

Greenhouse Hidroponik IoT: Penguatan Kelompok Tani Modern Desa Karangrejo Wujudkan Ketahanan Pangan Mendukung Asta Cita

¹Isfauzi Hadi Nugroho*, ²Mahendra Puji Permana Aji, ³Risa Helilintar, ⁴Beyonda Proudly Sujianto, ⁵Sabrina Aulia Firdaus

**Corresponding Author*

¹Program Studi Pendidikan Guru Pendidikan Usia Dini, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kediri, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Bahasa Inggris, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kediri, Indonesia

³Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kediri, Indonesia

^{4,5}Program Studi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Nusantara PGRI Kediri, Kediri, Indonesia

email: ¹isfauzi@unpkediri.ac.id, ²inbox@mahendrapuji.web.id, ³risa.helilintar@gmail.com,
⁴beyondaproudly@gmail.com, ⁵sabrinaauliafirdaus@gmail.com

Abstract

The main challenges faced by farmers, particularly in Indonesia, are low productivity due to conventional methods, limited digital literacy, and limited market access. Therefore, this community service program aimed to strengthen the capacity of the Modern Farmers Group in Karangrejo Village, Kandat District, Kediri Regency, through the implementation of an Internet of Things (IoT)-based hydroponic greenhouse as an effort to achieve food security and support the implementation of Asta Cita. This research method used the Participatory Action Research (PAR) approach, actively involving 33 community participants over a four-month duration. The stages included socialization, comprehensive training, technology application, direct mentoring, and evaluation. The technical evaluation results were highly positive. The IoT system, enabling automatic control of temperature, humidity, pH, and precise watering, led to a 40% increase in hydroponic crop productivity and 30% efficiency in water use. Economically, this success resulted in a 40% increase in farmers' average monthly income and a 50% increase in sales volume within eight months. Furthermore, digital-based marketing through websites and social media successfully expanded the market reach and strengthened the "Hidroponik Karangrejo" brand identity. Socially, there was a 78% increase in farmers' digital literacy, the formation of stronger group solidarity, and the creation of new, sustainable job opportunities in the village. This integration of IoT technology has proven effective in enhancing productivity, economic independence, and the sustainability of digital-based agriculture in the region.

Keywords: *community empowerment, digital agriculture, food security, hydroponics, internet of things.*

Abstrak

Permasalahan utama yang dihadapi petani khususnya di Indonesia adalah rendahnya produktivitas akibat metode konvensional, keterbatasan literasi digital, serta akses pasar yang sempit. Oleh karena itu, program pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memperkuat kapasitas Kelompok Tani Modern Desa Karangrejo, Kecamatan Kandat, Kabupaten Kediri melalui penerapan greenhouse hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai upaya mewujudkan ketahanan pangan dan mendukung pelaksanaan Asta Cita. Kegiatan ini menggunakan pendekatan *Participatory Action Research* (PAR) dengan melibatkan masyarakat secara aktif pada setiap tahapan, meliputi sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, pendampingan, dan evaluasi dengan keseluruhan durasi kegiatan selama 8 bulan dan diikuti 33 peserta. Hasil evaluasi aspek teknis, penerapan sistem IoT yang

memungkinkan pengaturan otomatis terhadap suhu, kelembapan, pH, serta penyiraman tanaman secara presisi menghasilkan peningkatan produktivitas tanaman hidroponik hingga 40% dan efisiensi penggunaan air mencapai 30%. Aspek ekonomi, keberhasilan teknis tersebut berdampak pada peningkatan pendapatan rata-rata petani sebesar 40% per bulan dan volume penjualan naik 50% dalam delapan bulan. Pemasaran berbasis digital melalui situs web dan media sosial turut memperluas jangkauan pasar dan memperkuat identitas merek “Hidroponik Karangrejo”. Aspek sosial, terjadi peningkatan literasi digital petani sebesar 78%, terbentuknya solidaritas kelompok tani yang lebih kuat, serta lahirnya peluang kerja baru di desa yang memberikan dampak berkelanjutan bagi masyarakat. Kegiatan ini memberikan dampak ekonomi dan sosial melalui terbentuknya solidaritas kelompok tani dan lahirnya peluang kerja baru di desa. Dengan demikian, integrasi teknologi IoT dalam sistem pertanian hidroponik terbukti efektif meningkatkan produktivitas, kemandirian ekonomi, serta keberlanjutan pertanian berbasis digital di pedesaan.

Kata kunci: pemberdayaan masyarakat, pertanian digital, ketahanan pangan, hidroponik, internet of things.

1. Pendahuluan

Ketahanan pangan merupakan salah satu pilar penting dalam pembangunan berkelanjutan di Indonesia (Budiawati, 2024). Selain itu, ketahanan pangan merupakan isu krusial yang tidak hanya menjadi perhatian di tingkat nasional, tetapi juga harus dibangun dari basis lokal melalui penguatan kapasitas produksi pangan di tingkat desa (Salasa, 2021). Upaya mewujudkan swasembada pangan nasional tidak hanya bergantung pada ketersediaan lahan pertanian yang luas, tetapi juga pada kemampuan masyarakat desa dalam mengoptimalkan sumber daya lokal melalui inovasi teknologi pertanian (Sudrajat, dkk., 2025). Salah satu wilayah yang menunjukkan dinamika tersebut adalah Kabupaten Kediri. Kabupaten Kediri merupakan salah satu sentra pertanian di Jawa Timur menghadapi tantangan serius dalam menjaga stabilitas produksi pangan lokal akibat penyusutan lahan pertanian produktif, degradasi kualitas tanah, dan ketergantungan tinggi pada kondisi iklim yang semakin tidak menentu (Hidayat & Rofiqoh, 2020). Kondisi ini mengancam ketahanan pangan lokal dan menuntut adanya transformasi sistem pertanian menuju metode yang lebih efisien, produktif, dan tidak tergantung pada ketersediaan lahan yang luas (Hasanah, dkk., 2021).

Menurut Faiah, dkk. (2025) pemerintah Indonesia saat ini melalui Asta Cita menempatkan ketahanan pangan sebagai prioritas utama pembangunan nasional, dengan menekankan pentingnya swasembada pangan yang dimulai dari penguatan produksi di tingkat lokal. Menurut Nuzuliyah, dkk. (2024) dalam konteks Kabupaten Kediri, pencapaian target ketahanan pangan lokal memerlukan inovasi teknologi pertanian yang mampu meningkatkan produktivitas per satuan luas lahan sekaligus mengurangi ketergantungan pada kondisi cuaca ekstrem dan lingkungan. Potensi tersebut tercermin dari salah satu Desa di Kabupaten Kediri yaitu Desa Karangrejo, Kecamatan Kandat. Desa Karangrejo memiliki potensi besar di bidang pertanian dan perkebunan dengan luas lahan 519,65 hektare yang didominasi oleh tanaman hortikultura dan komoditas unggulan seperti jagung dan tebu. Namun, potensi tersebut belum dimanfaatkan secara optimal karena berbagai keterbatasan seperti minimnya akses terhadap teknologi pertanian modern, kurangnya pelatihan bagi petani, serta terbatasnya infrastruktur dan pendanaan dalam mengembangkan pertanian produktif dan berkelanjutan.

Hasil analisis situasi menunjukkan bahwa kelompok tani di Desa Karangrejo Kecamatan Kandat Kabupaten Kediri masih menggunakan metode konvensional yang rentan terhadap fluktuasi cuaca dan kurang efisien dari segi penggunaan sumber daya. Selain itu, rendahnya literasi digital dan keterbatasan dalam pemasaran hasil pertanian menyebabkan petani sulit meningkatkan nilai tambah produk dan memperluas akses pasar. Di sisi lain, pemerintah desa telah memiliki aset fisik berupa *greenhouse* seluas 450 m² yang berpotensi menjadi pusat inovasi pertanian modern berbasis teknologi *Internet of Things* (IoT). Kondisi ini memberikan peluang untuk mengembangkan sistem pertanian hidroponik terintegrasi yang efisien, ramah lingkungan, dan produktif. Ruhimat (2017) mengidentifikasi bahwa kegagalan program pertanian modern di tingkat petani lebih disebabkan oleh faktor keterbatasan

pengetahuan teknis, minimnya pendampingan pasca implementasi, dan lemahnya kapasitas manajerial kelompok tani dibandingkan faktor teknis infrastruktur.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memperkuat kapasitas Kelompok Tani Modern Desa Karangrejo melalui penerapan *greenhouse* hidroponik berbasis IoT sebagai wujud nyata penguatan ekonomi desa dan ketahanan pangan. IoT ialah teknologi yang memungkinkan berbagai perangkat saling terhubung, berkomunikasi, dan bertukar data melalui internet dengan dukungan sensor dan *software* secara otomatis tanpa kabel (Selay, dkk., 2022). Melalui pelatihan, pendampingan, dan implementasi teknologi, petani diharapkan mampu memanfaatkan sistem IoT untuk memantau kondisi tanaman secara *real-time*, mengatur irigasi otomatis, serta mengoptimalkan penggunaan air dan nutrisi (Gupta, dkk., 2025). Selain aspek produksi, program ini juga mengembangkan strategi pemasaran digital melalui pembuatan situs web dan media sosial guna memperluas jangkauan pasar produk pertanian lokal (Lestari & Wicaksana, 2025; Oseany, dkk., 2024; Sidharta, dkk., 2024).

Sejumlah kajian terdahulu mendukung relevansi pendekatan ini. Penerapan IoT dalam sistem pertanian terbukti meningkatkan efisiensi dan produktivitas karena mampu mengintegrasikan data lingkungan dengan sistem pengairan otomatis (Aldiansyah, dkk., 2025). Sementara itu, pemanfaatan media digital dan *e-commerce* memberikan peluang pemasaran yang lebih luas bagi produk pertanian lokal (Afridhianika & Lestari, 2025). Integrasi teknologi IoT dalam sistem hidroponik *greenhouse* membawa dimensi baru dalam optimalisasi produksi pangan lokal. Penelitian Mardiansyah, dkk., (2023) menunjukkan bahwa sistem monitoring dan kontrol otomatis berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi produksi hingga 40% melalui pengaturan presisi parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban, pH nutrisi, dan intensitas cahaya. Sistem ini memungkinkan petani melakukan monitoring jarak jauh dan respons cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan, sehingga mengurangi risiko kegagalan panen. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Sriman, dkk. (2024) menunjukkan bahwa *greenhouse* hidroponik terintegrasi IoT mampu mengurangi tingkat kegagalan panen hingga 65% dan meningkatkan konsistensi kualitas produk hingga 80%, yang berarti lebih menjamin kontinuitas pasokan pangan lokal. Dengan demikian, penguatan kapasitas teknologi dan digitalisasi pertanian dapat menjadi solusi yang efektif untuk menjawab permasalahan rendahnya produktivitas dan nilai jual produk pertanian masyarakat desa.

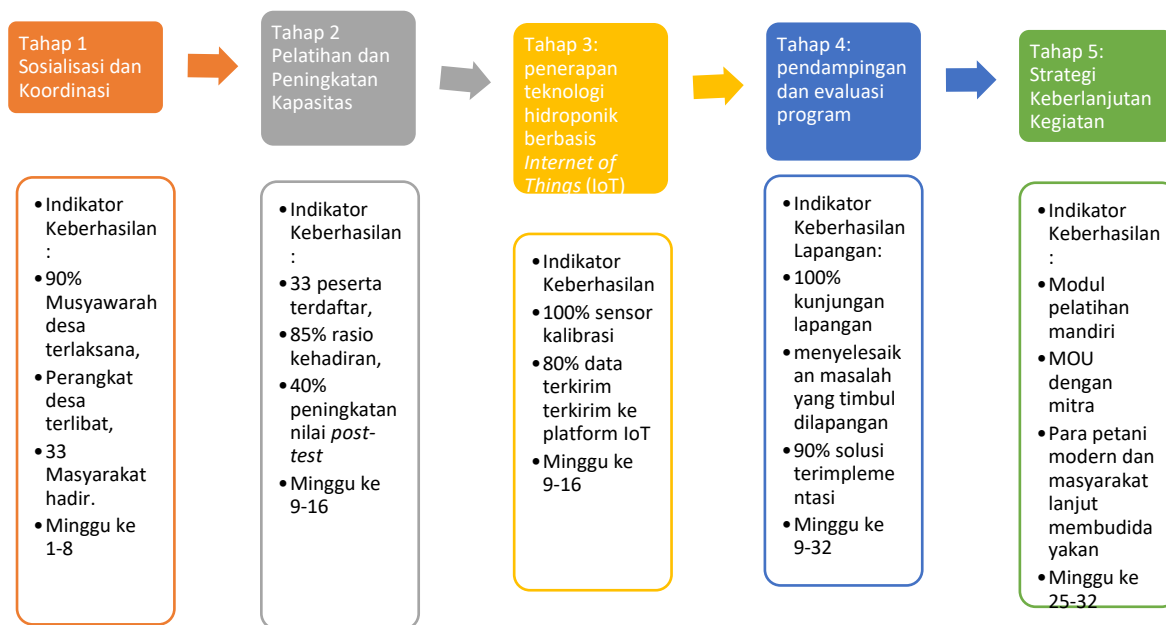
Solusi yang ditawarkan dalam program ini mencakup dua aspek utama, yaitu peningkatan produksi melalui penerapan sistem hidroponik berbasis IoT dan peningkatan pemasaran melalui *digital marketing*. Target luaran yang ingin dicapai meliputi peningkatan hasil panen sayuran hidroponik hingga 40%, efisiensi penggunaan air sebesar 30%, serta peningkatan volume penjualan produk hidroponik sebesar 50% dalam delapan bulan. Selain itu, diharapkan terjadi peningkatan kapasitas SDM petani dalam pengelolaan teknologi dan pemasaran digital.

Program ini menerapkan prinsip partisipasi aktif di mana anggota kelompok tani terlibat dalam setiap tahapan mulai dari identifikasi masalah, perancangan solusi, implementasi, hingga evaluasi. Sistem IoT yang dikembangkan dirancang dengan pendekatan *appropriate technology* yang mengedepankan kesederhanaan, keterjangkauan, dan kemudahan operasional agar dapat dikelola secara mandiri oleh kelompok tani (Sari & Sari, 2025). *User interface* aplikasi *monitoring* menggunakan bahasa sederhana dan intuitif sehingga mudah dipahami oleh petani dengan tingkat literasi digital yang terbatas. Selain itu, beberapa anggota kelompok tani dilatih menjadi teknisi lokal yang dapat menangani kendala dasar sistem dan memastikan keberlanjutan operasional tanpa ketergantungan pada tenaga ahli dari luar.

Kegiatan ini sejalan dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin 2 (*Zero Hunger*) dan 8 (*Decent Work and Economic Growth*), serta mendukung pelaksanaan Asta Cita ke-2, ke-3, ke-4, ke-6, dan ke-8, yang menekankan kemandirian pangan, peningkatan lapangan kerja, pembangunan sumber daya manusia, penguatan ekonomi desa, dan penerapan ekonomi hijau. Melalui kolaborasi antara perguruan tinggi, pemerintah desa, dan kelompok masyarakat, kegiatan ini diharapkan mampu mewujudkan transformasi pertanian menuju sistem pertanian cerdas (*smart farming*) yang berkelanjutan dan memberikan dampak sosial ekonomi nyata bagi masyarakat Desa Karangrejo.

2. Metode

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang secara sistematis untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh Kelompok Tani Modern Desa Karangrejo dalam aspek produksi dan pemasaran hasil pertanian. Pendekatan yang digunakan mengacu pada prinsip *community-based empowerment* dan *participatory action research* (PAR). Pendekatan PAR dipilih karena metode ini memungkinkan terjadinya proses pembelajaran kolaboratif antara fasilitator dan masyarakat, sehingga petani tidak hanya menjadi objek penerima teknologi, tetapi juga subjek aktif yang terlibat dalam proses adaptasi dan inovasi teknologi sesuai dengan kondisi lokal. Masyarakat dilibatkan secara aktif pada setiap tahap kegiatan, mulai dari perencanaan, implementasi, hingga evaluasi (Siswadi & Syaifuddin, 2024). Pendekatan ini dipilih untuk memastikan keberlanjutan program dan peningkatan kapasitas masyarakat secara mandiri.



Gambar 1. Skema Alur Pelaksanaan Program

Pelaksanaan program dilakukan melalui lima tahapan utama, meliputi (1) sosialisasi dan koordinasi, (2) pelatihan dan peningkatan kapasitas, (3) penerapan teknologi hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT), (4) pendampingan dan evaluasi program, serta (5) strategi keberlanjutan kegiatan.

2.1. Sosialisasi dan Koordinasi Awal

Tahap awal kegiatan bertujuan untuk memperkenalkan konsep *Greenhouse* Hidroponik berbasis IoT kepada pemerintah desa dan kelompok tani sasaran, sekaligus membangun kesamaan persepsi mengenai manfaat, urgensi, serta arah pengembangan program secara berkelanjutan. Kegiatan sosialisasi dilaksanakan melalui pertemuan tatap muka dan forum diskusi terarah (*Focus Group Discussion*) yang melibatkan perangkat desa, penyuluh pertanian, akademisi, dan anggota kelompok tani. Pada tahap ini, tim pengabdian menyampaikan rencana kegiatan, pembagian peran masing-masing pihak, serta jadwal pelaksanaan yang disusun secara partisipatif. Selain itu, forum ini menjadi wadah identifikasi potensi lokal, hambatan teknis, serta kebutuhan pelatihan yang diperlukan agar implementasi teknologi dapat berjalan efektif. Melalui proses ini, tercipta kesepahaman mengenai pentingnya adopsi teknologi digital dalam sistem pertanian serta penguatan kapasitas kelembagaan kelompok tani. Sosialisasi juga menekankan nilai strategis program dalam mendukung agenda ketahanan pangan nasional dan transformasi pertanian menuju sistem yang modern, efisien, dan ramah lingkungan. Dengan demikian, tahapan awal ini berfungsi tidak hanya sebagai proses informatif, tetapi

juga sebagai fondasi kolaboratif untuk membangun komitmen bersama dalam mewujudkan pertanian cerdas yang berkelanjutan di tingkat desa.

2.2. Pelatihan dan Peningkatan Kapasitas

Tahapan pelatihan difokuskan pada peningkatan kompetensi petani dalam aspek produksi dan pemasaran, dengan menekankan penguasaan teknologi, efisiensi sumber daya, serta kemampuan adaptasi terhadap sistem pertanian modern berbasis digital. Materi pelatihan disusun secara sistematis berdasarkan kebutuhan mitra dan hasil asesmen awal di lapangan. Secara rinci, pelatihan mencakup beberapa komponen berikut.

a. Teknik budidaya hidroponik modern

Pelatihan ini membekali peserta dengan keterampilan dasar dan lanjutan dalam sistem budidaya tanpa tanah menggunakan media air bernutrisi. Materi meliputi pemilihan jenis tanaman hortikultura bernilai ekonomi tinggi (seperti selada, sawi, dan tomat), pengaturan komposisi larutan nutrisi (N-P-K, Ca, Mg, dan mikroelemen), serta pengelolaan pH dan *Electrical Conductivity* (EC) agar pertumbuhan tanaman optimal. Selain itu, peserta dilatih untuk memahami sistem perawatan tanaman di dalam *greenhouse*, meliputi pengaturan pencahayaan, sirkulasi udara, dan pencegahan penyakit tanaman melalui sanitasi instalasi hidroponik. Pendekatan *experiential learning* diterapkan agar peserta dapat mempraktikkan secara langsung proses penanaman, pemeliharaan, hingga panen.

b. Pengenalan dan penerapan teknologi IoT

Pada bagian ini, pelatihan diarahkan untuk meningkatkan literasi digital dan kemampuan teknis petani dalam memanfaatkan sensor otomatis. Peserta diperkenalkan pada konsep dasar IoT, meliputi fungsi sensor suhu, kelembapan, dan pH, serta mekanisme integrasi dengan mikrokontroler untuk sistem irigasi otomatis. Setiap peserta mempelajari cara membaca data sensor melalui *dashboard* monitoring yang diakses lewat perangkat gawai, sekaligus mempraktikkan pengaturan sistem berdasarkan kondisi lingkungan aktual. Melalui simulasi dan pendampingan teknis, petani dilatih untuk mengidentifikasi gangguan sistem serta melakukan kalibrasi dasar pada perangkat IoT agar mampu beroperasi secara mandiri dan berkelanjutan.

c. Pengelolaan hama terpadu (PHT) dan penggunaan pupuk organik

Materi ini bertujuan menanamkan pemahaman tentang konsep *Integrated Pest Management* (IPM) yang menekankan keseimbangan ekosistem tanaman. Peserta mempelajari identifikasi dini terhadap gejala serangan hama dan penyakit, teknik pengendalian biologis menggunakan agen hayati, serta strategi rotasi tanaman untuk mencegah resistensi hama. Selain itu, peserta juga diajarkan formulasi pupuk organik cair dan padat berbasis bahan lokal (seperti limbah sayuran dan kotoran ternak fermentasi) untuk mendukung prinsip pertanian berkelanjutan dan ramah lingkungan. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis, tetapi juga menekan biaya produksi serta menjaga kesuburan media tanam jangka panjang.

d. Pelatihan pemasaran digital dan *e-commerce* desa

Pelatihan ini menitikberatkan pada peningkatan kapasitas petani dalam mengelola pemasaran berbasis digital. Peserta diajarkan strategi *branding* produk lokal, pembuatan konten promosi visual (foto, video pendek, dan info grafis), serta pemanfaatan media sosial seperti Instagram, Facebook, dan Youtube untuk memperluas jangkauan pasar. Selain itu, peserta dilatih mengelola penjualan daring melalui *subdomain website* desa yang dirancang sebagai etalase produk *Greenhouse Hidroponik IoT*. Modul pelatihan juga mencakup teknik *search engine optimization* (SEO) sederhana dan manajemen interaksi pelanggan daring. Melalui pendekatan ini, petani diharapkan mampu bertransformasi dari produsen menjadi pelaku ekonomi digital yang aktif dalam mengembangkan jejaring pemasaran mandiri. Pelatihan menggunakan metode *experiential learning* (pembelajaran berbasis pengalaman) agar peserta memperoleh keterampilan praktis melalui simulasi langsung dan studi kasus. Pendekatan ini berlandaskan pada teori andragogi (Knowles, 1984) yang menekankan pembelajaran partisipatif orang dewasa melalui praktik nyata.

2.3. Penerapan Teknologi Hidroponik Berbasis IoT

Tahap implementasi merupakan wujud konkret penerapan teknologi tepat guna pada lahan *greenhouse* seluas 450 m² milik desa. Sistem hidroponik dirancang dengan integrasi teknologi IoT, menggunakan *timer* listrik (*mist spray*), pompa *submersible inverter*, sensor DHT11, dan Arduino Mega

2560 untuk mengatur penyiraman, kelembapan, dan pemberian nutrisi tanaman secara otomatis. Data yang diperoleh dari sensor dikirim ke *dashboard monitoring* yang dapat diakses melalui perangkat gawai. Konsep ini mengacu pada teori *smart farming*, yaitu sistem pertanian yang memanfaatkan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi sumber daya dan produktivitas (Wolfert, dkk., 2017).

Selain itu, sistem jaringan nirkabel (*router Wi-Fi*) dan kamera pengawas dipasang di area *greenhouse* untuk pemantauan pertumbuhan tanaman dan keamanan fasilitas. Petani dilatih untuk membaca data sensor, menganalisis kondisi tanaman, serta menyesuaikan pengaturan sistem sesuai kebutuhan. Pada tahap ini pula dilakukan *trial and error* guna memastikan seluruh perangkat IoT berfungsi optimal sesuai kondisi lingkungan setempat.

2.4. Pendampingan dan Evaluasi Program

Pendampingan dilakukan secara intensif melalui kunjungan lapangan dan komunikasi daring menggunakan grup pesan singkat. Pendampingan berfokus pada dua hal utama: (1) keberhasilan teknis dalam pengoperasian sistem hidroponik IoT, dan (2) keberlanjutan manajemen usaha kelompok tani. Tim pengabdian memberikan bimbingan dalam pencatatan hasil panen, analisis efisiensi penggunaan air dan pupuk, serta pengelolaan keuangan sederhana. Metode evaluasi menggunakan kombinasi *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pengetahuan, keterampilan, dan sikap peserta terhadap teknologi pertanian modern (Lisdiyanta & Muhtadi, 2023). Selain itu, dilakukan survei kepuasan mitra dan observasi lapangan untuk memastikan penerapan program berjalan sesuai rencana.

Evaluasi dilakukan secara berkala dengan menggunakan pendekatan *mixed-method* yang mengombinasikan indikator kuantitatif dan kualitatif. Evaluasi kuantitatif mengukur peningkatan hasil panen (target 40%), efisiensi penggunaan sumber daya (penghematan air hingga 30%), serta peningkatan volume penjualan (target 50%). Evaluasi kualitatif dilakukan melalui analisis tematik dari hasil wawancara mendalam dengan pengurus dan anggota kelompok tani, observasi partisipatif terhadap dinamika kelompok, serta *Focus Group Discussion* (FGD) untuk menggali perubahan perilaku, tingkat literasi digital, dan keberlanjutan program. Data kualitatif dianalisis dengan mengidentifikasi tema-tema utama terkait adopsi teknologi, perubahan pola kerja, dan dampak sosial-ekonomi. Ringkasan indikator keberhasilan program disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Keberhasilan Program

Aspek	Indikator	Metode Pengukuran	Target	Capaian
Teknis	Produktivitas tanaman hidroponik	Pengukuran hasil panen per m ²	40%	40%
	Efisiensi penggunaan air	Perhitungan volume air/kg produk	30%	30%
	Tingkat keberhasilan operasional IoT	Monitoring sistem & log data	90%	92%
Ekonomi	Peningkatan volume penjualan	Pencatatan transaksi 8 bulan	50%	50%
	Peningkatan pendapatan petani	Analisis laporan keuangan bulanan	35%	40%
	Diversifikasi saluran pemasaran	Jumlah platform digital aktif	Min. 3	4 platform
Sosial	Peningkatan literasi digital	<i>Pre-test & post-test</i> kuesioner	70%	78%
	Solidaritas kelompok tani	Wawancara & observasi partisipatif	Meningkat	Menguat
	Penciptaan lapangan kerja baru	Survei & dokumentasi	Min. 5 orang	7 orang
Keberlanjutan	Kemandirian operasional	FGD & wawancara mendalam	Mandiri	Tercapai

Aspek	Indikator	Metode Pengukuran	Target	Capaian
	Kesiapan replikasi teknologi	Analisis tematik dari FGD	Siap	Siap

2.5. Strategi Keberlanjutan Program

Keberlanjutan program merupakan parameter krusial dalam mengukur keberhasilan jangka panjang suatu kegiatan pengabdian kepada masyarakat, khususnya dalam konteks introduksi teknologi pertanian modern yang memerlukan adaptasi teknis, ekonomi, dan sosial secara berkelanjutan. Program implementasi sistem hidroponik berbasis IoT di Desa Karangrejo dirancang tidak hanya sebagai intervensi jangka pendek, melainkan sebagai katalis transformasi pertanian yang mengakar kuat dalam ekosistem lokal. Menyadari bahwa keberlanjutan tidak terjadi secara otomatis, diperlukan perencanaan strategis yang komprehensif mencakup mekanisme monitoring-evaluasi terstruktur, penguatan kelembagaan kelompok tani, pengembangan kapasitas berkelanjutan, serta orkestra kolaborasi multipihak yang sinergis. Strategi keberlanjutan ini didesain dengan pendekatan partisipatif yang menempatkan kelompok tani sebagai subjek aktif, bukan sekadar objek program, dengan dukungan ekosistem pendukung yang melibatkan pemerintah desa, perguruan tinggi, dinas teknis, dan sektor swasta. Melalui kerangka kerja terpadu yang menggabungkan aspek teknis, manajerial, dan ekonomi, program ini diharapkan tidak hanya mampu bertahan pasca-pendampingan, tetapi juga berkembang menjadi model replikasi bagi pengembangan pertanian berkelanjutan di wilayah lain, sekaligus memberikan kontribusi nyata terhadap pencapaian ketahanan pangan dan peningkatan kesejahteraan petani secara berkelanjutan. Untuk memastikan keberlanjutan program pasca-pendampingan, telah dirancang strategi jangka panjang yang melibatkan partisipasi aktif kelompok tani dan kolaborasi multipihak.

Rencana Tindak Lanjut (*Follow-Up*)

Transisi dari fase implementasi menuju kemandirian operasional merupakan periode kritis yang menentukan keberhasilan jangka panjang program pengabdian masyarakat berbasis teknologi. Rencana tindak lanjut disusun sebagai *roadmap* strategis untuk memastikan transfer pengetahuan dan teknologi yang telah dilakukan dapat terinternalisasi secara optimal dalam sistem operasional kelompok tani, sekaligus mengantisipasi berbagai tantangan teknis maupun manajerial yang mungkin muncul pasca-pendampingan intensif. Mengacu pada konsep *capacity building* berkelanjutan, rencana tindak lanjut dirancang dengan pendekatan gradual yang menurunkan intensitas pendampingan eksternal secara bertahap sambil meningkatkan kapasitas internal kelompok tani melalui mekanisme monitoring-evaluasi berjenjang, penguatan struktur kelembagaan, dan pengembangan kompetensi sumber daya manusia secara sistematis. Kerangka waktu tindak lanjut dibagi dalam tiga fase strategis yaitu fase stabilisasi (bulan 1-6) yang fokus pada pemantauan operasional intensif, fase konsolidasi (bulan 7-12) yang menekankan evaluasi keberlanjutan teknis-finansial, dan fase pengembangan (tahun ke-2 dan seterusnya) yang berorientasi pada ekspansi usaha dan replikasi model. Melalui pendekatan bertahap ini, diharapkan kelompok tani tidak hanya mampu mengoperasikan sistem hidroponik IoT secara mandiri, tetapi juga mengembangkan daya adaptasi dan inovasi untuk menjawab dinamika pasar dan teknologi yang terus berkembang.

1. Monitoring dan Evaluasi Berkala

- a. Bulan 1-6 pasca-program: Monitoring bulanan melalui kunjungan lapangan dan komunikasi daring untuk memastikan operasional sistem IoT berjalan optimal
- b. Bulan 7-12: Evaluasi triwulanan dengan fokus pada keberlanjutan teknis dan finansial
- c. Tahun ke-2 dan seterusnya: Monitoring semesteran untuk memantau perkembangan usaha dan identifikasi kebutuhan pengembangan

2. Penguatan Kelembagaan dan Unit Usaha

- a. Pembentukan Unit Bisnis "Hidroponik Karangrejo" sebagai badan usaha mandiri yang mengelola produksi, pemasaran, dan keuangan secara profesional
- b. Penyusunan Standard Operating Procedure (SOP) untuk operasional teknis dan manajerial
- c. Pelatihan lanjutan manajemen keuangan dan pengembangan produk (diversifikasi tanaman hidroponik)

3. Pengembangan Kapasitas Berkelanjutan

- a. Program kaderisasi dengan melatih 5-10 petani muda sebagai operator IoT dan trainer bagi kelompok tani lain
- b. Fasilitasi studi banding ke kelompok tani hidroponik sukses di wilayah lain
- c. Pengembangan sistem pemasaran digital lanjutan (e-commerce, kemitraan dengan supermarket)

Peran Lembaga Mitra

Keberlanjutan program pengabdian masyarakat berbasis teknologi tidak dapat tercapai melalui upaya sektoral yang terisolasi, melainkan memerlukan orkestra kolaborasi multipihak dalam suatu ekosistem kemitraan yang sinergis dan saling memperkuat. Pendekatan *multi-stakeholder collaboration* menjadi prasyarat fundamental dalam memastikan transfer teknologi hidroponik berbasis IoT dapat berakar kuat dan berkembang secara berkelanjutan, mengingat kompleksitas tantangan yang mencakup dimensi teknis, ekonomi, sosial, dan kelembagaan yang tidak dapat diselesaikan oleh satu entitas secara tunggal. Konsep *quadruple helix innovation* yang mengintegrasikan peran pemerintah (*government*), akademisi (*university*), pelaku usaha (*business*), dan masyarakat (*community*) menjadi kerangka kerja dalam merancang pola kemitraan strategis yang responsif terhadap kebutuhan lokal sekaligus adaptif terhadap dinamika eksternal. Dalam konteks program ini, lima pilar kelembagaan Pemerintah Desa Karangrejo, perguruan tinggi, Dinas Pertanian Kabupaten Kediri, sektor swasta, dan mekanisme koordinasi multipihak dirancang dengan pembagian peran yang jelas namun saling terintegrasi, menciptakan sistem pendukung komprehensif yang mencakup aspek regulasi, pendampingan teknis, akses pasar, pembiayaan, dan pengembangan kapasitas berkelanjutan. Melalui delineasi peran yang terstruktur dan mekanisme koordinasi yang terkelola dengan baik, kolaborasi multipihak ini diharapkan tidak hanya menjamin keberlanjutan program, tetapi juga menciptakan model kemitraan yang dapat direplikasi sebagai *best practice* pengembangan pertanian berbasis teknologi di Indonesia.

1. Pemerintah Desa Karangrejo

- a. Menyediakan dukungan kebijakan berupa Peraturan Desa (Perdes) tentang pengembangan pertanian modern
- b. Mengalokasikan anggaran Dana Desa untuk perawatan infrastruktur dan pengembangan kapasitas kelompok tani
- c. Memfasilitasi perizinan dan legalitas Unit Bisnis Hidroponik Karangrejo

2. Universitas (Tim Pengabdian)

- a. Melakukan pendampingan teknis berkelanjutan melalui mahasiswa KKN sebagai pendamping lapangan
- b. Menyediakan akses laboratorium untuk uji kualitas produk dan troubleshooting sistem IoT
- c. Memfasilitasi riset aplikatif untuk inovasi sistem hidroponik dan IoT generasi berikutnya
- d. Menyelenggarakan pelatihan berkala (minimal 2 kali per tahun) tentang teknologi pertanian terkini

3. Dinas Pertanian Kabupaten Kediri

- a. Memberikan bantuan teknis berupa bimbingan agronomis dan pengendalian hama terpadu
- b. Memfasilitasi sertifikasi produk (Good Agricultural Practices/GAP)
- c. Mengintegrasikan program ke dalam skema bantuan pemerintah (subsidi pupuk, peralatan, dll)
- d. Mempromosikan produk Hidroponik Karangrejo dalam event pameran pertanian tingkat kabupaten/provinsi

4. Sektor Swasta dan Perbankan

- a. Mitra teknologi: Penyedia layanan IoT untuk maintenance sistem dan upgrade teknologi dengan skema kemitraan
- b. Mitra pemasaran: Kerja sama dengan supermarket, restoran, dan hotel untuk penyerapan produk secara reguler
- c. Lembaga keuangan: Akses pembiayaan mikro/KUR untuk ekspansi usaha dan modal kerja dengan bunga rendah
- d. CSR perusahaan: Dukungan peralatan atau pelatihan kewirausahaan

5. Mekanisme Koordinasi Multipihak

- Pembentukan Forum Koordinasi Pengembangan Hidroponik Karangrejo yang beranggotakan perwakilan kelompok tani, pemerintah desa, universitas, dinas pertanian, dan mitra swasta
- Rapat koordinasi triwulanan untuk evaluasi program dan perencanaan pengembangan
- Sistem pelaporan berkala kepada semua pemangku kepentingan melalui dashboard digital

Melalui strategi terpadu ini, program diharapkan tidak hanya berkelanjutan secara teknis dan ekonomi, tetapi juga mampu menjadi model replikasi bagi desa-desa lain di Kabupaten Kediri dan sekitarnya.

Tahap akhir difokuskan pada perencanaan keberlanjutan program setelah kegiatan pengabdian berakhir. Strategi ini dilakukan melalui pembentukan Kelompok Tani Modern Karangrejo sebagai pengelola mandiri *greenhouse* hidroponik IoT. Kelompok ini akan menjalin kemitraan dengan pasar lokal dan lembaga swasta untuk mendukung pemasaran produk. Selain itu, tim pengabdian menyiapkan subdomain laman desa sebagai pusat informasi dan promosi digital hasil pertanian, serta sebagai wadah edukasi berkelanjutan bagi masyarakat. Konsep keberlanjutan ini berlandaskan pada teori *capacity building* yang menekankan pentingnya transfer pengetahuan dan penguatan kelembagaan lokal agar mampu berkembang secara mandiri (Dendra, 2025; Puspitoningrum, dkk., 2024)

Data yang dikumpulkan dalam kegiatan ini dianalisis menggunakan pendekatan mixed-method. Data kuantitatif berupa produktivitas tanaman, efisiensi penggunaan air dan pupuk, volume penjualan, serta pendapatan petani dianalisis menggunakan statistik deskriptif dengan menghitung persentase peningkatan antara kondisi *baseline* dan *endline*. Data monitoring IoT (suhu, kelembapan, pH) dianalisis melalui tren grafis untuk evaluasi kinerja sistem. Literasi digital diukur melalui instrumen *pre-test* dan *post-test* yang dianalisis secara deskriptif komparatif.

Data kualitatif dari wawancara mendalam, *focus group discussion* (FGD), dan observasi partisipatif dianalisis menggunakan analisis tematik melalui tahapan: (1) transkripsi data, (2) *open coding* untuk identifikasi unit makna, (3) *axial coding* untuk pengelompokan kategori, dan (4) *selective coding* untuk merumuskan tema-tema utama terkait adopsi teknologi, perubahan perilaku, dan keberlanjutan program. Triangulasi data dilakukan dengan membandingkan temuan dari berbagai sumber (petani, pengurus, perangkat desa) dan metode pengumpulan data untuk memvalidasi hasil evaluasi. Integrasi data kuantitatif dan kualitatif menghasilkan pemahaman holistik tentang dampak program pada aspek teknis, ekonomi, dan sosial.

3. Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat di Desa Karangrejo Kecamatan Kandat Kabupaten Kediri telah menghasilkan berbagai luaran yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam aspek produksi, penguasaan teknologi, serta kemampuan pemasaran kelompok tani. Implementasi sistem *Greenhouse* Hidroponik berbasis IoT terbukti mampu meningkatkan efisiensi budidaya, memperkuat kapasitas sumber daya manusia, serta membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat desa.

3.1. Peningkatan Kapasitas dan Pengetahuan Mitra

Kegiatan pelatihan yang dilaksanakan pada tahap awal berhasil meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota Kelompok Tani Modern Desa Karangrejo berjumlah 33 orang yang membahas mengenai konsep pertanian modern, hidroponik, dan teknologi *Internet of Things* (IoT) yang dilaksanakan pada tiga sesi. Berdasarkan hasil evaluasi *pre-test* dan *post-test*, terjadi peningkatan pemahaman sebesar 78% terkait manajemen budidaya, efisiensi penggunaan sumber daya, serta pengoperasian perangkat digital (Khan, 2024).



Gambar 2. Sosialisasi Pengabdian ke Kelompok Tani Modern Desa Karangrejo

Pelatihan dilaksanakan dengan menggunakan metode praktik langsung (*hands-on training*) pada lahan *greenhouse* yang telah disiapkan sebagai laboratorium lapangan. Pendekatan ini dirancang untuk memastikan bahwa peserta tidak hanya memahami konsep teoritis, tetapi juga menguasai keterampilan teknis secara aplikatif dalam seluruh siklus budidaya hidroponik, mulai dari persiapan media tanam, penyusunan instalasi sistem nutrisi, hingga manajemen panen dan pascapanen. Melalui praktik lapangan, peserta berlatih mengoperasikan perangkat sensor dan sistem irigasi otomatis berbasis IoT, serta melakukan analisis sederhana terhadap data lingkungan untuk menentukan langkah penyesuaian yang diperlukan.

Selain pelatihan teknis, kegiatan ini juga mencakup pelatihan pemasaran digital yang memberikan kompetensi tambahan di bidang promosi dan komunikasi daring. Peserta dibimbing untuk merancang konten promosi visual yang menarik, mengelola akun media sosial (seperti Instagram, Facebook, dan Youtube) secara profesional, serta memanfaatkan subdomain *website* desa sebagai sarana publikasi hasil panen dan transaksi *e-commerce*. Pendekatan ini tidak hanya memperluas jangkauan pemasaran produk, tetapi juga menumbuhkan kesadaran baru di kalangan petani mengenai pentingnya transformasi digital dalam meningkatkan nilai tambah hasil pertanian. Dengan demikian, proses pelatihan menjadi sarana pembelajaran holistik yang mengintegrasikan aspek produksi, teknologi, dan pemasaran dalam satu ekosistem pertanian cerdas yang berkelanjutan.

Dari sisi pemberdayaan masyarakat, kegiatan ini juga meningkatkan partisipasi lintas kelompok (ibu rumah tangga, pemuda, dan petani senior), yang kini berkolaborasi aktif dalam mengelola area hidroponik dan kegiatan promosi hasil panen secara daring (Mustika, 2019).

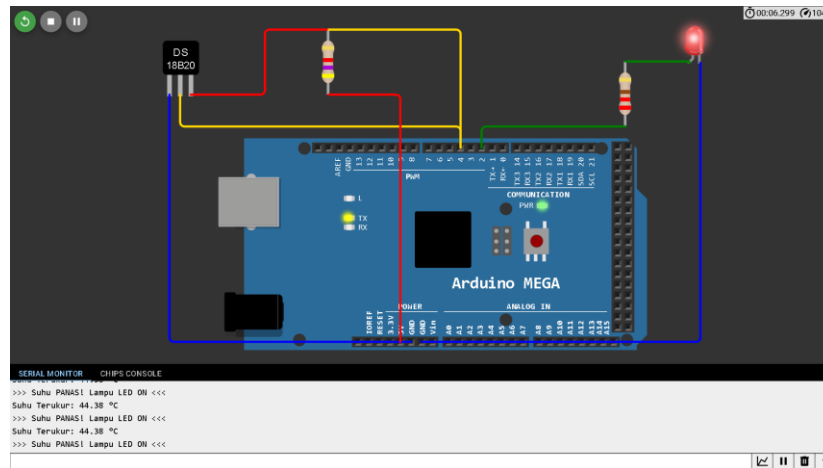


Gambar 3. Pelatihan tentang Manajemen SDM dan Pemasaran Digital

3.2. Implementasi Teknologi Hidroponik IoT

Penerapan teknologi IoT yang ditunjukkan oleh Gambar 4 merupakan sistem hidroponik di *greenhouse* telah diimplementasikan secara terstruktur dan menunjukkan hasil yang optimal. Sistem ini terdiri atas serangkaian sensor suhu, kelembapan, dan pH yang terintegrasi dengan mikrokontroler serta modul komunikasi nirkabel untuk mengirimkan data lingkungan secara *real-time* ke *dashboard monitoring*. Data yang diperoleh memungkinkan petani melakukan pengaturan presisi terhadap kebutuhan air dan nutrisi tanaman sesuai dengan kondisi aktual. Mekanisme ini tidak hanya mendukung

pengambilan keputusan berbasis data (*data-driven decision making*), tetapi juga meminimalkan kesalahan manusia dalam proses budidaya. Integrasi antara sistem kontrol otomatis dan perangkat sensor memperkuat konsep *smart greenhouse*, yakni sistem pertanian yang mampu beradaptasi terhadap perubahan kondisi lingkungan melalui mekanisme pengendalian berbasis umpan balik (*feedback loop system*).



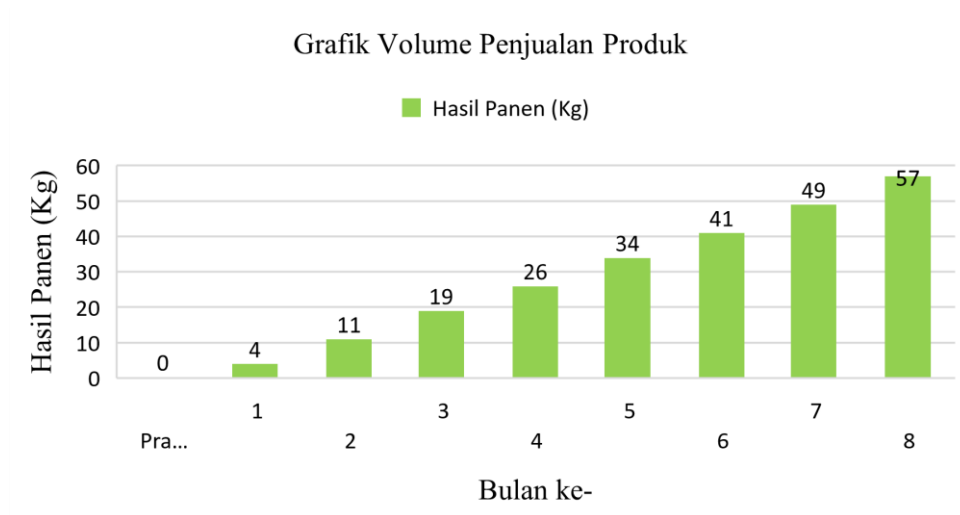
Gambar 4. Skema sistem IoT mikrokontroler

Hasil pengamatan selama delapan bulan menunjukkan peningkatan produktivitas tanaman hidroponik secara signifikan. Rata-rata hasil panen tanaman sawi meningkat dari 5 kg/m² menjadi 8 kg/m² per siklus panen, sedangkan tanaman tomat mengalami peningkatan dari 10 kg/m² menjadi 15 kg/m². Selain peningkatan hasil, efisiensi penggunaan air mencapai 30% dan konsumsi pupuk berkurang sekitar 20% per siklus tanam. Capaian ini membuktikan bahwa penerapan sistem berbasis IoT mampu meningkatkan efisiensi sumber daya sekaligus menekan biaya operasional produksi.

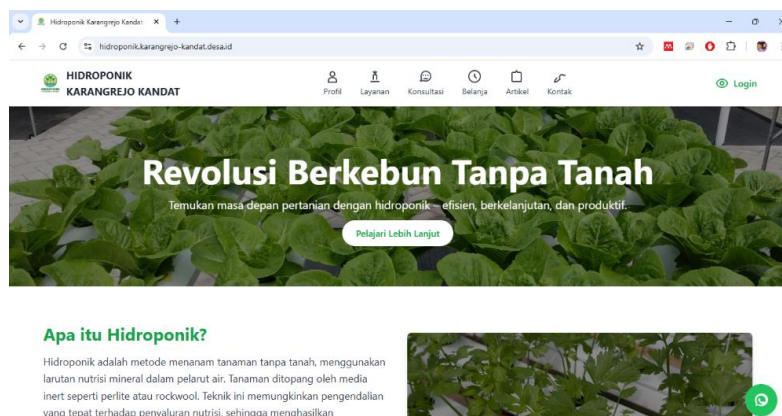
Selain itu, sistem pemantauan berbasis kamera yang terhubung dengan jaringan *Wi-Fi* memberikan dukungan tambahan bagi kelompok tani dalam memantau pertumbuhan tanaman dan kondisi *greenhouse* tanpa harus hadir secara fisik di lokasi. Fitur ini meningkatkan fleksibilitas dan efektivitas waktu kerja, serta memungkinkan pengawasan jarak jauh secara berkelanjutan. Dengan demikian, integrasi teknologi IoT pada sistem hidroponik tidak hanya menghasilkan peningkatan produktivitas dan efisiensi, tetapi juga menciptakan pola kerja yang lebih adaptif, modern, dan sesuai dengan tuntutan pertanian berkelanjutan di era digital.

3.3. Peningkatan Aspek Pemasaran dan Nilai Tambah Produk

Dalam aspek pemasaran, kelompok tani berhasil mengembangkan kanal digital berupa subdomain *website* Desa Karangrejo serta akun media sosial untuk promosi produk hidroponik. Upaya ini berdampak pada peningkatan volume penjualan produk sebesar 50% dalam delapan bulan. Selain itu, kelompok tani juga berhasil menjalin kerja sama baru dengan pasar lokal dan kios sayuran di wilayah Kediri.

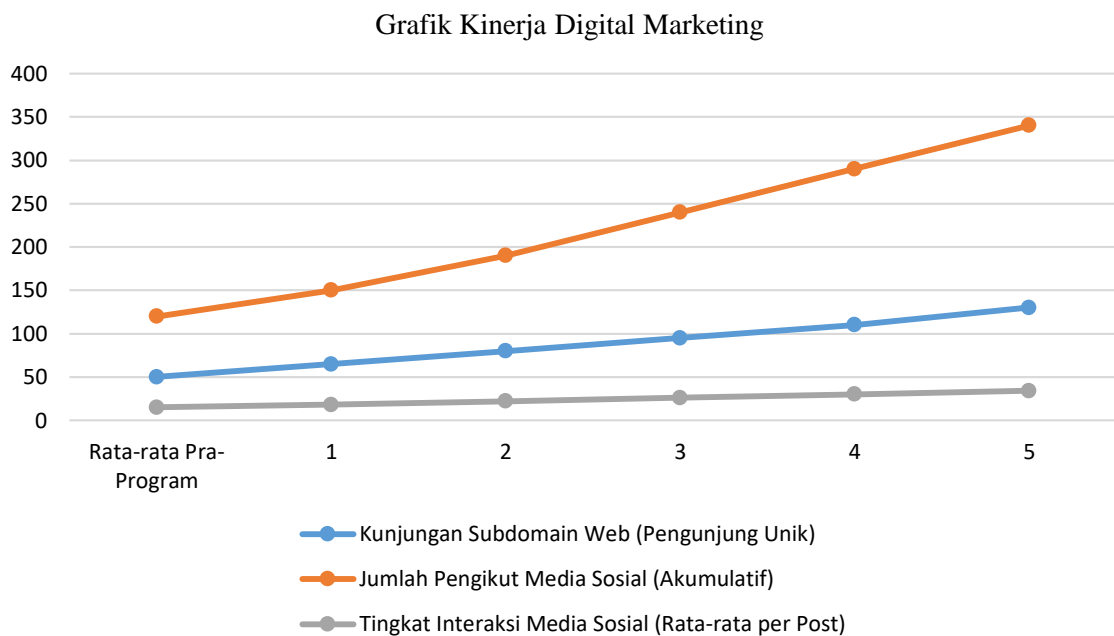


Gambar 5. Grafik Volume Penjualan Produk selama 8 bulan



Gambar 6. Subdomain Website <https://hidroponik.karangrejo-kandat.desa.id>

Inovasi dalam kemasan dan *branding* produk memberikan nilai tambah ekonomi yang signifikan. Produk hidroponik yang semula dijual tanpa label kini dikemas dengan desain yang menarik dan identitas merek lokal “Hidroponik Karangrejo”. Hal ini meningkatkan nilai jual hingga 30% dibanding sebelumnya. Kesadaran merek juga meningkat, terlihat dari peningkatan jumlah pengikut media sosial dan peningkatan permintaan pesanan rutin dari konsumen lokal.



Gambar 7. Grafik Kinerja Digital Marketing selama 5 bulan

3.4. Perubahan Kondisi Mitra Sebelum dan Sesudah Kegiatan

Sebelum kegiatan pengabdian, kelompok tani Desa Karangrejo menghadapi kendala utama berupa keterbatasan pengetahuan teknologi, rendahnya produktivitas, serta belum adanya strategi pemasaran modern. Setelah kegiatan pengabdian dilaksanakan, perubahan yang terukur dapat dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Perubahan Kondisi Sebelum dan Setelah Kegiatan

Aspek	Kondisi Sebelum Pengabdian	Kondisi Setelah Pengabdian	Perubahan/Outcome
Produksi	Sistem tanam konvensional; hasil panen tidak stabil	Sistem hidroponik IoT; hasil panen meningkat hingga 40%	Efisiensi penggunaan air & pupuk meningkat; kualitas hasil lebih baik
Teknologi	Belum ada sistem digital untuk monitoring tanaman	Sensor dan kamera IoT aktif; data dikontrol <i>real-time</i>	Petani mampu membaca data dan mengatur sistem otomatis
Pemasaran	Penjualan hanya di pasar lokal dengan harga fluktuatif	Penjualan melalui platform digital dan kemitraan pasar	Volume penjualan naik 50%; satu mitra penjualan baru terbentuk
Kapasitas SDM	Minim pelatihan dan literasi digital	33 anggota kelompok tani mengikuti pelatihan & pendampingan	Meningkatnya keterampilan manajemen dan teknologi pertanian
Ekonomi Rumah Tangga	Pendapatan petani relatif rendah dan tidak stabil	Pendapatan meningkat rata-rata 40% per bulan	Terjadi peningkatan kesejahteraan keluarga petani

Sumber data : hasil survei, observasi, dan laporan keuangan (Februari hingga Oktober 2025)

3.5. Dampak Sosial dan Keberlanjutan Program

Selain peningkatan ekonomi, kegiatan ini memiliki dampak sosial positif berupa terbentuknya solidaritas dan kolaborasi antarwarga. Kelompok tani kini memiliki struktur organisasi yang lebih solid dengan pembagian tugas dalam bidang produksi, pemasaran, dan dokumentasi digital (Aji, 2017; Nugroho, 2018). Kegiatan ini juga memberikan peluang kerja baru bagi pemuda desa yang berperan dalam pengelolaan *greenhouse* dan promosi produk secara daring.

Dalam jangka panjang, program ini diharapkan menjadi model percontohan pertanian modern di tingkat desa. Pemerintah desa berkomitmen untuk mempertahankan *greenhouse* hidroponik IoT sebagai pusat edukasi pertanian digital dan tempat pelatihan bagi kelompok tani lain di wilayah sekitar. Dengan demikian, pengabdian ini tidak hanya meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga memperkuat ekosistem inovasi desa berbasis teknologi, sejalan dengan visi Asta Cita dan *Sustainable Development Goals* (SDGs) poin 2 dan 8.

4. Simpulan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berfokus pada penerapan *Greenhouse* Hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) di Desa Karangrejo telah memberikan dampak positif yang nyata bagi peningkatan kapasitas, produktivitas, dan kemandirian ekonomi kelompok tani. Melalui serangkaian tahapan sosialisasi, pelatihan, penerapan teknologi, serta pendampingan dan evaluasi, kelompok tani berhasil menguasai teknik budidaya hidroponik modern yang efisien dan ramah lingkungan. Penerapan teknologi IoT terbukti mampu meningkatkan hasil panen tanaman sayuran hingga 40%, menghemat penggunaan air sebesar 30%, serta menekan biaya produksi melalui sistem monitoring otomatis.

Dari aspek sosial ekonomi, kegiatan ini memperkuat sinergi antar anggota kelompok tani dan membuka peluang kewirausahaan baru berbasis pertanian digital. Peningkatan keterampilan literasi digital dan pemasaran daring berdampak pada perluasan jaringan pasar serta peningkatan pendapatan petani rata-rata sebesar 40% per bulan. Program ini juga menciptakan perubahan sosial yang signifikan, di mana petani kini lebih adaptif terhadap teknologi, kolaboratif, dan memiliki kesadaran lebih tinggi terhadap pentingnya pertanian berkelanjutan. Namun demikian, keberhasilan program ini masih dipengaruhi oleh faktor kemampuan teknis awal peserta yang beragam sehingga pendampingan lanjutan tetap diperlukan.

Sebagai tindak lanjut, disarankan agar pemerintah desa dan perguruan tinggi terus melakukan pendampingan lanjutan melalui pelatihan intensif dan replikasi sistem hidroponik IoT di lahan-lahan lain. Selain itu, penguatan kelembagaan kelompok tani dan pengembangan jejaring kemitraan dengan sektor swasta atau lembaga keuangan akan memperkuat keberlanjutan program ini. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini tidak hanya meningkatkan ketahanan pangan dan kesejahteraan masyarakat Desa Karangrejo, tetapi juga dapat menjadi model pengembangan pertanian cerdas yang dapat direplikasi di desa-desa lain di Indonesia.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih dan apresiasi diberikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) yang telah mendanai sepenuhnya kegiatan ini melalui program Hibah Pengabdian *Batch* III tahun 2025. Universitas Nusantara PGRI Kediri, pemerintah, dan masyarakat Desa Karangrejo Kecamatan Kandat Kabupaten Kediri yang telah turut serta dalam membantu terlaksananya program pengabdian.

6. Referensi

- Afridhianika, A. N., & Lestari, R. D. (2025). Strategi pemasaran digital di bidang agribisnis pertanian perbaikan daya saing produk lokal. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 5(2), 2925–2932. <https://doi.org/10.31004/innovative.v5i2.18553>
- Aji, M. P. P. (2017). English listening blended learning: The implementation of blended learning in teaching listening to university students. *Kajian Linguistik Dan Sastra*, 2(1), 25–32. <https://doi.org/10.23917/cls.v2i1.5349>

- Aldiansyah, F. A., Irawan, R. H., & Helilintar, R. (2025). Implementasi sistem monitoring kelembapan tanah berbasis IoT pada greenhouse menggunakan fuzzy logic. *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 9(2), 1158–1164. <https://doi.org/10.29407/jdephk34>
- Budiawati, Y. (2024). Hubungan antara karakteristik sosial ekonomi dan status kesehatan balita terhadap ketahanan pangan di provinsi Banten. *Jurnal Ilmu Pertanian Tirtayasa*, 6(2). <https://doi.org/10.33512/jipt.v6i2.30149>
- Dendra, S. (2025). *Pemberdayaan masyarakat dalam meningkatkan produktivitas pertanian berkelanjutan (Metode asset based community development Kampung Cipulus Desa Mandalasari Kecamatan Cikancung Kab. Bandung)*. Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Bandung.
- Faiah, H., Nariswati, B., Nizam, M. N. A., Salsabila, D. S. D., Masan, S. B., Jamon, M. E., Asfihany, M. V., Ardiansyah, R. E., Yustika, N. A., Helan, A. R. N., & Santia, G. (2025). Sosialisasi sistem aquaponik sebagai langkah menuju kemandirian pangan masyarakat Desa Grabagan, Tulangan-Sidoarjo. *Jurnal Medika: Medika*, 4(4), 2218–2224. <https://doi.org/10.31004/qnh7bk81>
- Gupta, S., Chowdhury, S., Govindaraj, R., Amesho, K. T. T., Shangdiar, S., Kadhila, T., & Iikela, S. (2025). Smart agriculture using IoT for automated irrigation, water and energy efficiency. *Smart Agricultural Technology*, 12. <https://doi.org/10.1016/J.ATECH.2025.101081>
- Hasanah, F., Setiawan, I., Noor, T. I., & Yudha, E. P. (2021). Pemetaan sebaran tingkat alih fungsi lahan sawah di Kabupaten Serang. *Jurnal Agrica*, 14(2), 171–182. <https://doi.org/10.31289/agrica.v14i2.5039>
- Hidayat, S. I., & Rofiqoh, L. L. (2020). Analisis alih fungsi lahan pertanian di Kabupaten Kediri. *Jurnal Social Economic of Agriculture*, 9(1), 59–68. <https://doi.org/10.26418/J.SEA.V9I1.40646>
- Khan, R. I. (2024). Effective character education for children: insights from family- based approaches in Indonesia. *ASA Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 1(1), 63–70.
- Knowles, M. (1984). *Andragogy in action: Applying modern principles of adult learning*. San Fransisco: Jossey-Bass Inc.
- Lestari, A. A., & Wicaksana, B. E. (2025). Strategi e-commerce untuk meningkatkan daya saing produk pertanian di era digital di Gapoktan Suka Bungah Desa Tambakaya Kecamatan Cibadak. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi "SainTek,"* 2(1), 243–255. Retrieved from <https://conference.ut.ac.id/index.php/saintek/article/view/4984>
- Lisdiyanta, T., & Muhtadi, M. (2023). Evaluasi pelatihan teknologi informasi dan komunikasi bagi petani di Sumatera Utara, Sumatera Barat, dan Sumatera Selatan. *Jurnal SOLMA*, 12(2), 640–652. <https://doi.org/10.22236/solma.v12i2.11152>
- Mardiansyah, Y., Ilmi, N., Caniago, D. P., Masril, M. A., Fahrudini, R. E., & Sumardi, H. (2023). Application of smart indoor hydroponic technology to support food security. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 8(4), 572–582. <https://doi.org/10.26905/ABDIMAS.V8I4.11275>
- Mustika, M. (2019). Penerapan teknologi digital marketing untuk meningkatkan strategi pemasaran snack Tiwul. *JSAI (Journal Scientific and Applied Informatics)*, 2(2), 165–171. <https://doi.org/10.36085/jsai.v2i2.352>
- Nugroho, I. H. (2018). Integrasi manajemen kelas dan kontrol kedisiplinan untuk mengubah perilaku siswa yang tidak produktif. *Al-Hikmah: Journal Of Education And Islamic Studies*, 6(2), 17–21. Retrieved from <https://ejournal.badrushholeh.ac.id/index.php/Al-Hikmah/article/view/68>
- Nuzuliyah, L., Sunandar, S., & Widodo, A. (2024). Feasibility and sensitivity analysis of premium golden melon cultivation business: Implementation of low-cost smart greenhouse system. *Jurnal AgroSainTa*, 8(2), 65–76. <https://doi.org/10.51589/ags.v8i02.3822>
- Oseany, R. L., Kusumaningtyas, D., & Raharjo, I. B. (2024). The influence of digital marketing on sales performance of Batik Nulaba MSMEs in Pekalongan, Central Java. *Asa Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Pembelajaran*, 1(1), 38–52. <https://doi.org/10.63709/ajppp.v1i1.9>
- Puspitoningrum, E., Putri, P. A. N., Suhartono, S., Kurniawan, D. R., & Nugroho, I. H. (2024). Pengenalan dan penguatan literasi digital di SMA: Mengajarkan etika dan keamanan dalam penggunaan teknologi. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(2), 2663–2669. <https://doi.org/10.31004/cdj.v5i2.26330>

- Ruhimat, I. S. (2017). Capacity building of farmer groups in Agroforestry Farming: Case study in Cukangkawung Village, Sodonghilir Subdistrict, Tasikmalaya District, West Java Province. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 14(1), 1–17. <https://doi.org/10.20886/jpsek.2017.14.1.1-17>
- Salasa, A. R. (2021). Paradigma dan dimensi strategi ketahanan pangan Indonesia. *Jejaring Administrasi Publik*, 13(1), 35–48. <https://doi.org/10.20473/JAP.V13I1.29357>
- Selay, A., Andgha, G. D., Alfarizi, M. A., Bintang, M. I., Falah, M. N., Khaira, M., & Encep, M. (2022). Internet of things. *Karimah Tauhid*, 1(2963-590X), 861–862. <https://doi.org/https://doi.org/10.30997/karimahtauhid.v1i6.7633>
- Sari, Y. N., & Sari, M. (2025). Inovasi teknologi IoT untuk mendukung pertanian berkelanjutan. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 8(1), 271–284. <https://doi.org/10.56338/JKS.V8I1.6737>
- Sidharta, V. R., Febiyanti, E. E., Zulfaida, A. S., Kusumaningsih, L. A., Putri, F. D. A., & Lailiyah, N. (2024). Digital marketing for UMKM actors in Pakelan Village, Kediri City. *Dimar: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.63709/dimar.v1i1.3>
- Siswadi, S., & Syaifuddin, A. (2024). Penelitian tindakan partisipatif metode PAR (Participatory action research) tantangan dan peluang dalam pemberdayaan komunitas. *Ummul Qura Jurnal Institut Pesantren Sunan Drajat (INSUD) Lamongan*, 19(2), 111–125. <https://doi.org/10.55352/UQ.V19I2.1174>
- Sriman, B., Basha, H. A., Sampath, N., Silviya, S. H. A., Mani, R. V., & Varadarajan, V. (2024). Smart hydroponic greenhouse enhanced with the application of the internet of things. *HKIE Transactions Hong Kong Institution of Engineers*, 31(3). <https://doi.org/10.33430/v31n3thie-2024-0029>
- Sudrajat, S., Purnama, I. L. S., Wijaya, H., & Rajab, M. (2025). Pengembangan diversifikasi produk pangan lokal untuk mewujudkan kedaulatan pangan di Desa Bleberan, Kapanewon Playen, Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Pengabdian, Riset, Kreativitas, Inovasi, Dan Teknologi Tepat Guna*, 3(1), 202–214. <https://doi.org/10.22146/parikesit.v3i1.17733>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M. J. (2017). Big data in smart farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2017.01.023>