

Pemberdayaan Kelompok Tani melalui Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair dan Implementasi Teknologi IoT untuk Optimasi Pemupukan Tanaman

Reti Handayani¹, Yendi Putra², Yulhan³, Etika Melsyah Putri⁴, Dewi Jayagma Ilham⁵, Aulia Meyuliana⁶, Dona Kurnia⁷, Efmi Maiyana⁸, Amelia Cahaya Putri⁹, Adithya Permana¹⁰, Habib Ghazi Al Ghifari¹¹

^{1,2,3,4,9,10,11}Jurusan Manajemen Informatika, fakultas Ekonomi, Universitas Mahaputra Muhammad Yamin

^{5,6}Jurusan Agroteknologi, fakultas Pertanian, Universitas Mahaputra Muhammad Yamin

⁷Jurusan Informatika Medis, Fakultas Sains, Universitas Prima Nusantara

⁸Jurusan Manajemen Informatika, AMIK Bukittinggi

¹jeranikasdun@gmail.com, ²yendiputrarao@gmail.com, ³yulhan.wafiq@gmail.com, ⁴etikamelsyahputri@gmail.com,

⁵dewijayagma@gmail.com, ⁶auliameyuliana@gmail.com, ⁷jauzakiting@gmail.com, ⁸efmimaiyana@gmail.com,

⁹ameliahayasaputri@gmail.com, ¹⁰adithyapermana55@gmail.com, ¹¹habibghazi09@gmail.com

Abstract

The Landia Saiyo Sahati Farmers Group faces high fertilizer costs due to a reliance on chemical fertilizers, low utilization of local resources as raw materials for organic fertilizer, and the suboptimal application of digital technology in crop cultivation. These conditions have led to increased production costs and suboptimal fertilizer efficiency. This community service activity aims to increase farmers' capacity to independently produce liquid organic fertilizer (POC) from local raw materials and to implement Internet of Things (IoT) technology to support more targeted fertilization and irrigation. The implementation method includes initial observation, outreach, training on POC production, demonstration of the use of an ESP32-based IoT system integrated with a soil moisture sensor, device installation on 3,000 m² of agricultural land, and mentoring and evaluation using pre- and post-tests for 20 farmer group members over three months. The results of the program showed an 85% increase in participants' knowledge and skills, a 35% reduction in fertilizer purchasing costs through independent production of fertilizer-based organic fertilizer (POC), a 90% increase in timely fertilizer and watering, and an average 18% increase in crop productivity compared to before the program. This activity successfully increased farmer independence in fertilizer procurement, encouraged the use of IoT technology in crop cultivation, and increased cost efficiency and land productivity. The implemented empowerment model has the potential to be replicated in other farmer groups as an effort to support sustainable agriculture based on technology and local resources.

Keywords: *Internet of Things; community empowerment; precision agriculture; liquid organic fertilizer; appropriate technology.*

Abstrak

Kelompok Tani Landia Saiyo Sahati menghadapi permasalahan tingginya biaya pemupukan akibat ketergantungan terhadap pupuk kimia, rendahnya pemanfaatan sumber daya lokal sebagai bahan baku pupuk organik, serta belum optimalnya penerapan teknologi digital dalam budidaya tanaman. Kondisi tersebut menyebabkan biaya produksi meningkat dan efisiensi pemupukan belum maksimal. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kapasitas petani dalam memproduksi pupuk organik cair (POC) berbahan baku lokal secara mandiri serta menerapkan teknologi Internet of Things (IoT) untuk mendukung pemupukan dan penyiraman yang lebih tepat sasaran. Metode pelaksanaan meliputi observasi awal, penyuluhan, pelatihan pembuatan POC, demonstrasi penggunaan sistem IoT berbasis ESP32 yang terintegrasi dengan sensor kelembapan tanah, instalasi perangkat pada lahan pertanian seluas 3.000 m², serta pendampingan dan evaluasi menggunakan pre-test dan post-test terhadap 20 anggota kelompok tani selama tiga bulan. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pengetahuan dan

keterampilan peserta sebesar 85%, penurunan biaya pembelian pupuk sebesar 35% melalui produksi POC secara mandiri, peningkatan ketepatan waktu pemupukan dan penyiraman hingga 90%, serta peningkatan produktivitas tanaman rata-rata sebesar 18% dibandingkan sebelum program dilaksanakan. Kegiatan ini berhasil meningkatkan kemandirian petani dalam penyediaan pupuk, mendorong pemanfaatan teknologi IoT pada budidaya tanaman, serta meningkatkan efisiensi biaya dan produktivitas lahan. Model pemberdayaan yang diterapkan berpotensi direplikasi pada kelompok tani lainnya sebagai upaya mendukung pertanian berkelanjutan berbasis teknologi dan sumber daya lokal.

Kata kunci: Internet of Things; pemberdayaan masyarakat; pertanian presisi; pupuk organik cair; teknologi tepat guna.

© 2026 Author

Creative Commons Attribution 4.0 International License



1. Pendahuluan

Sektor pertanian memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan, peningkatan pendapatan masyarakat, dan pembangunan ekonomi daerah. Namun, berbagai tantangan masih dihadapi oleh petani, khususnya terkait tingginya biaya produksi akibat ketergantungan terhadap pupuk anorganik serta rendahnya pemanfaatan teknologi dalam kegiatan budidaya. Kondisi ini menyebabkan efisiensi usaha tani belum optimal dan berdampak pada produktivitas tanaman yang cenderung fluktuatif [1]. Di sisi lain, perkembangan teknologi digital membuka peluang bagi petani untuk menerapkan sistem budidaya yang lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan melalui konsep pertanian cerdas (*smart farming*) [2].

Kelompok Tani Landia Saiyo Sahati merupakan kelompok tani hortikultura yang mengelola lahan budidaya cabai seluas $\pm 3.000 \text{ m}^2$ dengan jumlah anggota aktif sebanyak 20 orang. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara yang dilakukan sebelum pelaksanaan kegiatan, diketahui bahwa seluruh anggota kelompok tani masih mengandalkan pupuk anorganik sebagai sumber utama nutrisi tanaman. Dalam satu musim tanam, kebutuhan pupuk kimia mencapai sekitar 350–400 kg, yang terdiri atas pupuk NPK, Urea, dan KCl dengan total biaya rata-rata sekitar Rp6.000.000–Rp7.000.000 setiap musim tanam. Biaya tersebut menyumbang sekitar 32% dari total biaya produksi, sehingga menjadi salah satu beban terbesar dalam usaha budidaya cabai [3].

Selain tingginya biaya produksi, hasil identifikasi awal juga menunjukkan bahwa pemupukan masih dilakukan berdasarkan pengalaman petani tanpa mempertimbangkan kondisi tanah secara aktual. Pengambilan keputusan mengenai waktu dan dosis pemupukan belum didukung oleh data kelembapan tanah maupun kondisi lingkungan sehingga sering terjadi pemupukan yang kurang tepat sasaran. Kondisi tersebut menyebabkan efisiensi penggunaan pupuk menjadi rendah dan berpotensi meningkatkan

kehilangan unsur hara akibat pencucian (*leaching*) maupun penguapan

Pemanfaatan pupuk organik cair (POC) merupakan salah satu alternatif yang dapat diterapkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia sekaligus meningkatkan kesuburan tanah. POC memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman serta dapat diproduksi secara mandiri menggunakan bahan-bahan lokal yang mudah diperoleh. Penggunaan POC juga sejalan dengan konsep pertanian berkelanjutan karena mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologis tanah serta mengurangi dampak negatif penggunaan pupuk sintetis secara berlebihan [4].

Selain penggunaan POC, penerapan teknologi Internet of Things (IoT) dalam bidang pertanian berkembang pesat sebagai solusi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan. Teknologi IoT memungkinkan proses monitoring kondisi lingkungan dan pengambilan keputusan dilakukan secara lebih cepat dan akurat melalui pemanfaatan sensor, mikrokontroler, serta platform pemantauan berbasis internet. Pada sistem pemupukan, data kelembapan tanah dapat digunakan sebagai dasar penentuan waktu aplikasi pupuk dan penyiraman sehingga penggunaan input pertanian menjadi lebih efisien [5].

Di sisi lain, sejumlah program pengabdian juga telah menerapkan teknologi IoT pada sektor pertanian, khususnya untuk monitoring kelembapan tanah dan otomatisasi irigasi. Program-program tersebut terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mempermudah proses pemantauan lahan. Meskipun demikian, sebagian besar kegiatan hanya menitikberatkan pada aspek teknologi tanpa mengintegrasikan penggunaan pupuk organik sebagai bagian dari sistem budidaya berkelanjutan. Selain itu, biaya implementasi teknologi yang relatif tinggi sering kali menjadi kendala dalam adopsi oleh petani skala kecil [6].

Berdasarkan kajian tersebut, pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan pada Kelompok Tani Landia Saiyo Sahati memiliki kebaruan (novelty) berupa integrasi antara pelatihan pembuatan pupuk organik cair dan implementasi teknologi IoT dalam satu paket pemberdayaan petani. Program ini tidak hanya meningkatkan kemampuan petani dalam memproduksi pupuk secara mandiri, tetapi juga memberikan keterampilan dalam memanfaatkan teknologi digital untuk mendukung pengambilan keputusan pemupukan yang lebih tepat. Dengan demikian, kegiatan ini mengombinasikan aspek kemandirian input pertanian dan transformasi digital yang masih jarang diterapkan secara bersamaan pada kegiatan pengabdian masyarakat di tingkat kelompok tani.

Dibandingkan dengan pengabdian terdahulu, program ini memiliki beberapa kelebihan, yaitu: (1) memanfaatkan bahan baku lokal sehingga biaya produksi pupuk lebih rendah; (2) menerapkan sistem monitoring berbasis IoT menggunakan perangkat berbiaya relatif murah seperti ESP32 dan sensor kelembapan tanah; (3) mengintegrasikan pendekatan pelatihan, demonstrasi, dan pendampingan lapangan; serta (4) menghasilkan peningkatan kapasitas petani pada aspek produksi pupuk dan pemanfaatan teknologi secara simultan. Adapun keterbatasan kegiatan ini adalah implementasi teknologi masih dilakukan pada skala kelompok tani dan belum terintegrasi dengan sistem analisis data berbasis kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) untuk rekomendasi pemupukan yang lebih presisi [7].

Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota Kelompok Tani Landia Saiyo Sahati dalam pembuatan pupuk organik cair serta penerapan teknologi IoT untuk optimasi pemupukan tanaman. Melalui kegiatan ini diharapkan tercipta sistem budidaya yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan sehingga mampu meningkatkan kemandirian serta kesejahteraan petani.

2. Metode Pengabdian Masyarakat

2.1 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dilaksanakan pada Kelompok Tani Landia Saiyo Sahati yang berlokasi di Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Program dilaksanakan selama tiga bulan, mulai dari tahap persiapan, pelaksanaan pelatihan, implementasi teknologi, hingga evaluasi kegiatan. Sasaran kegiatan adalah anggota kelompok tani yang aktif dalam budidaya hortikultura dan memiliki minat untuk mengembangkan pertanian berbasis teknologi

2.2 Mitra Pengabdian

Mitra dalam kegiatan ini adalah Kelompok Tani Landia Saiyo Sahati yang memiliki lahan budidaya hortikultura seluas $\pm 3.000 \text{ m}^2$. Berdasarkan hasil

identifikasi kebutuhan, kelompok tani menghadapi beberapa kendala, yaitu tingginya biaya penggunaan pupuk kimia, keterbatasan pengetahuan dalam pembuatan pupuk organik cair, serta belum adanya pemanfaatan teknologi digital dalam pengelolaan pemupukan tanaman dan selama kegiatan PKM ini berjalan kelompok tani Landia Saiyo Sahati sedang bertanam tanaman cabai.

2.3 Profil Mitra Pengabdian

Profil lengkap mitra pengabdian di tampilkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Profil Mitra Pengabdian

No	Uraian	Keterangan
1	Nama Mitra	Kelompok Tani Landia Saiyo Sahati
2	Bidang Usaha	Budidaya Hortikultura
3	Lokasi	Kabupaten Agam, Sumatera Barat
4	Jumlah Peserta	20 Orang
5	Luas Lahan Demonstrasi	3.000 m ²
6	Komoditas Utama	Cabai dan Sayuran Hortikultura
7	Permasalahan Utama	Biaya pupuk tinggi, minim teknologi, pemupukan belum efisien

2.4 Metode Pendekatan

Metode yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini adalah metode Participatory Rural Appraisal (PRA) yang menempatkan petani sebagai subjek utama dalam setiap tahapan kegiatan. Pendekatan ini dipadukan dengan metode pelatihan, demonstrasi teknologi, praktik langsung, dan pendampingan lapangan [8].

Pelaksanaan kegiatan terdiri atas empat tahapan utama yaitu: (1). Identifikasi masalah dan kebutuhan mitra; (2). Pelatihan pembuatan pupuk organik cair (POC); (3). Implementasi sistem monitoring berbasis IoT; (4). Evaluasi dan pendampingan keberlanjutan program.

2.5 Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

2.5.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan dilakukan melalui survei lapangan dan diskusi kelompok terarah (*Focus Group Discussion/FGD*) bersama pengurus dan anggota kelompok tani. Kegiatan ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi petani serta menentukan kebutuhan teknologi yang akan diterapkan.



Gambar 1. Diskusi dengan Kelompok Tani

Kegiatan yang dilakukan meliputi: Observasi kondisi lahan, Wawancara dengan anggota kelompok tani, Analisis kebutuhan teknologi, Penyusunan modul pelatihan, dan Persiapan alat dan bahan. Adapun kegiatan tahap persiapan ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kegiatan Tahap Persiapan

No	Kegiatan	Luaran
1	Observasi lapangan	Data kondisi awal mitra
2	Wawancara petani	Identifikasi permasalahan
3	Penyusunan modul	Modul pelatihan POC dan IoT
4	Persiapan alat dan bahan	Paket pelatihan dan instalasi IoT

2.5.2 Tahap Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair

Pelatihan dilaksanakan menggunakan metode ceramah, demonstrasi, dan praktik langsung. Peserta diberikan pemahaman mengenai manfaat pupuk organik cair, bahan baku yang digunakan, proses fermentasi, serta teknik aplikasi pada tanaman [9]. Adapun kegiatan proses pembuatan POC ini dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Proses Pembuatan POC

Bahan yang digunakan terdiri atas limbah organik pertanian, kotoran ternak, gula merah/molase, dan bioaktivator EM4. Komposisinya dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Pembuatan Pupuk Organik Cair

No	Bahan	Jumlah
1	Limbah sayuran dan buah	20 kg
2	Kotoran ternak	10 kg
3	Molase/Gula merah	1 kg
4	EM4	500 ml
5	Air bersih	50 liter

Proses fermentasi dilakukan selama 14–21 hari hingga menghasilkan pupuk organik cair yang siap diaplikasikan ke lahan [9].

2.5.3 Tahap Implementasi Teknologi IoT

Tahap ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi pemupukan melalui pemanfaatan teknologi Internet of Things (IoT) [10].

Sistem yang diterapkan terdiri atas: (1). Mikrokontroler ESP32; (2). Sensor kelembapan tanah; (3). Sensor suhu dan kelembapan udara; (4).

Modul komunikasi Wi-Fi, (5). Pompa air DC; (6). Dashboard monitoring berbasis web.



Gambar 3. Diagram kerja Berbasis IoT

Dari gambar 3, data yang diperoleh dari sensor dikirim secara real-time ke platform monitoring sehingga petani dapat mengetahui kondisi lahan dan menentukan waktu pemupukan secara lebih tepat. Spesifikasi system IoT ini dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Sistem IoT

No	Komponen	Fungsi
1	ESP32	Pengendali utama sistem
2	Sensor kelembapan tanah	Monitoring kadar air tanah
3	Sensor DHT22	Monitoring suhu dan kelembapan udara
4	Relay	Pengontrol pompa
5	Pompa DC	Distribusi air dan pupuk
6	Dashboard Web	Monitoring data secara real-time

2.5.4 Tahap Pendampingan dan Evaluasi

Pendampingan dilakukan selama satu bulan setelah pelatihan dan implementasi teknologi. Kegiatan ini bertujuan memastikan petani mampu mengoperasikan sistem secara mandiri.

Evaluasi dilakukan menggunakan metode: Pre-test dan post-test, Observasi lapangan, Wawancara peserta, dan Dokumentasi kegiatan. Indikator keberhasilan program dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Indikator Keberhasilan Program

No	Indikator	Target
1	Kehadiran peserta	≥ 80%
2	Peningkatan pengetahuan petani	≥ 70%
3	Kemampuan membuat POC secara mandiri	≥ 75% peserta
4	Kemampuan mengoperasikan sistem IoT	≥ 75% peserta
5	Penurunan penggunaan pupuk kimia	≥ 25%
6	Efisiensi biaya pemupukan	≥ 20%

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi Awal Mitra

Kegiatan pengabdian diawali dengan observasi lapangan, wawancara, serta pemberian pre-test kepada 20 anggota Kelompok Tani Landia Saiyo Sahati. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa sebagian besar petani masih mengandalkan pupuk kimia sebagai sumber nutrisi utama tanaman dan

belum memanfaatkan teknologi digital dalam proses budidaya.

Selain itu, keputusan pemupukan masih dilakukan berdasarkan pengalaman tanpa mempertimbangkan kondisi kelembapan tanah maupun kebutuhan aktual tanaman. Kondisi tersebut menyebabkan penggunaan pupuk menjadi kurang efisien dan biaya produksi relatif tinggi. Kondisi awal mitra dijelaskan pada tabel 6.

Tabel 6. Kondisi Awal Mitra Sebelum Program

Indikator	Kondisi Sebelum Program
Jumlah peserta	20 orang
Luas lahan	3.000 m ²
Penggunaan pupuk kimia	±380 kg/musim tanam
Biaya pupuk	Rp6.500.000/musim
Petani yang pernah membuat POC	5 orang (25%)
Petani yang mengenal IoT	0 orang (0%)

Data tersebut menunjukkan bahwa kelompok tani masih memiliki ketergantungan yang tinggi terhadap pupuk anorganik serta belum memiliki kemampuan dalam penerapan teknologi digital sehingga diperlukan kegiatan pemberdayaan yang terintegrasi

Hasil observasi menunjukkan bahwa kebutuhan utama adalah peningkatan kapasitas dalam pengelolaan pupuk organik dan penerapan teknologi yang mudah digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan pemupukan.

3.2 Pelaksanaan Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC)

Pelatihan diikuti oleh 20 anggota kelompok tani dan dilaksanakan melalui metode penyuluhan, demonstrasi, serta praktik langsung. Materi yang diberikan meliputi manfaat pupuk organik cair, pemilihan bahan baku lokal, proses fermentasi, hingga teknik aplikasi pada tanaman hortikultura.

Peserta diberikan kesempatan untuk membuat pupuk organik cair secara langsung menggunakan bahan yang tersedia di lingkungan sekitar seperti limbah sayuran, kotoran ternak, molase, dan EM4. Setelah proses fermentasi selama 14–21 hari, pupuk organik cair yang dihasilkan diaplikasikan pada lahan demonstrasi [11]. Hasil Produksi pupuk organik cair ini dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Produksi Pupuk Organik Cair

Parameter	Nilai
Jumlah peserta	20 orang
Volume fermentor	100 liter
Lama fermentasi	21 hari
Volume POC yang dihasilkan	±75 liter
Tingkat keberhasilan fermentasi	95%

3.2.1 Hasil Evaluasi Pengetahuan Peserta

Evaluasi dilakukan menggunakan metode pre-test dan post-test yang terdiri atas 20 pertanyaan

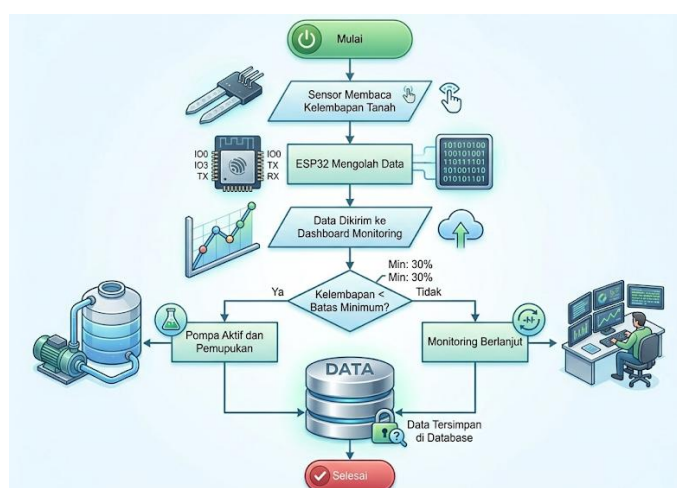
mengenai pupuk organik cair, pemupukan, serta teknologi IoT. Tabel peningkatan pengetahuan peserta dijelaskan pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Evaluasi Pengetahuan Peserta

No	Parameter	Pre-test	Post-test	Peningkatan
1	Nilai rata-rata	52	88	69,23%
2	Nilai tertinggi	68	98	44,12%
3	Nilai terendah	38	75	97,37%

3.3 Implementasi Sistem Monitoring Pemupukan Berbasis IoT

Tahap selanjutnya adalah pemasangan sistem monitoring berbasis IoT pada lahan demonstrasi seluas 3.000 m². Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor kelembapan tanah dan platform monitoring berbasis web [12]. Flowchart system digambarkan pada gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Sistem IoT

Sistem memungkinkan petani memantau kondisi lahan secara real-time melalui telepon pintar sehingga keputusan pemupukan dapat dilakukan secara lebih tepat.

Tabel 8. Hasil Implementasi Teknologi IoT

Parameter	Sebelum Program	Sesudah Program
Monitoring kondisi lahan	Manual	Real-time
Frekuensi pengecekan lahan	1–2 kali/hari	Kapan saja melalui dashboard
Penggunaan data sensor	Tidak ada	Tersedia
Sistem pencatatan	Manual	Digital
Akses informasi lahan	Terbatas	Berbasis internet

Data menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik cair mampu menekan biaya pemupukan hingga 35%, sedangkan dukungan teknologi IoT meningkatkan ketepatan waktu aplikasi pupuk hingga 90%.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai rata-rata peserta meningkat dari 52 menjadi 88 setelah

mengikuti pelatihan. Dengan demikian terjadi peningkatan kompetensi sebesar 69,23%, yang menunjukkan bahwa metode pelatihan berbasis praktik langsung lebih efektif dibandingkan penyampaian teori saja.

Peningkatan nilai juga terlihat pada seluruh peserta, di mana nilai terendah meningkat dari 38 menjadi 75. Hal ini menunjukkan bahwa transfer pengetahuan berlangsung secara merata kepada seluruh anggota kelompok tani.

Hasil ini menunjukkan bahwa teknologi IoT mampu meningkatkan efisiensi monitoring lahan dan mengurangi ketergantungan terhadap pengamatan visual semata.

3.4 Dampak Program terhadap Efisiensi Pemupukan
Penerapan pupuk organik cair dan teknologi IoT memberikan dampak positif terhadap efisiensi penggunaan input pertanian. Petani mulai mengurangi penggunaan pupuk kimia dan memanfaatkan POC hasil produksi sendiri [13]. Hasil perbandingan efisiensi ini dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Perbandingan Efisiensi Sebelum dan Sesudah Program

Indikator	Sebelum	Sesudah
Penggunaan pupuk kimia	100%	65%
Penggunaan POC	0%	35%
Biaya pemupukan/bulan	Rp2.000.000	Rp1.300.000
Efisiensi biaya	-	35%
Ketepatan waktu pemupukan	60%	90%

Penerapan pupuk organik cair dan teknologi IoT memberikan dampak positif terhadap efisiensi penggunaan input pertanian. Petani mulai mengurangi penggunaan pupuk kimia dan memanfaatkan POC hasil produksi sendiri [14].

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa integrasi pelatihan pembuatan pupuk organik cair dengan implementasi teknologi IoT memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan kapasitas petani. Peningkatan nilai post-test menunjukkan bahwa metode pelatihan berbasis praktik langsung mampu meningkatkan pemahaman peserta secara efektif. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian pengabdian sebelumnya yang menyatakan bahwa pelatihan partisipatif memberikan hasil belajar yang lebih baik dibandingkan metode ceramah semata [15].

3.5 Hasil Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Cair
Pelatihan menghasilkan kemampuan baru bagi peserta dalam memproduksi pupuk organik cair secara mandiri menggunakan bahan baku lokal. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Parameter Hasil Pelatihan Pembuatan Pupuk

Parameter	Hasil
Jumlah peserta	20 orang
Peserta mampu membuat POC	19 orang (95%)
Volume fermentor	100 Liter
Volume POC yang dihasilkan	75 Liter
Lama fermentasi	21 Hari

Penerapan pupuk organik cair memberikan manfaat dalam mengurangi ketergantungan petani terhadap pupuk kimia. Selain menekan biaya produksi, penggunaan bahan baku lokal juga mendukung prinsip pertanian berkelanjutan dan ekonomi sirkular. Produksi pupuk secara mandiri meningkatkan kemandirian petani dalam memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman serta mengurangi risiko fluktuasi harga pupuk di pasaran.

Dari sisi teknologi, penggunaan ESP32 dan sensor kelembapan tanah berhasil memperkenalkan konsep pertanian presisi (*precision agriculture*) kepada anggota kelompok tani. Sistem monitoring yang diterapkan memungkinkan petani memperoleh data kondisi lahan secara real-time sehingga keputusan pemupukan menjadi lebih tepat dan berbasis data. Hasil ini sejalan dengan perkembangan konsep *smart farming* yang menekankan penggunaan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi produksi pertanian.

Dibandingkan dengan program pengabdian terdahulu yang hanya berfokus pada pelatihan pembuatan pupuk organik atau penerapan IoT secara terpisah, kegiatan ini memiliki keunggulan karena mengintegrasikan kedua aspek tersebut dalam satu model pemberdayaan masyarakat. Integrasi tersebut menghasilkan manfaat yang lebih komprehensif, yaitu peningkatan pengetahuan, pengurangan biaya produksi, peningkatan efisiensi pemupukan, serta penguatan kapasitas petani dalam memanfaatkan teknologi digital.

Secara keseluruhan, program pengabdian berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan, yaitu meningkatkan kemampuan anggota Kelompok Tani Landia Saiyo Sahati dalam memproduksi pupuk organik cair dan memanfaatkan teknologi IoT untuk optimasi pemupukan tanaman. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pendekatan pemberdayaan berbasis teknologi dan sumber daya lokal berpotensi menjadi model pengembangan pertanian cerdas yang dapat direplikasi pada kelompok tani lainnya

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pelaksanaan, dapat disimpulkan bahwa seluruh tujuan kegiatan telah terjawab dan tercapai.

Pertama, tujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam pembuatan pupuk

organik cair (POC) telah berhasil dicapai. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan hasil evaluasi pengetahuan peserta dari rata-rata pre-test 52 menjadi post-test 88 atau meningkat sebesar 69,23%. Selain itu, sebanyak 95% peserta mampu mempraktikkan proses pembuatan POC secara mandiri dengan hasil fermentasi yang baik dan menghasilkan sekitar ± 75 liter pupuk organik cair dari satu siklus pelatihan.

Kedua, tujuan implementasi teknologi Internet of Things (IoT) untuk mendukung sistem pemupukan juga telah terlaksana dengan baik. Sistem berbasis ESP32 dan sensor kelembapan tanah berhasil diimplementasikan pada lahan demonstrasi seluas 3.000 m², sehingga petani dapat memantau kondisi lahan secara real-time. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa ketepatan waktu pemupukan meningkat hingga 90% setelah penggunaan sistem IoT.

Ketiga, tujuan untuk meningkatkan efisiensi biaya produksi juga tercapai, yang ditunjukkan oleh penurunan biaya pemupukan sebesar 35% setelah petani mulai memanfaatkan POC dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia.

Dengan demikian, kegiatan ini terbukti efektif dalam meningkatkan kemandirian petani, efisiensi produksi, serta adopsi teknologi digital dalam sektor pertanian. Program ini juga berpotensi untuk direplikasi pada kelompok tani lain sebagai model pengembangan pertanian berbasis organik dan teknologi cerdas (*smart farming*) yang berkelanjutan.

Daftar Rujukan

- [1] N. Tita, S. Sari, and U. Winaya, "Pengaruh Penerapan Teknologi Pertanian Organik Terhadap Efisiensi Penggunaan Input Produksi Dan Efisiensi Usahatani Padi Organik (Kasus Pada Petani di Kecamatan Rawamerta, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat)," *J. Orchid.*, vol. 5, no. 1, 2025.
- [2] S. Rahmadina *et al.*, "Pemanfaatan Internet of Things (IoT) Dalam Monitoring Produktivitas Tanaman Secara Real Time: Tinjauan Literatur Pada Smart Harvesting, Yield Prediction, Dan Virtual Sensor Data," *Integr. Perspect. Soc. Sci. J.*, vol. 2, no. 3, p. 3418, 2025.
- [3] Nisiyari Halawa *et al.*, "Analisis Perbandingan Efektifitas Pupuk Kimia dan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai," *Hidroponik J. Ilmu Pertan. Dan Teknol. Dalam Ilmu Tanam.*, vol. 2, no. 1, pp. 246–256, 2025, doi: 10.62951/hidroponik.v2i1.278.
- [4] Tiesland Zebua, Septin Melindra Gulo, and Selvian Suriani Gulo, "Pengaruh Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Kualitas Tanah," *Flora J. Kaji. Ilmu Pertan. dan Perkeb.*, vol. 2, no. 1, pp. 208–213, 2025, doi: 10.62951/flora.v2i1.268.
- [5] I. P. Sari, A. Novita, A.-K. Al-Khowarizmi, F. Ramadhani, and A. Satria, "Pemanfaatan Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3," *Blend Sains J. Tek.*, vol. 2, no. 4, pp. 337–343, 2024, doi: 10.56211/blendsains.v2i4.505.
- [6] Exal Deo Jayata Barus, Aris Hartaman, and Sugondo Hadiyah, "Perancangan Sistem Monitoring Pupuk Organik Yang Dihasilkan Dari Limbah Durian Berbasis IOT," *J. Appl. Eng. Soc. Sci.*, vol. 2, no. 2, pp. 8–11, 2024, doi: 10.25124/jaess.v2i2.8379.
- [7] A. Triyanto, A. Maulana, J. T. Susilo, Y. Dwi, and S. Pambudi, "Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Integrasi IoT pada Evaluasi Efisiensi Panel Surya Off-Grid pada Beban Resistif dan Induktif", doi: 10.22146/jnteti.v15i1.20351.
- [8] A. Sulaeman, D. Bramasta, and M. Makhrus, "Pemberdayaan Masyarakat dengan Pendekatan Participatory Rural Appraisal (PRA)," *J. Literasi Pengabd. dan Pemberdaya. Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 87–96, 2023, doi: 10.61813/jlppm.v2i2.34.
- [9] Inge Dwisvimiari, Rila Kusumaningsih, and Efriyanto, "Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC)," *JILPI J. Ilm. Pengabd. dan Inov.*, vol. 1, no. 4, pp. 679–690, 2023, doi: 10.57248/jilpi.v1i4.190.
- [10] I. Habibi and E. Elfarsina, "Efisiensi Pemberian Pupuk Organik Cair Untuk Mengurangi Penggunaan Npk Terhadap Tanaman Cabai Merah Besar," *Pros. SEMNASTAN*, no. March, pp. 163–172, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastan/article/view/2271>
- [11] Warganda, Maulidi, A. Listiawati, Surachman, and Asnawati, "Efisiensi Pemupukan Nitrogen pada Penggunaan Azospirillum sp. terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Manis pada Tanah Gambut," *J. Pertan. Agros.*, vol. 25, no. 4, pp. 3914–3920, 2023, [Online]. Available: <http://www.e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JA/article/view/3531/2215>
- [12] W. ode denada mar ella -, F. B. -, A. W. -, and A. M. -, "Smartsoil: Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Esp32 Dan Sensor Soil Moisture," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 14, no. 1, pp. 820–827, 2026, doi: 10.23960/jitet.v14i1.8788.
- [13] Nensia Natalia Waruwu, Dede Setia Putra Gea, Octavianis Laoli, Awal Sepkurniawan Waruwu, and Natalia Kristiani Lase, "Kajian Literatur: Pengaruh Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman di Lahan Kering," *Hidroponik J. Ilmu Pertan. Dan Teknol. Dalam Ilmu Tanam.*, vol. 1, no. 3, pp. 28–39, 2024, doi: 10.62951/hidroponik.v1i3.146.
- [14] C. Haurissa, "Studi Literatur Pengembangan Pupuk Organik Cair dari Buah Pinang, Daun Kelor, Daun Pisang dalam Meningkatkan Produktivitas Pertanian di Kampung Kontiunai tanah, meningkatkan kandungan mikroorganisme, dan menyediakan nutrisi yang hortikultura, seperti," vol. 1, 2024.
- [15] F. Hasfita *et al.*, "Sosialisasi Pentingnya Pelatihan Para Petani dalam Peningkatan Potensi Ketahanan Pangan di Kecamatan Matang Kuli Kabupaten Aceh Utara," *J. Malikussaleh Mengabd.*, vol. 4, no. 1, pp. 240–245, 2025, doi: 10.29103/jmm.v4i1.23007.