahan mitra urban farming di Kelurahan Tlogomas, solusi yang diusulkan adalah mengembangkan sistem integrated farming yang menggabungkan pertanian, peternakan dan perikanan dalam satu ekosistem berkelanjutan. Pendekatan ini akan diimplementasikan melalui edukasi intensif mengenai siklus nutrisi tertutup, di mana limbah peternakan (seperti kotoran ayam) dapat diolah menjadi pupuk organik untuk pertanian dan pakan alami untuk budidaya ikan, sehingga meningkatkan efisiensi sumber daya (Mori & Smith, 2022). Selain itu, penggunaan perangkat IoT (Internet of Things) seperti sensor kelembapan tanah, pH air, dan suhu kandang akan diterapkan untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time, memudahkan mitra dalam pengambilan keputusan berbasis data (Kodali et al., 2021). Untuk memastikan keberhasilan program, pendampingan berkala oleh tim ahli agroteknologi dan praktisi pertanian perkotaan akan dilakukan, mencakup pelatihan teknis, manajemen usaha, serta akses ke pasar digital guna memperluas jaringan pemasaran (FAO, 2020). Dengan integrasi ketiga sektor ini, diharapkan produktivitas dan keberlanjutan usaha mitra urban farming di Tlogomas dapat meningkat secara signifikan.

METODE PELAKSANAAN

Program ini akan dilaksanakan melalui tiga tahap utama dengan pendekatan partisipatif dan berbasis teknologi untuk memastikan keberlanjutan. Pelaksanaan Program dilaksanakan di area kebun urban farming yang dikelola kelompok mitra Jl. Joyo Agung No 56 Kelurahan Tlogomas Malang selama kurun waktu bulan Juni

hingga Oktober 2025. Tahapan Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada Masyarakat ini ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Tahap Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat

Uraian tahap pelaksanaan kegiatan dijelaskan dalam beberapa langkah berikut:

Tahap Persiapan

Tahap ini difokuskan pada perencanaan dan koordinasi untuk memastikan program berjalan sesuai dengan kebutuhan mitra. a. Observasi dan Identifikasi Kebutuhan: Melakukan survei lapangan dan wawancara mendalam dengan kelompok tani untuk memetakan potensi, kendala, dan kebutuhan spesifik terkait integrasi pertanian-perikanan. b. Koordinasi dengan Pihak Terkait: Berkoordinasi dengan Kelurahan Tlogomas dan pihak terkait lainnya untuk memperoleh dukungan administratif dan sosial. c. Perancangan Sistem dan Modul Pelatihan: Merancang desain teknis sistem integrated farming (termasuk tata letak kolam ikan dan bedengan tanaman) serta prototipe perangkat IoT. Selain itu, menyusun modul pelatihan yang mudah dipahami dan materi sosialisasi yang partisipatif. d. Penyiapan Logistik: Mempersiapkan semua bahan dan perangkat pendukung, seperti perangkat IoT (sensor kelembaban, sensor suhu, controller), bibit ikan nila, bibit tanaman, dan peralatan budidaya.

Tahap Implementasi

Tahap ini merupakan pelaksanaan utama program dengan melibatkan partisipasi aktif mitra. a. Sosialisasi dan Penyadaran (Awareness): Mengadakan pertemuan untuk menyosialisasikan konsep integrated farming berbasis IoT, manfaat ekonomi, dan kelestarian lingkungan, serta membangun komitmen bersama. b. Pelatihan Teknis Berbasis Praktik: 1) Pelatihan Instalasi IoT: Pelatihan langsung kepada mitra tentang cara memasang dan merawat sensor suhu/kelembaban serta sistem automasi irigasi yang menggunakan air dari kolam ikan. 2) Pelatihan Budidaya Terpadu: Pelatihan manajemen pemeliharaan ikan nila dan tanaman organik, serta teknik pengelolaan kualitas air. 3) Pelatihan Pengolahan Limbah Zero Waste: Pendampingan dalam memanfaatkan kotoran ikan sebagai pupuk cair organik (dengan teknologi biopori atau fermentor sederhana) untuk tanaman. c. Pendampingan Partisipatif dan Penerapan Langsung: Tim pengabdian mendampingi mitra secara langsung dalam membangun

dan menjalankan prototipe sistem integrated farming. Proses pembangunan dan pemeliharaan dilakukan secara gotong-royong.

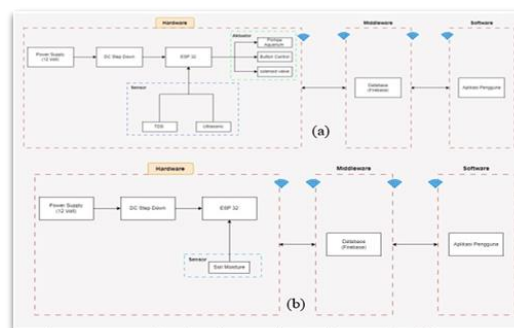
Tahap Evaluasi dan Pemantauan

Tahap ini memastikan program berjalan efektif dan mencapai tujuan yang diharapkan. a. Pemantauan Berkelanjutan: Melakukan pemantauan rutin, baik secara langsung maupun melalui aplikasi pemantauan IoT, untuk memastikan sistem berjalan dengan baik. b. Evaluasi Formatif dan Sumatif: 1) Evaluasi Formatif: Dilakukan selama proses implementasi untuk menilai pemahaman dan keterampilan mitra, serta melakukan penyesuaian jika diperlukan. 2) Evaluasi Sumatif: Dilakukan di akhir program untuk mengukur pencapaian hasil, seperti peningkatan produktivitas, efisiensi tenaga, dan penguasaan teknologi mitra melalui kuesioner dan wawancara. c. Penyusunan Laporan dan Diseminasi: Menyusun laporan lengkap pelaksanaan kegiatan serta mendiseminasikan hasil dan keberhasilan program kepada pemangku kepentingan yang lebih luas untuk replikasi di wilayah lain.

Dengan metode tiga tahap ini, program diharapkan dapat diterima dengan baik oleh masyarakat, meningkatkan kapasitas mitra secara mandiri, dan menciptakan model pertanian berkelanjutan yang dapat dikembangkan lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini telah berhasil dilaksanakan sesuai dengan rencana kegiatan yang telah dirumuskan. Berdasarkan hasil observasi dan identifikasi, kegiatan ini dapat dilaksanakan dengan menerapkan suatu desain sistem untuk monitoring dan otomatisasi sistem pertanian dan perikanan secara terpadu. Rancangan system IoT yang telah diimplementasikan untuk integrated farming ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Sistem IoT yang diterapkan pada integrated Farming (a) Sistem Perikanan (b) Sistem Pertanian

Sistem perangkat IoT ini menggunakan daya listrik yang cukup terjangkau menggunakan tegangan kerja masing-masing 12volt dan arus listrik rendah dilengkapi fitur-fitur monitoring yang dapat digunakan dengan mudah oleh pihak mitra. Melalui aplikasi pengguna, mitra dapat memantau kondisi riil di lahan

secara mudah dan cepat, yaitu kondisi kelembaban media tanam pada rentang 0-100 %RH dan kualitas air kolam pada skala 0-2.000 ppm secara real time. Fitur masing-masing perangkat dan fungsional sistem ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Fitur dan Fungsional Perangkat IoT

Perangkat	Sensor	Fungsi Pemantauan	Keterangan
IoT Pertanian	Soil moisture	Kelembaban tanah	Berhasil diterapkan
IoT Perikanan	TDS, ultrasonik	kualitas dan ketinggian air	Berhasil diterapkan

Hasil program menunjukkan telah terimplementasinya sebuah sistem integrated farming berbasis IoT yang cerdas dan efisien. Sistem ini berhasil menciptakan sebuah ekosistem tertutup yang menghubungkan kolam ikan dengan pertanian melalui serangkaian sensor dan aktuator yang dikendalikan secara otomatis. Sensor TDS menjaga kualitas air kolam dengan membuang air keruh, sementara Sensor Ultrasonic dan Soil Moisture memastikan keseimbangan volume air di kolam dan kelembaban tanah bagi tanaman. Seluruh data dari sensor ini tidak hanya untuk kontrol otomatis, tetapi juga dikirim dan disimpan dalam database cloud Firebase, yang menjadi fondasi bagi pemantauan berbasis data. Implementasi perangkat IoT pada urban farming ditunjukkan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Implementasi sistem IoT (a) Pengaturan drip irigasi berdasarkan kelembaban tanah (b) Pengaturan sirkulasi air berdasarkan tingkat TDS (Total Disolved Solid) dan ketinggian air kolam budidaya nila

Dari segi pemberdayaan masyarakat, teknologi yang diterjemahkan ke dalam Aplikasi Pengguna merupakan lompatan signifikan. Kemampuan untuk memantau kondisi kolam dan lahan serta melakukan intervensi manual (menyalakan/mematikan pompa) melalui smartphone mentransformasi cara mitra dalam mengelola usaha tani mereka. Petani tidak lagi bergantung sepenuhnya pada intuisi atau tenaga fisik yang besar, tetapi beralih ke manajemen yang presisi dan berbasis data. Hal ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga membangun literasi digital dan rasa percaya diri mitra dalam mengadopsi teknologi pertanian modern. Pencapaian terpenting dari program ini adalah terwujudnya siklus berkelanjutan (zero-waste) yang menjadi inti dari sistem ini. Air kolam yang kaya nutrisi dari kotoran ikan yang semula menjadi limbah, kini dialirkan secara otomatis untuk menyuburkan tanaman

melalui sistem irigasi tetes. Prinsip ini menjawab langsung permasalahan awal tentang keterbatasan lahan dan inefisiensi dengan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya air dan nutrisi. Sistem ini tidak hanya hemat air dan ramah lingkungan, tetapi juga menciptakan model usaha yang economically viable dan berkelanjutan, yang menjadi fondasi kuat bagi kemandirian pangan dan peningkatan ekonomi warga Tlogomas.



Gambar 5. Pelaksanaan pelatihan secara teknis kepada mitra terkait penggunaan perangkat IoT

Secara keseluruhan, program pengabdian masyarakat ini mendapat respon yang sangat positif dari mitra. Hal ini terlihat dari antusiasme mitra selama proses pelatihan dan pendampingan, di mana mereka mampu meningkatkan skill dan wawasan baru mengenai konsep integrated farming yang dipadukan dengan teknologi IoT. Proses pelaksanaan pelatihan ditunjukkan dalam Gambar 5. Transformasi pengetahuan ini menjadi indikator keberhasilan program dalam memberdayakan masyarakat. Kuesioner evaluasi yang dibagikan pun mengonfirmasi hal tersebut, menunjukkan tingkat kepuasan mitra yang tinggi terhadap seluruh rangkaian kegiatan, mulai dari materi sosialisasi hingga implementasi teknologi di lapangan. Pelaksanaan evaluasi dan pendampingan pada mitra ditunjukkan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Pendampingan dan Evaluasi terkait penggunaan perangkat IoT pada mitra

Respon positif ini tidak hanya berhenti pada kepuasan, tetapi juga terwujud dalam komitmen mitra untuk keberlanjutan. Mitra secara aktif menyampaikan keinginan agar program ini tidak berhenti begitu saja, tetapi dapat dilanjutkan dan dikembangkan lebih lanjut. Hal ini merefleksikan bahwa mitra telah melihat nilai tambah (value) yang nyata dari program ini, baik dari segi efisiensi tenaga, penghematan sumber daya air, maupun potensi peningkatan hasil panen. Harapan mitra untuk pengembangan program ke skala yang lebih luas merupakan bentuk pengakuan terhadap manfaat multi-aspek yang dirasakan. Mitra melihat potensi besar program ini tidak hanya untuk memberikan manfaat ekonomi melalui peningkatan produktivitas, tetapi juga manfaat lingkungan dari sistem siklus tertutup yang hemat air dan ramah lingkungan. Selain itu, model ini diharapkan dapat menjadi sarana edukasi bagi komunitas yang lebih luas, sehingga dapat berkontribusi pada percepatan adopsi pertanian modern di wilayah lain. Keinginan mitra untuk menjadi bagian dari perkembangan ini menunjukkan bahwa program telah berhasil menanamkan rasa kepemilikan dan optimisme menuju kemandirian pangan berbasis teknologi.

KESIMPULAN

Berdasarkan pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat, dapat disimpulkan bahwa program penerapan sistem integrated farming berbasis Internet of Things (IoT) di Kelurahan Tlogomas telah berhasil mencapai tujuannya. Program ini tidak hanya berhasil merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem monitoring dan otomatisasi yang cerdas serta efisien yang ditunjukkan dengan berfungsinya seluruh sensor dan aktuator yang terintegrasi dalam sebuah ekosistem tertutup untuk mengoptimalkan penggunaan air dan nutrisi, tetapi juga berhasil memberdayakan mitra secara signifikan. Peningkatan kapasitas mitra terlihat dari kemampuan mereka dalam mengoperasikan aplikasi untuk memantau kondisi lahan dan kolam secara real-time serta melakukan intervensi, yang mentransformasi manajemen pertanian dari yang konvensional menuju presisi berbasis data.

Respon yang sangat positif dan tingkat kepuasan mitra yang tinggi, yang terkonfirmasi melalui kuesioner dan keinginan kuat untuk kelanjutan serta pengembangan program, membuktikan bahwa kegiatan ini telah memberikan nilai tambah yang nyata. Secara keseluruhan, program ini tidak hanya menciptakan model usaha pertanian yang berkelanjutan dan economically viable, tetapi juga telah menanamkan optimisme dan fondasi yang kuat bagi kemandirian pangan serta percepatan adopsi pertanian modern berbasis teknologi di masyarakat.

DAFTAR RUJUKAN

- Arifin, H. S., Munandar, A., & Kaswanto, R. L. (2019). *Urban Farming sebagai Solusi Ketahanan Pangan di Perkotaan*. Bogor: IPB Press.
- FAO. (2020). *Urban and Peri-urban Agriculture Sourcebook*. Rome: Food and Agriculture Organization.

- Kodali, R. K., Jain, V., & Karagwal, S. (2021). IoT-Based Smart Farming for Integrated Agriculture. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(5), 3245-3258.
- Mori, A. S., & Smith, T. B. (2022). *Integrated Farming Systems: A Sustainable Approach for Urban Agriculture*. London: Springer Nature.
- Nugroho, P., & Dharmawan, A. H. (2021). Dinamika Kelembagaan dalam Pengembangan Pertanian Perkotaan. *Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 9(2), 45-60.
- Purnomo, D., Rahayu, E. S., & Handayani, M. (2022). Analisis Pemasaran Produk Urban Farming di Kawasan Perkotaan. *Agriekonomika*, 11(1), 78-92.
- Suryanto, A., Prihatini, D., & Wulandari, E. (2020). Tantangan dan Peluang Urban Farming dalam Mendukung Ekonomi Lokal. *Jurnal Agro Ekonomi*, 38(1), 112-130.