

Introduksi Pengembangan Pertanian Cerdas Melalui Teknologi Pupuk Organik Lepas Lambat dan Sistem Monitoring Iot pada Alfarm Hydroponic

Yuslena Sari¹, Erika Maulidiya^{*2}, Eddy Nashrullah³, Sunardi⁴, Natalie Grace Katiandagho⁵,
Mohammad Zaki Firmansah⁶, Selina Citrawati⁷

^{1,2,5,6}Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

^{4,7}Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat

*Penulis korespondensi: erikamaulidiya18@ulm.ac.id

Received: 03 Maret 2026/ Accepted: 24 Mei 2026

Abstract

This Community Engagement Program aims to strengthen the capacity of the Hidrogranik Alfa hydroponic trainer community through the introduction of slow-release organic fertilizer technology based on biochar and an Internet of Things (IoT) monitoring system for hydroponic cultivation. Prior to the training, the partner relied on conventional fertilizer without slow-release mechanisms, resulting in high application frequency, low nutrient absorption efficiency, and increased operational costs. Hydroponic conditions were monitored manually without real-time data support, leading to delayed responses to environmental fluctuations and reduced accuracy in decision-making. Additionally, product marketing depended solely on personal networks, limiting market reach. The training was delivered through hands-on formulation of biochar-based slow-release fertilizer, operation of IoT sensors (pH, TDS, temperature, humidity), and digital marketing training through marketplace platforms. Evaluation through pre- and post-tests demonstrated significant improvements in participant competency: the proportion of participants in the "poor" category for fertilizer materials decreased from 30% to 0%, while the "good" category increased from 20% to 70%. For IoT material, the "poor" category declined from 20% to 0% and the "good" category rose to 60%. Implementation outcomes include an increase in fertilizer production from ± 20 liters to 40–50 kg per month and efficiency gains of up to $\pm 40\%$. IoT monitoring now supports data-driven decision-making, and digital marketing activities have expanded product visibility. The program proved effective in strengthening community-based smart farming practices.

Keywords: slow-release fertilizer; biochar; IoT monitoring; hydroponics; urban farming; community engagement.

Abstrak

Program Pengabdian kepada Masyarakat ini dilaksanakan untuk meningkatkan kapasitas komunitas pelatih Hidrogranik Alfa melalui penerapan teknologi pupuk organik lepas lambat berbasis biochar dan sistem monitoring hidroponik berbasis Internet of Things (IoT). Sebelum pelatihan, mitra menggunakan pupuk konvensional tanpa mekanisme slow-release sehingga frekuensi aplikasi tinggi, efisiensi serapan nutrisi rendah, serta biaya operasional meningkat. Proses budidaya dipantau secara manual tanpa data real time, menyebabkan respon terhadap perubahan kondisi lingkungan lambat dan kurang akurat. Selain itu, pemasaran produk pupuk hanya dilakukan melalui jejaring pribadi sehingga jangkauan pasar terbatas. Pelatihan diberikan melalui praktik formulasi pupuk slow-release, penggunaan sensor IoT (pH, TDS, suhu, kelembapan), serta pelatihan pemasaran digital melalui marketplace. Evaluasi menggunakan pre-post test menunjukkan peningkatan pemahaman yang signifikan. Pada materi pupuk, peserta kategori kurang turun dari 30% menjadi 0%, sedangkan kategori baik meningkat dari 20% menjadi 70%. Pada materi IoT, kategori kurang menurun dari 20% menjadi 0% dan kategori baik meningkat menjadi 60%. Dampak implementasi teknologi terlihat pada peningkatan produksi pupuk dari ± 20 liter menjadi 40–50 kg/bulan serta peningkatan efisiensi pemupukan hingga $\pm 40\%$. Sistem IoT berfungsi optimal mendukung pengambilan keputusan berbasis data, dan aktivasi pemasaran digital meningkatkan peluang penjualan. Program ini terbukti efektif memperkuat praktik pertanian cerdas berbasis komunitas.

Kata kunci: pupuk lepas lambat; biochar; pemantauan IoT; hidroponik; urban farming; pengabdian masyarakat.

1. PENDAHULUAN

Pertanian modern berbasis teknologi merupakan kunci utama dalam mewujudkan kedaulatan pangan berkelanjutan di era revolusi industri 4.0. Di tengah tantangan perubahan iklim, keterbatasan lahan, dan penurunan kesuburan tanah akibat penggunaan pupuk kimia yang berlebihan, inovasi teknologi pertanian menjadi suatu keniscayaan. Masalah utama yang teridentifikasi bersifat konkret dan saling terkait. Teknologi pupuk organik yang digunakan belum optimal sehingga efisiensi aplikasi dan kestabilan nutrisi tidak konsisten; proses pembelajaran dan produksi belum ditopang sistem pemantauan berbasis data sehingga pengambilan keputusan masih intuitif; dokumentasi dan manajemen usaha belum tertata rapi; serta akses pasar digital produk dan jasa pelatihan belum berjalan efektif. Kesenjangan ini mengakibatkan biaya operasional relatif tinggi, mutu hasil yang fluktuatif, dan keterbatasan jangkauan pasar. Salah satu solusi yang dapat dikembangkan adalah penggunaan pupuk organik slow release yang mampu menyediakan unsur hara secara bertahap [1–3], serta integrasi dengan sistem pemantauan lahan berbasis Internet of Things (IoT) [4] untuk mendukung praktik pertanian presisi (precision agriculture) [5]. Kegiatan ini sejalan dengan salah satu misi dalam Asta Cita Presiden Prabowo, yakni [2] Memantapkan sistem pertahanan keamanan negara dan mendorong kemandirian bangsa melalui swasembada pangan, energi, air, ekonomi kreatif, ekonomi hijau, dan ekonomi biru; [3] Meningkatkan lapangan kerja yang berkualitas, mendorong kewirausahaan, mengembangkan industri kreatif, dan melanjutkan pengembangan infrastruktur; [5] Melanjutkan hilirisasi dan industrialisasi untuk meningkatkan nilai tambah di dalam negeri [6] mewujudkan swasembada pangan berkelanjutan dan meningkatkan kesejahteraan melalui penerapan inovasi teknologi yang ramah lingkungan dan efisien. Pengembangan pertanian cerdas (smart farming) menjadi langkah strategis dalam menciptakan sistem pertanian yang adaptif, produktif, dan berkelanjutan [7,8].

Mitra dalam kegiatan pengabdian ini adalah Alfarm. Sekelompok pelatih petani hidroponik yang juga bergerak sebagai penyedia pupuk dan perlengkapan hidroponik, berlokasi di Pekapuran Raya, Banjarmasin, Kalimantan Selatan. Alfarm aktif memberikan pelatihan dan pendampingan kepada petani hidroponik pemula maupun lanjutan, dengan jumlah anggota pelatih sebanyak 10 orang. Kegiatan usaha mereka tidak hanya terbatas pada pelatihan, tetapi juga meliputi penjualan sayuran, pupuk, nutrisi tanaman, dan perangkat hidroponik. Pada tanggal 21 Agustus 2025 dilakukan kembali kunjungan ke Alfarm yang mana kegiatan adalah berdiskusi masalah mitra lanjutan. Berdasarkan informasi yang didapatkan, nama Alfarm berganti menjadi Hidrogranik Alfa. Hal ini terjadi dikarenakan adanya oknum yang melakukan peretasan akun sehingga membuat adanya perganti nama kelompok tani ini. Selain itu, pergantian nama ini dimaksudkan agar tidak terjadi penyalahgunaan nama sebelumnya. Rata-rata penghasilan anggota pelatih berkisar antara Rp3.000.000 hingga Rp4.000.000 per bulan, tergantung dari jumlah pelatihan yang berhasil diselenggarakan dan volume penjualan produk. Namun, hingga saat ini, mitra belum banyak memanfaatkan teknologi terkini seperti pupuk organik slow release atau pemantauan digital berbasis IoT dalam praktik pelatihannya. Padahal, permintaan akan sistem pertanian yang efisien [9], ramah lingkungan, dan adaptif terhadap teknologi mulai meningkat [10], terutama dari generasi petani muda dan urban farmers.

Tujuan kegiatan dirumuskan untuk menjawab langsung persoalan tersebut: mengintegrasikan teknologi pupuk organik pelepasan lambat berbasis biochar ke dalam lini produksi dan materi pelatihan; memasang dan mengoperasikan pemantauan IoT—pada parameter suhu dan kelembapan serta, bila diperlukan, kualitas larutan—yang terhubung ke dasbor sederhana agar keputusan budidaya dan proses pelatihan berbasis data; serta menata

pencatatan digital, pengemasan identitas merek, dan aktivasi kanal pemasaran daring sehingga keberlanjutan usaha komunitas semakin kuat. Melalui kegiatan pengabdian ini, tim akan memperkenalkan pupuk organik slow release hasil formulasi kampus dan perangkat monitoring IoT sederhana kepada para pelatih sebagai materi dan teknologi pelatihan baru yang dapat mereka integrasikan ke dalam kurikulum pelatihan hidroponik mereka. Dengan inovasi ini, diharapkan mitra dapat meningkatkan kapasitas pelatihannya, memperluas pasar, serta meningkatkan kualitas layanan dan pendapatan secara berkelanjutan.

Kajian literatur sepuluh tahun terakhir menunjukkan bahwa formulasi pupuk lepas lambat—termasuk yang memanfaatkan pembawa berpori seperti biochar—dapat meningkatkan efisiensi serapan hara, menurunkan frekuensi aplikasi, dan menstabilkan suplai nutrisi pada berbagai sistem budidaya skala kecil. Di sisi lain, penerapan pertanian presisi berbasis IoT pada hidroponik terbukti memperbaiki kendali proses dan menurunkan risiko kegagalan melalui pemantauan real time atas variabel lingkungan dan nutrisi, yang pada gilirannya berdampak pada produktivitas dan mutu panen. Bukti empiris dari berbagai program pendampingan urban farming juga menegaskan pentingnya hilirisasi hasil riset—mulai dari formulasi pupuk hingga rancangan sensor dan modul ajar—agar teknologi mudah diadopsi oleh komunitas. Dengan pijakan konseptual dan empiris tersebut, pendekatan yang ditawarkan dalam kegiatan ini dirancang praktis, terukur, dan replikatif, serta selaras dengan profil sasaran dan karakter wilayah tempat program dijalankan.

2. METODE

Metode penerapan dirancang untuk langsung menjawab tujuan pengabdian dengan alur kerja berbasis partisipasi, eksperimen terapan, dan pemantauan hasil yang terukur. Kegiatan diawali pemetaan kebutuhan melalui sosialisasi dan diskusi kelompok terfokus di lokasi mitra untuk mengidentifikasi celah teknologi pupuk, praktik monitoring, dan tata kelola usaha. Temuan awal ini menjadi dasar penyusunan rencana kerja, materi pelatihan, serta jadwal pemasangan perangkat yang disepakati bersama. Intervensi teknis dilaksanakan melalui pelatihan berbasis praktik (*learning by doing*) pembuatan pupuk organik pelepasan lambat berbasis biochar dan penerapan sistem Internet of Things (IoT) sederhana untuk memantau parameter lingkungan hidroponik (suhu, kelembapan/air, pH, TDS) yang ditampilkan pada dasbor real time. Setelah pelatihan, teknologi dioperasikan di laboratorium mitra dan diikuti pendampingan rutin (luring–daring) untuk memastikan adopsi berjalan mandiri serta untuk mengumpulkan data capaian teknis–nonteknis. Jalur nonteknis meliputi pelatihan pencatatan usaha digital, penguatan identitas merek, dan aktivasi marketplace sebagai dukungan keberlanjutan usaha. Rangkaian metode ini mengikuti tahapan dalam laporan kemajuan: sosialisasi, pelatihan, penerapan, pendampingan–evaluasi, dan rencana keberlanjutan, termasuk pemasangan dua unit sensor dan produksi pupuk *slow-release* siap uji pasar.

Pengukuran hasil dilakukan dengan indikator kuantitatif dan kualitatif yang disepakati di awal. Dari sisi teknis–produksi, indikator utama meliputi volume produksi pupuk per bulan (liter/kg), frekuensi aplikasi pupuk per siklus tanam, dan efisiensi aplikasi (persentase pengurangan input dibanding baseline). Data ini diambil dari log produksi dan lembar pencatatan standar yang diisi mingguan. Dari sisi proses budidaya, sistem IoT menghasilkan deret waktu suhu, kelembapan, pH, dan TDS; kedekatan parameter terhadap rentang optimal dianalisis sebagai proporsi waktu “dalam spesifikasi” (*time-in-spec*) dan digunakan untuk memprediksi risiko gangguan pertumbuhan. Dasbor menyajikan tren harian–mingguan sehingga perubahan pasca-intervensi dapat dievaluasi secara deskriptif

(rata-rata, simpangan baku, persen perbaikan) dan secara kualitatif (catatan kejadian, perubahan praktik respons).

Pengukuran pembelajaran dan perubahan sikap dilakukan melalui pre-post test singkat pada dua materi kunci (pemupukan *slow-release* dan IoT). Instrumen pilihan ganda/benar-salah (10–20 butir) menghasilkan skor individual yang diringkas menjadi distribusi kategori (kurang, cukup, baik) untuk mengamati pergeseran pengetahuan. Wawancara terarah dan observasi kelas melengkapi bukti kualitatif berupa perubahan sikap terhadap penggunaan data dalam pengambilan keputusan, kemandirian mengoperasikan alat, dan kedisiplinan pencatatan. Aspek sosial-budaya tercermin dari keterlibatan anggota komunitas dalam praktik bersama, kesediaan berbagi pengetahuan ke peserta pelatihan, serta penerimaan terhadap standar baru (SOP produksi, penamaan berkas, retensi data). Aspek ekonomi dinilai melalui tiga indikator: biaya operasional pemupukan per siklus (sebelum-sesudah, dihitung per m² atau per rak), jumlah dan nilai penjualan produk/jasa pelatihan per bulan, dan aktivasi kanal pemasaran (akun marketplace aktif, jumlah produk unggulan tayang, frekuensi unggahan promosi). Seluruh indikator memiliki baseline yang diambil sebelum intervensi dan target minimal peningkatan yang realistis—misalnya kenaikan kapasitas produksi, penurunan frekuensi aplikasi pupuk, peningkatan time-in-spec, perbaikan skor post-test, dan aktivasi etalase digital.

Validitas hasil dijaga melalui triangulasi sumber (log IoT, catatan produksi, rekam penjualan, instrumen tes) dan waktu (baseline vs tindak lanjut), sementara reliabilitas ditopang oleh template pencatatan seragam dan prosedur kalibrasi sensor sederhana yang terdokumentasi. Analisis dilakukan secara deskriptif-komparatif dengan menyajikan selisih (Δ) dan persentase perubahan terhadap baseline, disertai narasi penyebab dan mitigasi. Seluruh laporan menghindari penyebutan identitas personal/afiliasi pada bagian selain ucapan terima kasih, menjaga kerahasiaan informasi yang sensitif, serta menekankan keberlanjutan melalui rencana tindak lanjut di mana teknologi dan praktik yang telah diadopsi dapat dipertahankan, disebarluaskan dalam pelatihan berikutnya, dan ditingkatkan sesuai kapasitas komunitas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian ini telah mendorong perubahan nyata pada tingkat individu, komunitas, dan kelembagaan. Pada tingkat individu, peserta mengalami peningkatan pengetahuan dan keterampilan teknis dalam formulasi pupuk organik lepas lambat dan pengoperasian sistem pemantauan berbasis IoT, tercermin dari pergeseran kategori hasil pre-post test dari “kurang/cukup” menuju “baik” pada kedua materi inti. Pada tingkat komunitas, praktik budidaya beralih dari pemantauan manual ke pemantauan berbasis data real time sehingga respons terhadap deviasi parameter lingkungan lebih cepat dan terukur. Pada tingkat kelembagaan, tersusun modul praktik, SOP produksi, dan dasbor pemantauan yang memperkuat tata kelola teknis serta manajerial; di saat yang sama, kanal pemasaran digital mulai aktif sehingga menambah kedewasaan fungsi komersial komunitas. Bukti kuantitatif dan dokumentasi pendukung mengenai instalasi sensor, perubahan skor belajar, serta aktivasi kanal promosi terekam dalam laporan kemajuan dan lampiran visual yang menyertai program ini.

Kegiatan ini diawali dengan riset pemanfaatan limbah lokal berupa cangkang telur dan talas pisang sebagai bahan baku pupuk organik lepas lambat (*slow-release*). Permasalahan yang dihadapi mitra adalah produk pupuk yang digunakan masih berupa pupuk konvensional tanpa teknologi lepas lambat, sehingga efisiensi serapan nutrisi oleh tanaman rendah dan frekuensi aplikasi menjadi tinggi. Untuk menjawab permasalahan

tersebut, tim mengintroduksi teknologi biochar sebagai media pembawa pupuk cair. Pupuk organik yang diformulasikan dari limbah lokal terlebih dahulu difermentasi, kemudian direndam dalam biochar. Biochar berfungsi menyerap pupuk cair dan melepaskan nutrisi secara bertahap sesuai kebutuhan tanaman. Hasilnya, produk pupuk slow-release ini tidak hanya mengurangi frekuensi pemberian pupuk dan meningkatkan efisiensi serapan nutrisi oleh tanaman, tetapi juga ramah lingkungan karena memanfaatkan limbah lokal. Produk pupuk slow-release kemudian dikemas dalam bentuk granul dan diberi label merek agar siap dipasarkan.



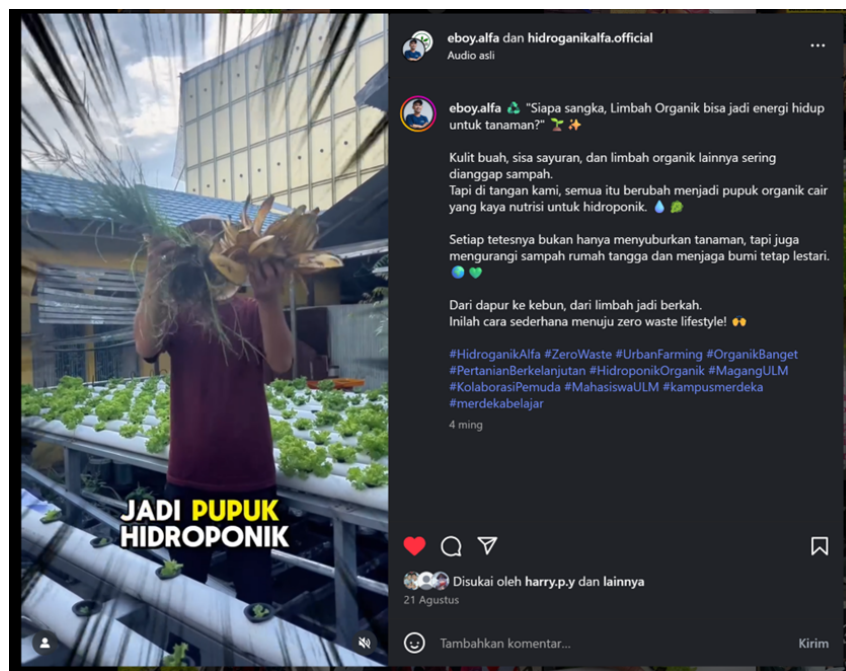
Gambar 1. Pelatihan dengan Mitra

Kegiatan ini juga menghadirkan sistem monitoring IoT sebagai solusi keterbatasan praktik pemantauan manual pada hidroponik. Sistem ini terdiri dari sensor pH air, sensor TDS, dan sensor suhu air yang terhubung dengan Arduino Mega 2560 R3 ESP8266, serta terintegrasi dengan dashboard web untuk menampilkan data secara real-time. Dengan adanya sistem ini, mitra dapat memantau kondisi hidroponik secara digital, sehingga lebih mudah mendeteksi ketidaksesuaian parameter dan mengambil keputusan berbasis data. Inovasi ini menjadi bagian penting dalam memperkenalkan konsep pertanian presisi kepada komunitas hidroponik di perkotaan.



Gambar 2. Pemasangan 2 unit sensor IoT

Kegiatan ini juga mencakup pengembangan pemasaran digital. Selama ini, pemasaran produk pupuk dan layanan pelatihan mitra masih mengandalkan media sosial pribadi, sehingga jangkauannya terbatas dan belum mampu menarik konsumen dari luar komunitas terdekat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, tim melakukan pendampingan pembuatan akun marketplace di Shopee dan Tokopedia, sekaligus memberikan pelatihan pembuatan konten promosi yang lebih menarik melalui Canva serta video singkat untuk media sosial. Dengan strategi ini, mitra tidak hanya mampu menampilkan produk secara lebih profesional, tetapi juga memperluas jangkauan pasar hingga ke luar kota. Dampak yang dihasilkan adalah peningkatan penjualan produk pupuk dan layanan pelatihan, sekaligus membuka akses yang lebih luas bagi mitra dalam membangun keberlanjutan usahanya melalui jalur pemasaran digital.

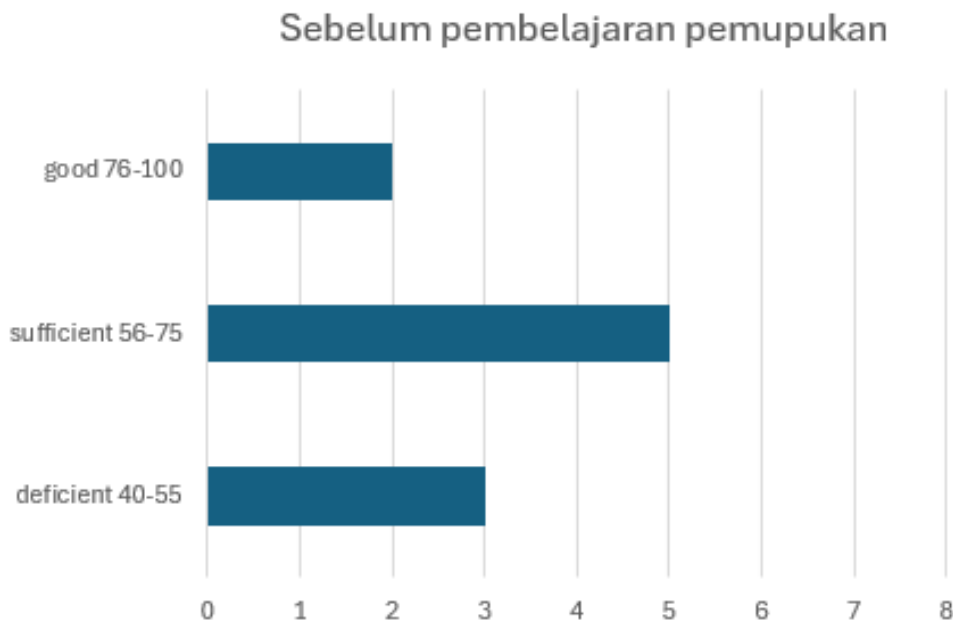


Gambar 3. Hasil dari Pelatihan Pembuatan Konten Promosi

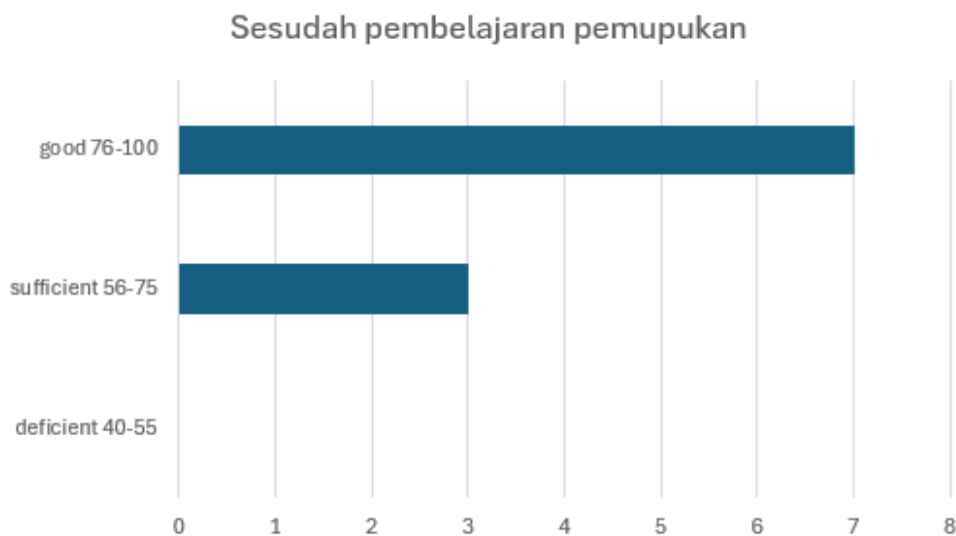


Gambar 4. Web Sebagai Upaya Peningkatan Penjualan

Rangka mengevaluasi efektivitas program pengabdian kepada masyarakat, seluruh peserta yang terdiri dari Akhamd Fujiyantoni, S.Kom , Yuliani , Achmad Fauzi , Muhammad Arief , Hairi , Roby hafizhi , Vinno Riendra , Yusuf Tri Putra , Hendri santoso, S.Pd , dan Muhammad Zulfahmi, telah melakukan pre-test (tes awal) dan post-test (tes akhir). Kegiatan evaluasi ini bertujuan untuk mengukur tingkat peningkatan pemahaman para peserta terhadap materi pelatihan yang telah diberikan , yaitu mengenai teknologi pemupukan dan sistem monitoring IoT. Berdasarkan data evaluasi yang disajikan, terdapat peningkatan pemahaman yang signifikan pada seluruh peserta setelah mengikuti sesi pelatihan, baik untuk materi pemupukan maupun Internet of Things (IoT).

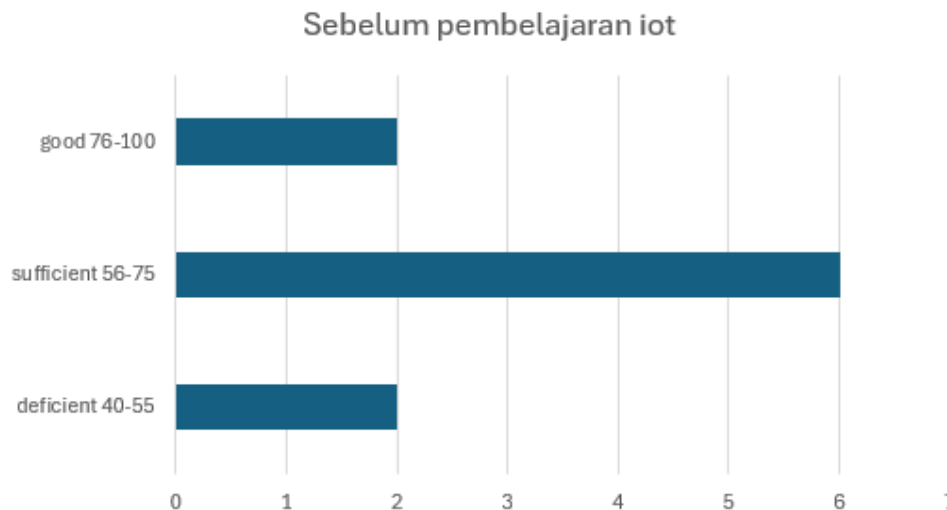


Gambar 5. Grafik Pemahaman Peserta Sebelum Pembelajaran Pemupukan

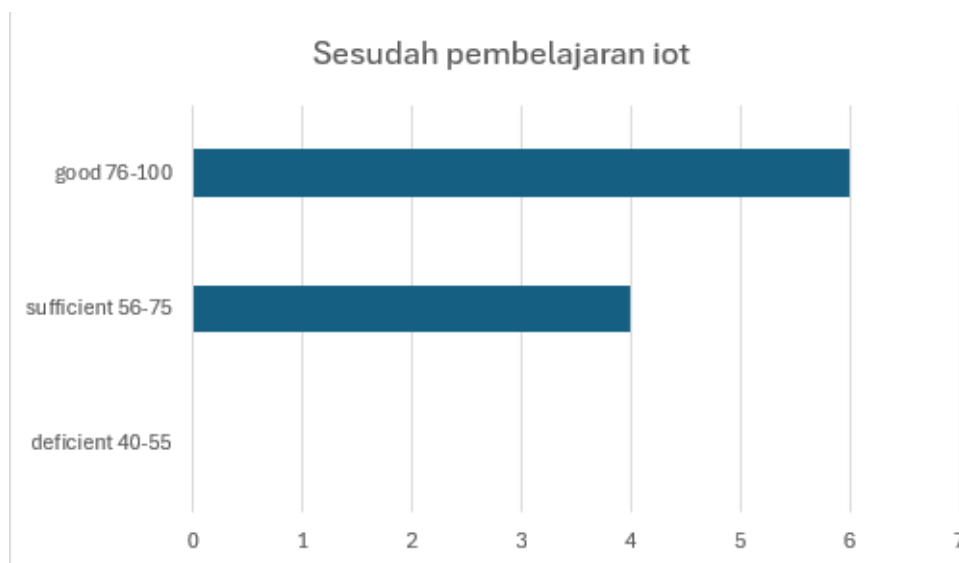


Gambar 6. Grafik Pemahaman Peserta Setelah Pembelajaran Pemupukan

Kondisi sebelum pelatihan menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memiliki tingkat pemahaman yang masih perlu ditingkatkan, di mana 3 dari 10 peserta (30%) berada di kategori deficient (kurang), 5 peserta (50%) di kategori sufficient (cukup), dan hanya 2 peserta (20%) di kategori good (baik). Setelah mengikuti program, terjadi peningkatan. Jumlah peserta dengan pemahaman kurang berhasil menjadi 0, sementara mayoritas peserta, yaitu sebanyak 7 orang (70%), kini masuk dalam kategori baik.



Gambar 7. Grafik Pemahaman Peserta Sebelum Pembelajaran IoT



Gambar 8. Grafik Pemahaman Peserta Setelah Pembelajaran IoT

Data evaluasi dari pre-test dan post-test menunjukkan adanya peningkatan pemahaman yang signifikan pada peserta setelah mengikuti sesi pelatihan mengenai Internet of Things (IoT). Sebelum pelatihan, kondisi awal menunjukkan bahwa mayoritas peserta (80%) memiliki pemahaman yang masih berada di tingkat cukup dan kurang. Secara spesifik, 2 dari 10 peserta (20%) berada di kategori deficient (kurang), 6 peserta (60%) di kategori sufficient (cukup), dan 2 peserta (20%) sisanya sudah berada di kategori good (baik).

Program pelatihan dilaksanakan, terlihat terjadi pergeseran positif yang sangat jelas. Berdasarkan data post-test, jumlah peserta pada kategori deficient berhasil dieliminasi menjadi 0. Selain itu, terjadi peningkatan signifikan pada kategori good, yang jumlahnya meningkat tiga kali lipat dari 2 menjadi 6 peserta (60%). Sisa 4 peserta lainnya (40%) berada di kategori sufficient.

Secara keseluruhan metode pelatihan yang diterapkan terbukti efektif untuk meningkatkan pengetahuan dan kompetensi para peserta secara merata di kedua bidang teknologi pertanian cerdas yang diajarkan. Dampak yang dihasilkan dari kegiatan ini dapat dilihat dari aspek ekonomi, produktivitas, dan keberlanjutan lingkungan. Dari sisi ekonomi, teknologi pupuk slow-release menurunkan biaya operasional karena frekuensi aplikasi pupuk berkurang, sementara pemasaran digital membuka akses pasar baru sehingga meningkatkan potensi penjualan produk dan jasa pelatihan. Dari sisi produktivitas, tanaman hidroponik lebih stabil pertumbuhannya karena nutrisi dilepas secara bertahap dan kondisi budidaya dapat dipantau melalui data real-time dari dashboard IoT. Hal ini meningkatkan ketepatan dalam pemeliharaan tanaman dan mengurangi risiko gagal panen.

Dari sisi lingkungan, pemanfaatan limbah lokal seperti cangkang telur dan talas pisang mengurangi timbunan sampah organik sekaligus menciptakan nilai tambah. Dampak sosial juga terlihat melalui peningkatan kapasitas mitra sebagai pelatih hidroponik yang kini memiliki materi pelatihan baru berbasis teknologi. Secara keseluruhan, kegiatan ini berhasil memperkuat ekosistem pertanian cerdas berbasis masyarakat di kawasan perkotaan dengan tetap menekankan prinsip ramah lingkungan, produktif, dan berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Program Pengabdian kepada Masyarakat yang berjudul Introduksi Pengembangan Pertanian Cerdas melalui Teknologi Pupuk Organik Lepas Lambat dan Sistem Monitoring IoT pada Hidroponik Alfa telah berhasil dilaksanakan dengan baik sesuai tahapan perencanaan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa mitra mampu mengadopsi teknologi baru berupa pupuk organik slow-release berbasis biochar serta sistem monitoring hidroponik berbasis IoT.

Produk pupuk slow-release yang dihasilkan telah meningkatkan efisiensi pemupukan, mengurangi frekuensi aplikasi, serta menambah nilai jual produk dengan identitas merek dan kemasan yang lebih profesional. Sistem IoT yang dipasang memungkinkan kondisi hidroponik dapat dipantau secara digital melalui dashboard web, sehingga membantu mitra dalam pengambilan keputusan berbasis data dan mengurangi risiko gagal panen.

Selain itu, mitra juga memperoleh peningkatan kapasitas dalam manajemen usaha melalui pelatihan pemasaran berbasis marketplace. Dampak kegiatan ini tidak hanya dirasakan pada aspek teknis produksi, tetapi juga memperkuat posisi mitra sebagai pelatih hidroponik modern yang siap memperluas jangkauan pasar dan meningkatkan kesejahteraan anggota komunitas.

UCAPAN TERIMA KASIH (Bila Perlu)

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikdikisaintek) atas dukungan dan fasilitasi kegiatan pengabdian ini, dengan sumber pendanaan dari Direktorat Pembelajaran dan Pengabdian kepada Masyarakat (DPPM) Kemendikdikisaintek. Dukungan tersebut memungkinkan pelaksanaan program secara optimal dari tahap perencanaan hingga pelaporan

DAFTAR PUSTAKA

- Sunardi S, Faramitha GN, Santoso UT. Characterization of Alginate-CelluloseKaolin Composites for Slow-Release Urea Fertilizer. *Indo J Chem Res.* 2021;8(3).
- Sunardi, Mayori E, Santoso UT. Alginate-starch micro beads as a slow release urea fertilizer. In: *AIP Conference Proceedings.* 2021.
- Krishnan SK, Kamari A, Yusof N, Sunardi, Istikowati WT, Prakoso NI. a Brief Review on Materials Used in Controlled-Release Fertiliser Formulations. *Fresenius Environ Bull.* 2021;30(11).
- Sunardi, Istikowati WT, Rizki Fitria. Pupuk Lepas Lambat. *Enggang Langit Nusantara;* 2024. 241 p.
- Zulkarnain AF, Sari Y, Rakhmadani R. Monitoring System for Early Detection of Fire in Wetlands based Internet of Things (IoT) using Fuzzy Methods. *IOP ConfSer Mater Sci Eng.* 2021;1115(1):012007.
- Sari Y, Maulida M, Mustamin NF. Pengembangan Teknologi Smart Farming Hidroponik Nft Berbasis Iot Pada Irt Sultan Adam Hidroponik Banjarmasin. *PROSejah (Prosiding Semin Nas ... [Internet].* 2023;5:189–98. Available from: <http://snllb.ulm.ac.id/prosiding/index.php/snllb-abdimas/article/view/815>
- Presiden P. Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025-2029. *Indonesia;* 2025.
- Dhanaraju M, Chenniappan P, Ramalingam K, Pazhanivelan S, Kaliaperumal R. Smart Farming: Internet of Things (IoT)-Based Sustainable Agriculture. Vol. 12, *Agriculture (Switzerland).* 2022.
- Musa SFPD, Basir KH, Luah E. The Role of Smart Farming in Sustainable Development. *Int J Asian Bus Inf Manag.* 2021;13(2).
- Mustamin NF, Sari Y, Khatimi H. Klasifikasi Kualitas Kayu Kelapa Menggunakan Arsitektur Cnn. *Klik - Kumpul J Ilmu Komput.* 2021;8(1):49.