ABDI KAMI
JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Publisher:
Lembaga Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat
UNIVERSITAS ISLAM IBRAHIMY BANYUWANGI
E-ISSN: 2654-6280
P-ISSN: 2654-606X

ABDI KAMI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat
Volume 09, Number 02 (2026) : 192-217
Available online at https://ejournal.uniib.ac.id/index.php/Abdi_Kami/

Pelatihan Aquaponik Berbasis IOT untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan Keluarga dan Kompetensi Numerasi

Ika Fitri Apriani*[1], Rangga Gelar Guntara[2], Nugraha Adhi Pratama[3], Farhan Ilham Wira Rohmat[4], Purnomo Saputro[5], Eva Alawiah[6], Anggi Novita Fitriani[7], Intan Ade Ayuna[8], Caca Saca Nugraha[9]
[1,2,3,4,6,7,8,9]Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia
[5]SDN 2 Tuguraja, Tasikmalaya, Indonesia
e-mail: apriani25@upi.edu

Received:	Revised:	Accepted:	Published:
July 29, 2026	August 14, Year	October 02, 2026	October 31, 2026

*Corresponding author

Abstract

*Limited land availability, insufficient integration of technology into cultivation practices, and the need to strengthen practical numeracy skills, such as recording harvest yields, provided the rationale for this community service program. The program aimed to empower the Women Farmers Group through Internet of Things based aquaponics training to strengthen household food security. A participatory approach was employed using a one-group pretest–posttest evaluation design involving 10 KWT members. The program comprised introductory socialization, technical training on the assembly and operation of an IoT-based aquaponics system, applied numeracy training, mentoring, and evaluation. The evaluation instrument consisted of 25 multiple-choice items assessing nine indicators of knowledge and numeracy competence. The results demonstrated improvement across all indicators, with the mean score increasing from 71.33% on the pretest to 93.33% on the posttest. The greatest improvement was observed in knowledge of IoT-based aquaponics, which increased from 30.00% to 76.67%. Meanwhile, four numeracy-related indicators reached 100% on the posttest and were classified as having high N-gain values. KWT members also demonstrated good practical competence in independently operating the IoT-based aquaponics installation. Program sustainability was supported through post-training mentoring and the continued use of the installation as a demonstration model that could potentially be replicated by other community groups. These outcomes indicate that IoT-based aquaponics training can contribute to sustainable household food security while simultaneously supporting the achievement of SDG 2 (*Zero Hunger*) and SDG 4 (*Quality Education*) at the village level.*

Keywords: *Digital monitoring systems; family numeracy; household food resilience; women farmers' empowerment; sustainable development*

Copyright © 2026 The Author(s).
This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0).

Abstrak

Keterbatasan lahan, rendahnya optimalisasi teknologi dalam kegiatan pertanian, dan kebutuhan penguatan kemampuan numerasi seperti mencatat hasil panen menjadi dasar pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. Kegiatan pengabdian ini bertujuan mengoptimalkan pemberdayaan KWT melalui pelatihan akuaponik berbasis Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan ketahanan pangan keluarga. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan partisipatif dengan desain evaluasi one-group pretest-posttest terhadap 10 anggota KWT, meliputi tahap sosialisasi, pelatihan teknis perakitan dan pengoperasian sistem akuaponik berbasis IoT, pelatihan numerasi terapan, serta pendampingan dan evaluasi. Instrumen evaluasi terdiri atas 25 soal pilihan ganda yang mengukur sembilan indikator pengetahuan dan kompetensi numerasi. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan pemahaman pada seluruh indikator, dengan rata-rata skor pretest sebesar 71,33% meningkat menjadi 93,33% pada posttest. Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator akuaponik berbasis IoT (dari 30% menjadi 76,67%), sedangkan empat indikator terkait kompetensi numerasi mencapai skor 100% pada posttest dengan kategori N-Gain tinggi. Anggota KWT juga menunjukkan keterampilan yang baik dalam mengoperasikan instalasi akuaponik berbasis IoT secara mandiri. Keberlanjutan program didukung melalui pendampingan pascapelatihan dan pemanfaatan instalasi sebagai model percontohan yang berpotensi direplikasi pada kelompok masyarakat lain, sehingga mendukung pencapaian ketahanan pangan keluarga secara berkelanjutan sekaligus berkontribusi terhadap target SDGs 2 dan SDGs 4 di tingkat desa

Kata Kunci: *Sistem pemantauan digital; numerasi keluarga; ketahanan pangan rumah tangga; pemberdayaan perempuan tani; pembangunan berkelanjutan*

INTRODUCTION

Ketahanan pangan keluarga merupakan salah satu isu strategis dalam pembangunan berkelanjutan karena berkaitan langsung dengan kemampuan rumah tangga memenuhi kebutuhan pangan yang cukup, aman, bergizi, dan berkelanjutan. Pada tingkat rumah tangga, tantangan ini semakin nyata akibat keterbatasan lahan, fluktuasi harga bahan pangan, serta ketidakpastian iklim yang berdampak pada produktivitas budidaya konvensional (Nair *et al.,* 2025). Pemanfaatan pekarangan telah lama dipandang sebagai salah satu strategi untuk meningkatkan ketersediaan pangan dan diversifikasi konsumsi rumah tangga, termasuk bagi keluarga dengan sumber daya dan lahan yang terbatas (Sukma *et al.,* 2024). Namun, keterbatasan ruang mengharuskan pengembangan sistem produksi pangan yang lebih intensif, efisien, dan adaptif dibandingkan pola budidaya

konvensional (Chandramenon *et al.,* 2024; Zamnuri *et al.,* 2024). Dalam konteks tersebut, penerapan teknologi pertanian cerdas menjadi relevan karena pemanfaatan teknologi digital memungkinkan pengelolaan input dan proses produksi berdasarkan informasi yang lebih terukur (Aiman *et al.,* 2024). Pada konteks Indonesia, Mardiansyah et al. (2023) juga menunjukkan bahwa penerapan *smart indoor farming* dapat menjadi alternatif pemanfaatan ruang terbatas untuk mendukung produksi pangan.

Dalam konteks pemberdayaan masyarakat, Kelompok Wanita Tani (KWT) memegang peran strategis karena menjadi ujung tombak pengelolaan pekarangan, produksi pangan rumah tangga, dan peningkatan kesejahteraan keluarga (Kurniati *et al.,* 2024; Pantiwati *et al.,* 2026). Kajian mengenai pemberdayaan perempuan dalam pertanian menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas, akses terhadap sumber daya, serta keterlibatan perempuan dalam pengambilan keputusan berhubungan dengan berbagai manfaat, termasuk produktivitas, pendapatan, ketahanan pangan, dan kualitas gizi rumah tangga (Kurniati *et al.,* 2024; Nair *et al.,* 2025). Temuan empiris juga menunjukkan bahwa pemberdayaan perempuan dalam sektor pertanian berkaitan positif dengan ketahanan pangan rumah tangga, meskipun kekuatan hubungan tersebut dipengaruhi oleh konteks sosial dan ekonomi setempat (Jemaneh & Shibeshi, 2023). Oleh karena itu, program pemberdayaan KWT sebaiknya tidak berhenti pada transfer teknologi, tetapi juga membangun kapasitas anggota untuk mengelola sumber daya dan mengambil keputusan secara mandiri.

Meski demikian, sebagian besar program pemberdayaan KWT masih terkendala oleh rendahnya pemanfaatan teknologi pertanian digital dan terbatasnya kapasitas anggota dalam mengelola sistem budidaya secara efektif dan berbasis data (Zamnuri *et al.,* 2024). Afiatan dkk. (2025) menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas kelompok melalui pelatihan menjadi strategi kunci untuk memperkuat kemampuan anggota dalam mengembangkan usaha pertanian yang berkelanjutan. Temuan tersebut sejalan dengan hasil kegiatan Afandi dkk. (2022), yang menunjukkan bahwa pelatihan pemanfaatan pekarangan rumah melalui budidaya hidroponik mampu meningkatkan ketahanan pangan keluarga sekaligus mendorong partisipasi aktif kelompok masyarakat, termasuk perempuan, dalam pengelolaan sumber pangan mandiri. Namun, pelatihan yang selama ini diberikan umumnya masih bersifat teknis-praktis dan belum menyentuh kemampuan dasar yang sesungguhnya menentukan keberlanjutan usaha, yaitu kemampuan mengelola dan menginterpretasi data hasil budidaya.

Salah satu inovasi yang relevan untuk menjawab keterbatasan lahan dan kebutuhan produksi pangan rumah tangga adalah sistem akuaponik (Nair *et al.,*

2025; Okomoda *et al.,* 2023). Akuaponik mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem resirkulasi sehingga memungkinkan produksi dua komoditas secara simultan dengan pemanfaatan air dan ruang yang lebih efisien (Okomoda *et al.,* 2023). Kajian mutakhir menunjukkan bahwa sistem akuaponik memiliki potensi dalam mendukung konservasi air, efisiensi pemanfaatan nutrien, produksi pangan pada lahan terbatas, serta penguatan sistem pangan berkelanjutan (Nair *et al.,* 2025). Integrasi teknologi digital, khususnya *Internet of Things* (IoT), semakin memperkuat potensi tersebut karena memungkinkan pemantauan kualitas air dan kondisi budidaya secara lebih terukur serta mengurangi ketergantungan pada monitoring manual (Zamnuri *et al.,* 2024).

Kurniati *et al.* (2024) melaporkan bahwa sosialisasi akuaponik berbasis IoT mampu meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai budidaya akuaponik sekaligus memperkenalkan pemanfaatan teknologi digital untuk pengelolaan pertanian. Sementara itu, Pantiwati *et al.* (2026) menunjukkan bahwa pelatihan akuaponik pada kelompok perempuan dengan keterbatasan lahan mampu meningkatkan skor pengetahuan peserta dari 37 menjadi 82 dan keterampilan teknis dari 52 menjadi 81, sekaligus membuka peluang peningkatan produktivitas dan ketahanan pangan keluarga. Temuan tersebut diperkuat oleh Mulyawan *et al.* (2025), yang menunjukkan bahwa pelatihan budidaya akuaponik terpadu dapat meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengelola produksi ikan dan sayuran secara lebih mandiri. Dengan demikian, akuaponik berbasis IoT tidak hanya relevan sebagai teknologi produksi pangan pada lahan terbatas, tetapi juga memiliki potensi sebagai instrumen pemberdayaan masyarakat yang mengintegrasikan aspek teknologi, keterampilan, dan ketahanan pangan keluarga.

Penguatan sistem akuaponik melalui *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan budidaya. Integrasi sensor memungkinkan parameter penting seperti suhu, pH, ketinggian air, dan kualitas air dipantau secara kontinu sehingga pengguna memperoleh informasi yang dapat digunakan untuk melakukan intervensi secara lebih tepat (Chandramenon *et al.,* 2024). Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa sistem akuaponik berbasis IoT dapat mendukung pengendalian parameter budidaya secara otomatis dan berbasis data (Zamnuri *et al.,* 2024). Temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa teknologi digital tidak semata berfungsi sebagai perangkat tambahan, melainkan sebagai instrumen pengambilan keputusan dalam pengelolaan sistem budidaya.

Meskipun demikian, keberhasilan implementasi teknologi tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan perangkat, tetapi juga oleh kemampuan pengguna dalam memahami dan mengolah informasi yang dihasilkan. Dalam konteks ini, kompetensi numerasi menjadi aspek penting karena berkaitan dengan kemampuan

peserta dalam menghitung kebutuhan bibit, dosis pakan, biaya operasional, hasil panen, hingga keuntungan usaha (Das & Maji, 2023). Dalam konteks akuaponik, kemampuan numerasi mencakup keterampilan membaca dan membandingkan data sensor seperti suhu dan pH air, menghitung volume air dan kebutuhan pakan, menentukan jumlah serta proporsi ikan dan tanaman, mencatat pertumbuhan, menghitung hasil panen, serta memperkirakan biaya produksi dan hasil ekonomi budidaya (Sukma *et al.,* 2024). Hal ini relevan karena sistem akuaponik berbasis IoT menghasilkan data *real time* yang perlu diinterpretasikan agar pengguna dapat menentukan tindakan yang tepat ketika terjadi perubahan kondisi budidaya.

Sejumlah kegiatan pengabdian sebelumnya telah menunjukkan manfaat pelatihan akuaponik dan pertanian berbasis IoT. Kurniati *et al.* (2024) berfokus pada peningkatan pengetahuan masyarakat mengenai akuaponik berbasis IoT, sementara Pantiwati *et al.* (2026) menunjukkan peningkatan pengetahuan dan keterampilan teknis melalui pelatihan akuaponik. Di sisi teknologi, penelitian Zamnuri *et al.* (2024) lebih menitikberatkan pada efisiensi dan profitabilitas sistem akuaponik skala kecil berbasis IoT. Temuan tersebut memberikan dasar yang kuat bagi pengembangan teknologi dan pelatihan akuaponik, tetapi integrasi antara kemampuan mengoperasikan akuaponik berbasis IoT dengan numerasi yang secara langsung menggunakan data budidaya sebagai dasar pengambilan keputusan pada Kelompok Wanita Tani masih relatif terbatas. Dengan demikian, terdapat ruang untuk mengembangkan model pemberdayaan yang tidak hanya meningkatkan kemampuan teknis, tetapi juga kemampuan kuantitatif anggota dalam mengelola sistem secara mandiri.

Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan kapasitas dan kemandirian Kelompok Wanita Tani (KWT) melalui pelatihan akuaponik berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai upaya mendukung ketahanan pangan keluarga. Kegiatan ini berkontribusi dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan anggota KWT dalam menerapkan teknologi akuaponik, mengoptimalkan pemanfaatan lahan, serta mendorong ketersediaan pangan keluarga yang berkelanjutan melalui integrasi budidaya ikan dan tanaman. Selain itu, penerapan teknologi berbasis IoT diharapkan dapat memperkenalkan praktik budidaya yang lebih efektif dan efisien sehingga berpotensi mendukung kemandirian pangan dan pemberdayaan ekonomi keluarga.

METHOD

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di Dusun Pasir Joho, Desa Sukajadi, Kecamatan Sadananya, Kabupaten Ciamis, dengan sasaran utama Kelompok Wanita Tani (KWT) GIAT yang beranggotakan 10 orang. Pemilihan lokasi

didasarkan pada potensi lahan pekarangan yang belum dimanfaatkan secara optimal serta masih terbatasnya penerapan teknologi digital dalam kegiatan budidaya. Sebagian besar anggota KWT masih menerapkan metode konvensional dan belum terbiasa menggunakan sistem pemantauan otomatis maupun mengelola data budidaya secara terstruktur.

Oleh karena itu, kegiatan ini difokuskan pada pelatihan akuaponik berbasis *Internet of Things* (IoT) dan penguatan numerasi terapan, meliputi kemampuan membaca data, menghitung kebutuhan budidaya, serta mencatat dan menganalisis hasil produksi. Sasaran kegiatan ditentukan secara *purposive* berdasarkan keaktifan anggota dalam kelompok dan kesediaan mengikuti rangkaian pelatihan. Melalui kegiatan ini, anggota KWT diharapkan mampu meningkatkan keterampilan dalam menerapkan teknologi akuaponik, mengoptimalkan pemanfaatan pekarangan, serta menggunakan data numerik untuk mendukung pengelolaan budidaya yang produktif dan berkelanjutan guna memperkuat ketahanan pangan keluarga dan membuka peluang peningkatan ekonomi kelompok.

Pelaksanaan pengabdian menggunakan pendekatan partisipatif dengan melibatkan anggota KWT secara aktif pada setiap tahap kegiatan. Program dilaksanakan melalui empat tahap, yaitu: (1) sosialisasi mengenai ketahanan pangan keluarga dan pemanfaatan lahan terbatas melalui akuaponik; (2) pelatihan dan praktik perakitan serta pengoperasian sistem akuaponik berbasis *Internet of Things* (IoT); (3) pelatihan numerasi terapan yang mencakup perhitungan kebutuhan pakan, jumlah tanaman, pencatatan dan interpretasi data monitoring, serta hasil panen; dan (4) pendampingan serta evaluasi keberhasilan program.

Implementasi program pengabdian dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang terencana dan berkesinambungan, dimulai dari tahap identifikasi kebutuhan hingga tahap evaluasi dan keberlanjutan program. Pendekatan ini menekankan pentingnya keterlibatan aktif seluruh pemangku kepentingan, termasuk anggota KWT serta tim dosen dan mahasiswa dari perguruan tinggi pelaksana. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini tidak hanya berfokus pada transfer pengetahuan teknis budidaya, tetapi juga pada penguatan kompetensi numerasi dan pembentukan kapasitas kelembagaan kelompok yang berkelanjutan. Efektivitas program dievaluasi menggunakan desain *one-group pretest-posttest*, yaitu salah satu desain pra-eksperimental yang bertujuan mengukur perubahan pengetahuan dan kompetensi numerasi peserta sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pelatihan dilaksanakan tanpa melibatkan kelompok pembanding. Instrumen evaluasi yang digunakan terdiri atas 25 soal pilihan ganda yang disusun berdasarkan 9 indikator pengetahuan dan kompetensi numerasi terkait akuaponik berbasis *Internet of Things* (IoT), ketahanan pangan keluarga, dan kemampuan

numerasi dalam kegiatan budidaya. Hasil *pretest* dan *posttest* kemudian dibandingkan untuk mengetahui efektivitas pelatihan dalam meningkatkan pemahaman dan kompetensi peserta.

Pelaksanaan program dimulai dengan tahap identifikasi kebutuhan mitra melalui observasi lapangan dan wawancara langsung kepada anggota KWT yang menjadi peserta kegiatan pengabdian. Program ini disusun tidak hanya sebagai kegiatan pelatihan, tetapi juga sebagai proses pendampingan yang menekankan pada praktik langsung agar peserta benar-benar mampu menguasai materi yang diberikan. Adapun tahapan dalam pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini adalah sebagai berikut:

1. Pelaksanaan program dimulai dengan tahap persiapan, yaitu koordinasi dengan pemerintah desa dan pengurus KWT, serta analisis kebutuhan (*need assessment*) melalui observasi lapangan dan wawancara untuk mengetahui tingkat pemahaman awal peserta mengenai budidaya akuaponik, teknologi IoT, dan kemampuan numerasi dalam pengelolaan usaha tani. Selain itu, tahap ini juga bertujuan memetakan permasalahan utama yang dihadapi peserta, seperti keterbatasan pemanfaatan teknologi digital pertanian dan rendahnya kemampuan menghitung kebutuhan usaha secara terstruktur. Hasil identifikasi kebutuhan tersebut menjadi dasar dalam penyusunan modul pelatihan, instrumen pretest-posttest, serta penyiapan perangkat akuaponik (kolam, sistem perpipaan, media tanam) dan perangkat IoT (sensor pH, sensor suhu air, sensor ketinggian air, mikrokontroler, dan aplikasi monitoring).
2. Pelaksanaan pelatihan teknis akuaponik berbasis IoT yang difokuskan pada peningkatan kemampuan peserta dalam merakit sistem akuaponik, menginstal dan mengkalibrasi sensor IoT, serta membaca data monitoring kondisi budidaya secara real time. Kegiatan diawali dengan sosialisasi program dan pengisian pretest oleh peserta untuk mengukur pengetahuan awal. Peserta kemudian diberikan pendampingan secara langsung dalam praktik perakitan sistem akuaponik dan pengoperasian perangkat sensor pH, suhu air, dan ketinggian air. Metode pelatihan dilakukan secara kombinasi ceramah, demonstrasi, dan praktik langsung (learning by doing) agar peserta dapat memahami penggunaan teknologi digital secara lebih mudah dan aplikatif, mengingat sebagian besar peserta belum memiliki pengalaman dalam pemanfaatan teknologi IoT untuk kegiatan budidaya.

   Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan pada hari Sabtu, tanggal 7 Juli dan 8 Agustus 2026 bertempat di Madrasah Pasir Joho Desa Sukajadi. Adapun susunan acara kegiatan tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Susunan acara kegiatan pengabdian kepada masyarakat.

No	Waktu	Kegiatan	PIC
1	09.00 - 09.05	Pembukaan	MC
2	09.05 - 09.10	Menyanyikan Lagu Indonesia Raya	Bersama
3	09.10 - 09.15	Pembacaan Ayat Suci Al-Quran	Intan Ade Ayuna
4	09.15 - 09.30	Sambutan Tim Pelaksana PKM Dikti dan Pembukaan Kegiatan	Dr. Ika Fitri Apriani
5	09.30 - 09.45	Sambutan Kepala Desa Tanjungsari	Perwakilan Desa
6	09.45 - 10.30	Sosialisasi Aquaponik berbasis IOT	Rangga Gelar Guntara
7	10.30- 12.00	Praktik Instalasi IOT	Nugraha Adhi Pratama
8	12.00 – 12.45	ISOMA	-
9	12.45 – 13.15	Penyerahan Simbolis Aquaponik berbasis IOT kepada KWT Giat 2	Farhan Ilham Wira Rahmat
10	13.15 – 13.30	Penutupan	MC

3. Selain pelatihan teknis, implementasi program pengabdian juga dilakukan melalui pelatihan numerasi terapan yang bertujuan meningkatkan kompetensi peserta dalam mengolah data hasil monitoring. Materi pelatihan meliputi praktik menghitung kebutuhan bibit ikan dan tanaman, dosis pakan, biaya operasional, proyeksi hasil panen, hingga analisis keuntungan usaha berdasarkan data sensor IoT. Peserta juga diberikan pemahaman mengenai pentingnya menerjemahkan data teknis budidaya menjadi perhitungan usaha yang rasional agar adopsi teknologi tidak berhenti pada tahap penggunaan alat semata. Metode pelaksanaan dilakukan melalui simulasi perhitungan usaha dan praktik penggunaan data monitoring secara langsung, dengan tujuan membangun kesadaran peserta mengenai pentingnya pengelolaan usaha berbasis data dalam mendukung keberlanjutan usaha tani dan ketahanan pangan keluarga.
4. Tahap akhir implementasi program dilakukan melalui pendampingan dan evaluasi terhadap perkembangan peserta setelah mengikuti pelatihan. Pendampingan dilakukan untuk membantu peserta mengatasi kendala yang dihadapi dalam pengoperasian sistem akuaponik berbasis IoT maupun dalam melakukan perhitungan usaha secara mandiri. Evaluasi kegiatan dilakukan melalui pengisian posttest pada akhir rangkaian pelatihan untuk mengukur

peningkatan pengetahuan teknis dan kompetensi numerasi peserta, serta dihitung besarnya peningkatan menggunakan rumus N-Gain score dengan kategori rendah, sedang, dan tinggi. Hasil evaluasi tersebut digunakan sebagai dasar diskusi reflektif bersama mitra untuk merumuskan rencana keberlanjutan program, termasuk pendampingan lanjutan pascapelatihan.

RESULTS

Analisis Awal Kondisi Mitra

Mitra dalam kegiatan pengabdian ini adalah Kelompok Wanita Tani (KWT) GIAT yang berlokasi di Desa Sukajadi, Kecamatan Sadananya, Kabupaten Ciamis. KWT GIAT merupakan kelompok masyarakat yang berperan aktif dalam mendukung ketahanan pangan keluarga melalui pemanfaatan lahan pekarangan dan pengembangan kegiatan pertanian skala rumah tangga. Kelompok ini terdiri atas sekitar 10 orang anggota yang seluruhnya merupakan perempuan dengan rentang usia produktif, yaitu 40–55 tahun. Sebagian besar anggota memiliki latar belakang pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) hingga Sekolah Menengah Atas (SMA) serta berprofesi sebagai ibu rumah tangga yang turut membantu aktivitas pertanian keluarga.

Selain menjalankan aktivitas domestik, anggota KWT secara rutin mengikuti kegiatan kelompok sebagai wadah berbagi pengalaman, pembelajaran, serta pengembangan keterampilan di bidang pertanian. Setiap anggota umumnya memiliki pekarangan rumah dengan luas berkisar antara 20–60 m^2 yang berpotensi dimanfaatkan sebagai lahan produksi pangan keluarga. Potensi tersebut menjadi modal utama dalam pengembangan sistem budidaya terpadu yang mampu menghasilkan sayuran dan ikan secara berkelanjutan. Meskipun memiliki pengalaman dalam budidaya tanaman secara konvensional, sebagian besar anggota belum pernah memperoleh pelatihan maupun pendampingan mengenai sistem aquaponik berbasis IoT. Oleh karena itu, KWT GIAT dipilih sebagai mitra karena memiliki potensi yang besar untuk mengembangkan inovasi budidaya berbasis teknologi sekaligus meningkatkan kapasitas anggota dalam mewujudkan ketahanan pangan keluarga.

Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan analisis kebutuhan yang dilakukan sebelum pelaksanaan program, KWT GIAT memiliki potensi yang cukup besar untuk mendukung ketahanan pangan keluarga melalui pemanfaatan pekarangan rumah. Potensi tersebut didukung oleh ketersediaan lahan pekarangan, sumber air yang memadai, serta semangat gotong royong dan partisipasi anggota dalam setiap kegiatan kelompok. Namun demikian, potensi

tersebut belum dimanfaatkan secara optimal sehingga produktivitas pekarangan masih relatif rendah.

Sebagian besar anggota masih menerapkan sistem budidaya tanaman secara konvensional dengan media tanah dan belum mengembangkan sistem budidaya terpadu yang mengombinasikan tanaman dengan perikanan. Jenis tanaman yang dibudidayakan masih terbatas dan dilakukan berdasarkan kebiasaan tanpa mempertimbangkan efisiensi lahan maupun kesinambungan produksi. Akibatnya, hasil panen belum mampu memenuhi kebutuhan pangan keluarga secara berkelanjutan sehingga kebutuhan sayuran maupun protein hewani masih bergantung pada pembelian di pasar.

Dari aspek teknologi, anggota KWT belum mengenal penerapan sistem aquaponik berbasis IoT. Kegiatan budidaya masih dilakukan secara manual tanpa dukungan teknologi yang dapat memantau kondisi budidaya secara real time. Pemantauan kualitas air, suhu, maupun kondisi pertumbuhan tanaman dilakukan berdasarkan pengamatan langsung sehingga pengelolaan budidaya belum berlangsung secara efektif dan efisien. Selain itu, kemampuan numerasi anggota KWT dalam mendukung kegiatan budidaya juga masih terbatas. Sebagian besar anggota belum terbiasa melakukan perhitungan kebutuhan benih, rasio jumlah ikan dan tanaman, kebutuhan pakan, maupun pencatatan hasil produksi dan biaya budidaya. Aktivitas budidaya lebih banyak dilakukan berdasarkan pengalaman sehingga evaluasi terhadap produktivitas maupun efisiensi usaha belum dilakukan secara terukur.

Hasil analisis situasi tersebut menunjukkan bahwa KWT GIAT memerlukan program pemberdayaan yang tidak hanya memperkenalkan inovasi budidaya aquaponik berbasis IoT, tetapi juga meningkatkan kemampuan anggota dalam memanfaatkan data untuk mendukung pengambilan keputusan. Oleh karena itu, pelatihan dan pendampingan aquaponik berbasis IoT dilaksanakan sebagai upaya mengoptimalkan pemanfaatan pekarangan, memperkuat ketahanan pangan keluarga, serta meningkatkan kompetensi numerasi anggota KWT melalui kegiatan budidaya yang berbasis teknologi.

Pelaksanaan Pelatihan Aquaponik Berbasis IoT

Pelaksanaan program pengabdian diawali dengan kegiatan sosialisasi kepada anggota KWT GIAT mengenai tujuan, manfaat, serta tahapan pelaksanaan program. Kegiatan ini bertujuan untuk membangun pemahaman awal dan komitmen mitra terhadap pentingnya penerapan sistem aquaponik berbasis IoT sebagai salah satu alternatif dalam meningkatkan ketahanan pangan keluarga. Selain penyampaian materi, kegiatan sosialisasi juga menjadi forum diskusi untuk

mengidentifikasi kebutuhan dan kendala yang dihadapi anggota KWT dalam mengelola pekarangan rumah.

Tahap berikutnya adalah pelatihan konsep dasar aquaponik yang meliputi prinsip kerja sistem aquaponik, hubungan simbiosis antara ikan, tanaman, dan mikroorganisme, serta keunggulan sistem aquaponik dibandingkan budidaya konvensional. Peserta juga diperkenalkan pada komponen utama instalasi, seperti ember budidaya ikan, pipa distribusi air, media tanam, pompa sirkulasi, dan sistem filtrasi. Penyampaian materi dilakukan melalui metode ceramah interaktif yang dipadukan dengan diskusi sehingga peserta dapat memahami konsep dasar sebelum melakukan praktik secara langsung. Gambar 2 Pelatihan pembuatan aquaponik.



Gambar 1. Pelatihan aquaponik

Selanjutnya, peserta memperoleh pelatihan mengenai penerapan teknologi IoT pada sistem aquaponik. Materi yang diberikan meliputi pengenalan perangkat sensor, fungsi mikrokontroler sebagai pusat kendali sistem, serta mekanisme pemantauan kondisi budidaya secara real time. Tim pengabdi mendemonstrasikan cara kerja sistem monitoring yang mampu menampilkan data kualitas lingkungan budidaya melalui perangkat digital sehingga peserta memahami manfaat penggunaan teknologi dalam mendukung pengelolaan aquaponik yang lebih efektif dan efisien.

Setelah penyampaian materi, kegiatan dilanjutkan dengan praktik perakitan instalasi aquaponik berbasis IoT secara partisipatif. Anggota KWT terlibat secara langsung dalam proses penyusunan instalasi, pemasangan media tanam, penebaran benih ikan, penanaman bibit sayuran, hingga pemasangan perangkat monitoring. Pendekatan praktik dipilih agar peserta tidak hanya memahami konsep, tetapi juga memiliki pengalaman langsung dalam mengoperasikan sistem aquaponik berbasis teknologi. Gambar 2 pemasangan teknologi IoT.



Gambar 2. pemasangan teknologi IoT

Tahap akhir kegiatan berupa pendampingan dan monitoring yang dilakukan secara berkala untuk memastikan sistem aquaponik dapat beroperasi dengan baik. Pendampingan difokuskan pada pemeliharaan tanaman dan ikan, penggunaan sistem monitoring, serta pembimbingan anggota dalam membaca dan memanfaatkan data hasil pemantauan sebagai dasar pengambilan keputusan selama proses budidaya. Melalui pendampingan yang berkelanjutan, anggota KWT diharapkan mampu mengelola instalasi aquaponik secara mandiri sehingga program dapat terus berlanjut setelah kegiatan pengabdian selesai.

Hasil Implementasi Aquaponik Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Pelaksanaan pelatihan dan pendampingan menghasilkan implementasi sistem aquaponik berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai media budidaya terpadu bagi Kelompok Wanita Tani (KWT) GIAT di Desa Sukajadi. Implementasi diawali dengan pembangunan instalasi aquaponik yang mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem resirkulasi air. Seluruh tahapan pembangunan dilakukan secara partisipatif dengan melibatkan anggota KWT mulai dari proses perakitan instalasi, pemasangan media tanam, penebaran benih ikan, penanaman bibit sayuran, hingga pemasangan perangkat IoT. Keterlibatan langsung peserta pada setiap tahapan bertujuan agar anggota tidak hanya memahami konsep, tetapi juga memiliki keterampilan dalam mengoperasikan sistem secara mandiri.

Inovasi utama yang diterapkan pada program ini adalah integrasi teknologi IoT pada sistem aquaponik. Instalasi dilengkapi dengan perangkat sensor yang terhubung dengan mikrokontroler sehingga mampu melakukan pemantauan kondisi budidaya secara real-time. Data hasil pengukuran, seperti kualitas air dan parameter lingkungan budidaya, ditampilkan melalui dashboard monitoring yang dapat diakses menggunakan perangkat digital. Sistem ini memudahkan anggota KWT dalam memantau kondisi budidaya tanpa harus melakukan pemeriksaan secara manual sehingga proses pengelolaan menjadi lebih efektif, efisien, dan berbasis data.

Selama proses pendampingan, anggota KWT menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengoperasikan instalasi aquaponik berbasis IoT. Peserta mampu

melakukan penyemaian benih, penanaman bibit sayuran, penebaran benih ikan, pemeliharaan harian, serta membaca informasi yang ditampilkan pada dashboard monitoring. Pemanfaatan data hasil pemantauan membantu anggota menentukan tindakan pemeliharaan, seperti pengaturan sirkulasi air, pemberian pakan, serta pengawasan pertumbuhan tanaman dan ikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa penerapan IoT tidak hanya meningkatkan efisiensi budidaya, tetapi juga membangun kebiasaan pengambilan keputusan berdasarkan informasi yang terukur. Gambar 3 pendampingan anggota KWT



Gambar 3. Pendampingan Aquaponik Berbasis IoT

Implementasi sistem aquaponik berbasis IoT juga memberikan perubahan pada pola pengelolaan budidaya di tingkat rumah tangga. Sebelum program dilaksanakan, kegiatan budidaya dilakukan secara konvensional dan bergantung pada pengalaman masing-masing anggota. Setelah program berjalan, anggota mulai memanfaatkan teknologi sebagai alat bantu dalam melakukan monitoring serta pengelolaan budidaya. Perubahan tersebut menunjukkan adanya peningkatan kapasitas teknologi masyarakat dalam mengadopsi inovasi pertanian yang lebih modern dan sesuai dengan kebutuhan ketahanan pangan keluarga. Gambar 3 Implementasi Anggota KWT pada penggunaan Aquaponik.



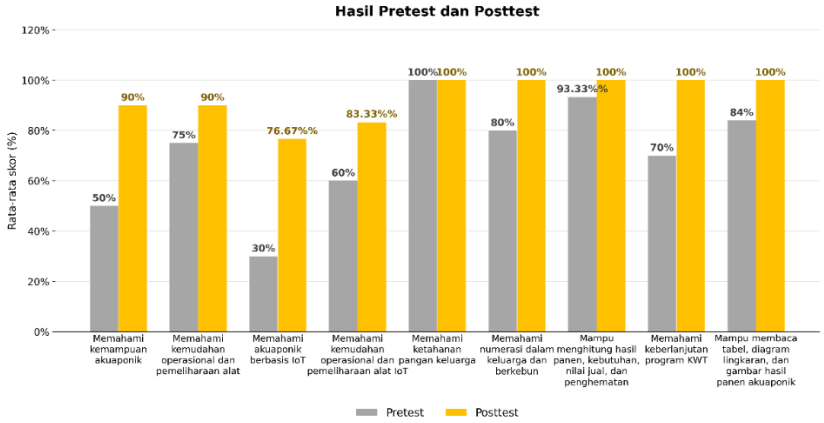
Gambar 4. Implementasi Anggota KWT pada penggunaan Aquaponik.

Keberhasilan implementasi program didukung oleh tingginya partisipasi anggota KWT selama proses pelatihan dan pendampingan. Antusiasme peserta

terlihat dari keterlibatan aktif dalam setiap kegiatan, mulai dari perakitan instalasi hingga pengoperasian sistem monitoring. Kondisi ini menunjukkan bahwa teknologi aquaponik berbasis IoT dapat diterima dan dioperasikan oleh masyarakat apabila disertai dengan metode pelatihan yang aplikatif dan pendampingan yang berkelanjutan. Instalasi yang telah dibangun selanjutnya menjadi sarana pembelajaran sekaligus model percontohan yang dapat dikembangkan pada pekarangan rumah anggota KWT sebagai upaya memperkuat ketahanan pangan keluarga secara berkelanjutan.

Peningkatan Kompetensi Numerasi Anggota Kelompok Wanita Tani

Efektivitas pelatihan diukur melalui pretest dan posttest yang mencakup sembilan indikator, meliputi pemahaman konsep akuaponik, penerapan teknologi IoT, ketahanan pangan keluarga, serta kompetensi numerasi yang berkaitan dengan kegiatan budidaya. Secara umum, hasil evaluasi menunjukkan peningkatan pemahaman pada seluruh indikator setelah pelaksanaan pelatihan dan pendampingan, sebagaimana disajikan pada gambar 3 dan Tabel 1.



Gambar 5. Hasil Pretest dan Posttest

Tabel 1. Hasil Pretest, Posttest, dan Interpretasi N-gain per Domain Pengetahuan

Domain Pengetahuan	Rata-Rata Pre-test	Rata-Rata Post-test	Peningkatan (%)	Interpretasi
Memahami kemampuan akuaponik	50,00	90,00	0,80	Tinggi
Memahami kemudahan operasional dan pemeliharaan alat	75,00	90,00	0,60	Sedang
Memahami akuaponik berbasis IoT	30,00	76,67	0,67	Sedang

Tabel 1. Hasil Pretest, Posttest, dan Interpretasi N-gain per Domain Pengetahuan

Domain Pengetahuan	Rata-Rata Pre-test	Rata-Rata Post-test	Peningkatan (%)	Interpretasi
Memahami kemudahan operasional dan pemeliharaan alat IoT	60,00	83,33	0,58	Sedang
Memahami ketahanan pangan keluarga	100,00	100,00	0,00*	Rendah*
Memahami numerasi dalam keluarga dan berkebun	80,00	100,00	1,00	Tinggi
Mampu menghitung hasil panen, kebutuhan, nilai jual, dan penghematan	93,33	100,00	1,00	Tinggi
Memahami keberlanjutan program KWT	70,00	100,00	1,00	Tinggi
Mampu membaca tabel, diagram lingkaran, dan gambar hasil panen akuaponik	84,00	100,00	1,00	Tinggi

Pada aspek dasar akuaponik, tingkat pemahaman peserta meningkat dari 50% menjadi 90%, sementara pemahaman mengenai kemudahan operasional dan pemeliharaan alat meningkat dari 75% menjadi 90%. Hasil ini menunjukkan bahwa peserta memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai prinsip kerja sistem akuaponik serta cara mengoperasikan dan merawat instalasi secara sederhana, sehingga sistem tersebut berpotensi diterapkan secara mandiri di lingkungan rumah masing-masing.

Peningkatan paling signifikan terjadi pada indikator akuaponik berbasis IoT, yaitu dari 30% menjadi 76,67%, disusul oleh pemahaman mengenai operasional dan pemeliharaan alat berbasis IoT yang meningkat dari 60% menjadi 83,33%. Kedua indikator ini menunjukkan N-gain kategori “sedang” (masing-masing 0,67 dan 0,58), yang mengindikasikan bahwa pelatihan berhasil memperkenalkan konsep teknologi digital dalam sistem budidaya kepada peserta yang sebelumnya belum familiar dengannya. Meski demikian, pemahaman pada aspek IoT belum mencapai tingkat penguasaan penuh seperti indikator lain, sehingga masih

diperlukan pendampingan lanjutan agar seluruh peserta dapat mengoperasikan perangkat IoT secara mandiri..

Peningkatan yang sangat baik juga terlihat pada aspek kompetensi numerasi. Pemahaman mengenai numerasi dalam pengelolaan keluarga dan kegiatan budidaya meningkat dari 80% menjadi 100%, sementara kemampuan menghitung hasil panen, kebutuhan budidaya, nilai jual produk, dan potensi penghematan rumah tangga meningkat dari 93,33% menjadi 100%. Pola serupa juga terlihat pada pemahaman mengenai keberlanjutan program KWT (dari 70% menjadi 100%) dan kemampuan membaca tabel, diagram lingkaran, serta gambar hasil panen akuaponik (dari 84% menjadi 100%). Keempat indikator ini berada pada kategori N-gain "tinggi" (g = 1,00), yang menunjukkan bahwa peserta tidak hanya memahami konsep budidaya secara konseptual, tetapi juga mampu menerapkan kemampuan berhitung dan menginterpretasikan informasi kuantitatif sebagai dasar perencanaan produksi, evaluasi, serta pengambilan keputusan dalam kegiatan budidaya.

Secara keseluruhan, rata-rata capaian pretest sebesar 71,33% meningkat menjadi 93,33% pada posttest, atau mengalami kenaikan sebesar 22 poin persentase. Temuan ini menegaskan bahwa pelatihan akuaponik berbasis IoT efektif dalam meningkatkan pengetahuan peserta, baik pada aspek teknis budidaya, penerapan teknologi digital, maupun kompetensi numerasi. Meskipun peningkatan pada indikator IoT belum mencapai tingkat penguasaan penuh, delapan dari sembilan indikator lainnya menunjukkan peningkatan hingga mencapai atau mendekati 100%, dengan satu indikator (ketahanan pangan keluarga) yang memang telah berada pada titik maksimum sejak sebelum intervensi. Hasil ini menunjukkan bahwa pelatihan berhasil meningkatkan kesiapan anggota KWT dalam mengembangkan sistem akuaponik sebagai upaya mendukung ketahanan pangan keluarga secara berkelanjutan.

Dampak Program terhadap Ketahanan Pangan Keluarga

Pada tahap implementasi, sistem aquaponik berbasis IoT memberikan dampak positif terhadap upaya peningkatan ketahanan pangan keluarga anggota KWT GIAT. Pemanfaatan pekarangan rumah yang sebelumnya belum optimal mulai diarahkan menjadi media produksi pangan keluarga melalui budidaya sayuran dan ikan dalam satu sistem terpadu. Kehadiran instalasi aquaponik memberikan alternatif sumber pangan yang dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga.

Melalui sistem aquaponik, anggota KWT memperoleh akses terhadap sumber pangan yang lebih beragam, terutama sayuran dan ikan sebagai sumber vitamin, mineral, dan protein. Produksi pangan yang dilakukan secara mandiri di

pekarangan rumah membantu mengurangi ketergantungan keluarga terhadap pembelian bahan pangan dari pasar. Selain memberikan manfaat ekonomi, kondisi ini juga meningkatkan ketersediaan pangan yang lebih mudah dijangkau oleh anggota keluarga.

Program ini juga mendorong perubahan pola pikir anggota KWT mengenai pentingnya pemanfaatan pekarangan sebagai sumber pangan produktif. Sebelum program dilaksanakan, pekarangan lebih banyak dimanfaatkan secara terbatas dan belum dikelola secara optimal. Setelah memperoleh pelatihan dan pendampingan, anggota mulai memahami bahwa pekarangan dapat menjadi sarana untuk mendukung ketersediaan pangan keluarga sekaligus meningkatkan nilai manfaat lahan yang dimiliki. Selain aspek ketersediaan pangan, penerapan aquaponik berbasis IoT juga memberikan manfaat dari sisi keberlanjutan produksi. Sistem sirkulasi air yang digunakan memungkinkan pemanfaatan sumber daya secara lebih efisien dibandingkan budidaya konvensional. Kemudahan monitoring melalui teknologi IoT membantu anggota menjaga kondisi budidaya sehingga produktivitas tanaman dan ikan dapat dipertahankan secara lebih optimal.

DISCUSSION

Pelaksanaan pelatihan aquaponik berbasis *Internet of Things* (IoT) menunjukkan bahwa pendekatan pemberdayaan yang mengombinasikan penyampaian materi, praktik langsung, dan pendampingan intensif mampu meningkatkan kapasitas anggota Kelompok Wanita Tani (KWT) dalam mengadopsi teknologi budidaya modern. Keterlibatan aktif peserta selama proses pelatihan memberikan kesempatan bagi anggota untuk memahami konsep dasar aquaponik sekaligus mempraktikkan pengoperasian sistem secara langsung. Pendekatan tersebut menjadikan proses pembelajaran lebih kontekstual karena peserta memperoleh pengalaman nyata dalam menyelesaikan permasalahan budidaya yang sebelumnya dihadapi. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis praktik (*learning by doing*) lebih efektif dibandingkan penyampaian materi secara teoritis semata, terutama bagi masyarakat yang belum memiliki pengalaman dalam penerapan teknologi pertanian digital. Temuan tersebut sejalan dengan Pantiwati *et al.* (2026) yang menunjukkan bahwa pelatihan aquaponik dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta melalui kegiatan pembelajaran yang bersifat praktis.

Keberhasilan pelaksanaan pelatihan tidak terlepas dari metode partisipatif yang diterapkan selama kegiatan pengabdian. Seluruh anggota KWT dilibatkan sejak tahap perencanaan, perakitan instalasi, pemasangan perangkat IoT, hingga proses monitoring sistem. Keterlibatan tersebut mendorong tumbuhnya rasa

memiliki terhadap teknologi yang diterapkan sehingga peserta tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga menjadi pelaku utama dalam pengelolaan sistem aquaponik. Pendekatan partisipatif seperti ini telah banyak direkomendasikan dalam program pemberdayaan masyarakat karena mampu meningkatkan motivasi, rasa percaya diri, dan keberlanjutan program setelah kegiatan pendampingan berakhir. Temuan tersebut diperkuat oleh Mulyawan *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan aquaponik dapat meningkatkan kapasitas masyarakat dalam melakukan kegiatan budidaya secara lebih mandiri. Demikian pula, Pantiwati *et al.* (2026) menunjukkan bahwa pelatihan aquaponik dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta dalam mengelola sistem budidaya.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan program pemberdayaan tidak hanya ditentukan oleh teknologi yang diperkenalkan, tetapi juga oleh proses pelatihan yang memungkinkan peserta memahami dan mempraktikkan teknologi tersebut secara langsung. Kurniati *et al.* (2024) menunjukkan bahwa sosialisasi dan pengenalan aquaponik berbasis IoT dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat mengenai teknologi budidaya sekaligus meningkatkan kesadaran terhadap pemanfaatan teknologi dalam pengelolaan lahan. Dengan demikian, efektivitas pelatihan aquaponik berbasis IoT dalam program ini tidak hanya dipengaruhi oleh kualitas materi, tetapi juga oleh strategi pendampingan yang memungkinkan anggota KWT menjadi subjek utama dalam proses pembelajaran dan penerapan teknologi.

Implementasi sistem aquaponik berbasis IoT memberikan perubahan pada cara anggota KWT mengelola kegiatan budidaya. Sebelum program dilaksanakan, proses pemeliharaan tanaman dan ikan masih dilakukan secara manual berdasarkan pengalaman, sedangkan setelah implementasi peserta mulai memanfaatkan informasi yang diperoleh melalui sistem monitoring sebagai dasar pengambilan keputusan. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa integrasi teknologi IoT tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu pemantauan, tetapi juga menjadi sarana untuk membangun budaya pengelolaan budidaya yang lebih sistematis, objektif, dan berbasis data. Temuan ini sejalan dengan Zamnuri *et al.* (2024) yang menjelaskan bahwa integrasi IoT dalam sistem aquaponik skala kecil dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan dan mendukung pengembangan sistem budidaya yang lebih produktif.

Pemanfaatan sensor dan dashboard monitoring memungkinkan anggota memperoleh informasi mengenai kondisi budidaya secara *real-time*. Informasi tersebut membantu peserta dalam melakukan tindakan pemeliharaan secara lebih tepat, seperti mengatur sirkulasi air, mengawasi kondisi tanaman, dan memantau

perkembangan budidaya secara berkala. Penggunaan teknologi monitoring juga mengurangi ketergantungan terhadap pengamatan visual sehingga potensi kesalahan dalam pengelolaan budidaya dapat diminimalkan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa teknologi IoT mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan sistem aquaponik sekaligus mempermudah proses monitoring bagi masyarakat yang sebelumnya belum terbiasa menggunakan teknologi digital. Hal ini sejalan dengan Chandramenon *et al.* (2024) yang menempatkan pemantauan kualitas air sebagai salah satu aspek penting dalam pengembangan *Aquaponics 4.0*. Integrasi teknologi cerdas memungkinkan kondisi sistem dipantau secara lebih terukur sehingga pengelolaan aquaponik dapat dilakukan berdasarkan informasi yang tersedia.

Temuan ini memperkuat hasil penelitian Yusuf dkk. (2024) yang menjelaskan bahwa sistem smart akuaponik berbasis IoT mampu meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi budidaya melalui penyediaan data secara otomatis dan real-time. Hasil penelitian Zulkifli dkk. (2024) juga menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT pada sektor pertanian mempermudah pengguna dalam melakukan monitoring tanpa harus melakukan pemeriksaan manual secara terus-menerus. Dengan demikian, implementasi IoT pada program ini tidak hanya menghasilkan inovasi teknologi, tetapi juga meningkatkan kapasitas masyarakat dalam memanfaatkan informasi digital sebagai dasar pengambilan keputusan.

Selain meningkatkan efisiensi budidaya, penerapan teknologi digital juga berkontribusi terhadap peningkatan kapasitas anggota Kelompok Wanita Tani dalam memanfaatkan inovasi untuk kegiatan produktif. Kemampuan peserta dalam mengoperasikan perangkat IoT, membaca hasil monitoring, dan memanfaatkan informasi yang dihasilkan menunjukkan bahwa teknologi tidak lagi dipandang sebagai sesuatu yang sulit diterapkan, melainkan sebagai alat pendukung dalam pengelolaan budidaya sehari-hari. Kondisi ini menunjukkan bahwa transformasi digital pada sektor pertanian dapat berjalan secara efektif apabila disertai dengan pelatihan dan pendampingan yang berkelanjutan. Temuan tersebut sejalan dengan Simamora *et al.* (2026) yang menyatakan bahwa pemberdayaan berbasis teknologi informasi mampu meningkatkan kompetensi ibu rumah tangga dalam mengembangkan aktivitas produktif secara mandiri. Hasil serupa juga dikemukakan oleh Irawan, (2025) yang menegaskan bahwa digitalisasi menjadi instrumen penting dalam memperkuat pemberdayaan perempuan melalui peningkatan kemampuan memanfaatkan teknologi. Dengan demikian, penerapan IoT pada sistem aquaponik tidak hanya memberikan manfaat teknis, tetapi juga memperluas literasi digital anggota KWT sebagai bekal dalam menghadapi transformasi pertanian berbasis teknologi.

Peningkatan kompetensi numerasi menjadi salah satu capaian utama yang membedakan program ini dengan berbagai kegiatan pelatihan aquaponik sebelumnya. Hasil pretest dan posttest menunjukkan adanya peningkatan pemahaman pada seluruh indikator, terutama pada aspek pemahaman aquaponik berbasis IoT yang mengalami peningkatan paling besar. Selain memahami konsep teknologi, peserta juga mulai mampu menerapkan kemampuan berhitung dan menginterpretasikan data dalam kegiatan budidaya. Kondisi ini menunjukkan bahwa numerasi dapat dikembangkan secara kontekstual melalui aktivitas yang dekat dengan kehidupan sehari-hari sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Kemampuan numerasi yang berkembang selama program tidak hanya terbatas pada aktivitas perhitungan sederhana, tetapi juga mencakup kemampuan membaca data monitoring, menghitung kebutuhan benih, menentukan kebutuhan pakan, memperkirakan hasil panen, serta melakukan pencatatan produksi. Aktivitas tersebut melatih peserta untuk menggunakan informasi kuantitatif sebagai dasar pengambilan keputusan sehingga pengelolaan budidaya menjadi lebih terencana dan efisien. Integrasi antara teknologi IoT dan numerasi memberikan pengalaman belajar yang aplikatif karena peserta secara langsung menghubungkan data yang diperoleh dari sistem dengan kebutuhan pengelolaan budidaya. Hasil ini mendukung pendapat Ngangi (2021) yang menyatakan bahwa kemampuan melakukan perhitungan biaya dan hasil produksi berpengaruh terhadap keberhasilan pengelolaan usaha tani. Temuan tersebut juga sejalan dengan penelitian Rudianto dan Fadilah (2023) yang menjelaskan bahwa peningkatan kemampuan pengelolaan data dan keuangan mampu meningkatkan produktivitas usaha pertanian masyarakat. Berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang lebih berfokus pada peningkatan keterampilan budidaya, program ini menunjukkan bahwa kompetensi numerasi dapat diintegrasikan secara langsung ke dalam pelatihan aquaponik berbasis IoT sehingga peserta tidak hanya mampu mengoperasikan teknologi, tetapi juga mampu memanfaatkan data untuk mendukung pengelolaan usaha secara lebih efektif.

Selain meningkatkan kompetensi teknologi dan numerasi, implementasi aquaponik berbasis IoT memberikan kontribusi terhadap penguatan ketahanan pangan keluarga. Pemanfaatan pekarangan rumah melalui sistem budidaya terpadu memungkinkan anggota KWT menghasilkan sayuran dan ikan secara bersamaan sehingga ketersediaan pangan rumah tangga menjadi lebih beragam. Produksi pangan yang dilakukan secara mandiri juga berpotensi mengurangi ketergantungan keluarga terhadap pembelian bahan pangan dari pasar serta meningkatkan pemanfaatan lahan pekarangan yang sebelumnya belum dikelola

secara optimal. Potensi tersebut sejalan dengan kajian Okomoda *et al.,* (2023) yang menunjukkan bahwa aquaponik memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai sistem produksi pangan alternatif, terutama dalam menghadapi keterbatasan sumber daya dan lahan. Nair *et al.,* (2025) juga menempatkan aquaponik sebagai salah satu sistem produksi yang memiliki potensi dalam mendukung keberlanjutan melalui pemanfaatan sumber daya secara lebih efisien. Penerapan sistem aquaponik juga mendukung prinsip pertanian berkelanjutan melalui pemanfaatan air secara lebih efisien dibandingkan budidaya konvensional. Integrasi antara budidaya ikan dan tanaman menciptakan hubungan yang saling menguntungkan sehingga penggunaan sumber daya menjadi lebih optimal. Kajian Nair *et al.,* (2025) menunjukkan bahwa perkembangan aquaponik semakin diarahkan pada aspek keberlanjutan, termasuk efisiensi penggunaan sumber daya dan pengembangan sistem produksi pangan yang lebih berkelanjutan. Selain itu, integrasi IoT dapat memperkuat efisiensi pengelolaan sistem melalui pemantauan kondisi budidaya secara lebih terukur (Zamnuri *et al.,*2024). Selain memberikan manfaat bagi pemenuhan kebutuhan pangan rumah tangga, sistem ini juga membuka peluang pengembangan usaha produktif yang dapat meningkatkan pendapatan keluarga apabila hasil panen dipasarkan. Dengan demikian, aquaponik berbasis IoT tidak hanya memberikan manfaat teknis, tetapi juga memiliki potensi manfaat ekonomi dan sosial bagi anggota KWT.

Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian Kurniati *et al.,* (2024) yang menunjukkan bahwa peningkatan pengetahuan masyarakat mengenai aquaponik berbasis IoT dapat menjadi dasar dalam pengembangan keterampilan pengelolaan budidaya. Mulyawan *et al.,* (2025) juga menunjukkan bahwa pelatihan aquaponik terpadu dapat meningkatkan kemampuan masyarakat dalam mengelola produksi ikan dan sayuran. Sementara itu, Pantiwati *et al.,* (2026) menunjukkan bahwa pelatihan aquaponik dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan kelompok perempuan dalam menerapkan sistem budidaya. Dengan demikian, pelaksanaan pelatihan aquaponik berbasis IoT pada KWT GIAT tidak hanya berhasil meningkatkan kapasitas teknologi dan kompetensi numerasi anggota, tetapi juga memberikan kontribusi terhadap penguatan ketahanan pangan keluarga. Temuan ini memperkuat kebaruan program yang mengintegrasikan teknologi IoT, keterampilan budidaya, kompetensi numerasi, dan literasi finansial sebagai satu kesatuan dalam upaya pemberdayaan masyarakat berbasis ketahanan pangan.

CONCLUSION

Kegiatan pengabdian melalui pelatihan akuaponik berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil meningkatkan kapasitas anggota Kelompok Wanita Tani

(KWT) GIAT 2 Desa Sukajadi dalam menerapkan teknologi (IoT) dan ketahanan pangan keluarga. Peningkatan pengetahuan dan keterampilan terlihat pada kemampuan mengoperasikan sistem akuaponik, membaca data monitoring, menghitung kebutuhan budidaya, memperkirakan hasil panen, serta memahami aspek ekonomis kegiatan budidaya. Pemanfaatan akuaponik pada lahan pekarangan juga memberikan alternatif produksi sayuran dan ikan secara terpadu sehingga berpotensi memperkuat kemandirian dan ketahanan pangan keluarga. Dengan demikian, tujuan pengabdian untuk memberdayakan KWT melalui penerapan akuaponik berbasis IoT sekaligus memperkuat kompetensi numerasi terapan dapat tercapai melalui proses pelatihan, praktik, dan pendampingan yang dilaksanakan secara partisipatif.

Secara keilmuan, kegiatan ini menunjukkan bahwa penguatan numerasi masyarakat dapat diintegrasikan secara kontekstual dengan penerapan teknologi pertanian. Numerasi tidak hanya dikembangkan melalui aktivitas berhitung, tetapi melalui penggunaan data nyata untuk membaca hasil sensor, menentukan kebutuhan input budidaya, mencatat hasil produksi, dan mendukung pengambilan keputusan. Integrasi akuaponik berbasis IoT dengan numerasi terapan memberikan perspektif bahwa pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi akan lebih bermakna apabila peningkatan keterampilan teknis disertai kemampuan memahami dan menggunakan informasi kuantitatif yang dihasilkan.

Kegiatan ini memiliki keterbatasan karena melibatkan 10 anggota KWT dalam satu kelompok, menggunakan desain *one-group pretest–posttest*, serta mengevaluasi perubahan terutama pada aspek pengetahuan dan keterampilan dalam jangka pendek. Oleh karena itu, hasil kegiatan belum dapat digeneralisasikan secara luas maupun digunakan untuk menunjukkan dampak jangka panjang terhadap produktivitas budidaya dan ketahanan pangan keluarga. Kegiatan pengabdian selanjutnya disarankan melibatkan kelompok peserta dan wilayah yang lebih luas, melakukan pendampingan dalam periode yang lebih panjang, serta mengukur indikator keberlanjutan secara lebih komprehensif, seperti produktivitas ikan dan tanaman, efisiensi penggunaan sumber daya, penghematan pengeluaran pangan rumah tangga, hasil ekonomi budidaya, serta konsistensi pemanfaatan data IoT dan numerasi dalam pengelolaan usaha.

ACKNOWLEDGMENTS

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini dibiayai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi melalui skema Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat dengan Nomor Kontrak 107/UN40.F7/AM.02.01/2026.

REFERENCES

Afiatan, A. S., Al Ramadhani, F. M., Mufid, A., Handriatni, A., Badrudin, U., Jazilah, S., Alfarisy, F. K., Wagiyana, W., Cahyanita, E., Ali Mudhor, M., & Zahrah, N. A. N. (2025). Edukasi budidaya hidroponik kepada siswa SMK Diponegoro Kabupaten Pekalongan sebagai solusi mengatasi keterbatasan lahan. *Rahmah: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 1*(3), 216–225. https://doi.org/10.65065/wt2np309

Agustine, L., Dwita, F., Andri, Kusuma, E. W. W., & Santoso, A. T. (2026). Pendampingan penyusunan laporan keuangan usaha tani di Kabupaten Singkawang Timur: Assistance in the preparation of farming business financial reports in East Singkawang Regency. *Masyarakat Berkarya: Jurnal Pengabdian dan Perubahan Sosial, 3*.

Al Ramadhani, F. M., Ariadi, H., Mufid, A., Badrudin, U., Alfarisy, F. K., Wagiyana, W., Cahyanita, E., & Sapto, D. H. (2026). Pemberdayaan Kelompok Wanita Tani melalui inovasi penanaman tumpang sari berbasis pertanian berkelanjutan di Desa Wonopringgo Kabupaten Pekalongan. *Rahmah: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 2*(1), 60–68. https://doi.org/10.65065/bbdb3441

Al Ramadhani, F. M., Badrudin, U., Ariadi, H., Fauziyah, F., & Nugroho, I. (2025). Pengembangan budidaya pertanian terpadu dengan sistem budidaya intercropping dan akuaponik di Desa Wonopringgo Kabupaten Pekalongan. *Journal of Community Development, 6*(1), 211–220. https://doi.org/10.47134/comdev.v6i1.1702

Aiman, M., Qiu, S., Akmal, M., He, W., Yusoff, S., Roeroe, K. A., Du, J., & Loh, K. (2024). *Integration of IoT in Small-Scale Aquaponics to Enhance Efficiency and Profitability : A Systematic Review*. 1–20.

Aziz, N., He, J., Raza, A., & Sui, H. (2022). A systematic review of review studies on women's empowerment and food security literature. *Global Food Security, 34*, 100647. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2022.100647

Chandramenon, P., Aggoun, A., & Tchuenbou-Magaia, F. (2024). Smart approaches to Aquaponics 4.0 with focus on water quality: Comprehensive review. *Computers and Electronics in Agriculture, 225*, 109256. https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109256

Chunga, R. H., & Retnoningsih, D. (2025). Financial literacy and financial performance of rice farmers in East Java, Indonesia: A two step predictor substitution approach. *Cogent Food & Agriculture, 11*(1), 2598724. https://doi.org/10.1080/23311932.2025.2598724

Das, S., & Maji, S. K. (2023). Farmer's financial literacy and its determinants:

Evidence from South Asia. *International Journal of Social Economics, 50*(9), 1341–1354. https://doi.org/10.1108/IJSE-12-2022-0776

Galhena, D. H., Freed, R., & Maredia, K. M. (2013). Home gardens: A promising approach to enhance household food security and wellbeing. *Agriculture & Food Security, 2*, 8. https://doi.org/10.1186/2048-7010-2-8

Gaurav, S., & Singh, A. (2012). An inquiry into the financial literacy and cognitive ability of farmers: Evidence from rural India. *Oxford Development Studies, 40*(3), 358–380. https://doi.org/10.1080/13600818.2012.703319

Goddek, S., Delaide, B., Mankasingh, U., Ragnarsdottir, K. V., Jijakli, H., & Thorarinsdottir, R. (2015). Challenges of sustainable and commercial aquaponics. *Sustainability, 7*(4), 4199–4224. https://doi.org/10.3390/su7044199

Hainzer, K., Gard, C., O'Mullan, C., & Brown, P. H. (2023). A design approach for financial literacy curriculum targeting smallholders in Papua New Guinea. *International Journal of Lifelong Education, 42*(3), 231–248. https://doi.org/10.1080/02601370.2023.2213845

Irawan, E. P. (2025). CSR digitalization: Empowering female MSMEs by Indonesian Telco. *Jurnal ASPIKOM, 9*(2), 361–380.

Januari, N., Zuhri, N. M., Kristiana, I., Astono, A. D., Lutfiani, N. W., Rufah, M., Yunianur, A. Z., Widyaningsih, P., Mustofa, S. L., & Widyatam, H. I. (2026). Pemberdayaan Kelompok Wanita Tani dalam optimalisasi produksi dan pemasaran digital sayuran organik mewujudkan swasembada pangan di Kelurahan Karangmalang, Kota Semarang. *Safari: Jurnal Pengabdian Masyarakat Indonesia*.

Jemaneh, S. A., & Shibeshi, E. M. (2023). Women empowerment in agriculture and its effect on household food security: Evidence from Gamo Zone of Southern Ethiopia. *Agriculture & Food Security, 12*, 37. https://doi.org/10.1186/s40066-023-00437-1

Kurniati, A., Fakhruddin, F., Sundari, P. A. D., Mahdiyyah, Y., & Rahayu, R. (2024). Upaya peningkatan pengetahuan dan kesadaran masyarakat mengenai pengolahan lahan dengan budidaya akuaponik berbasis *Internet of Things*. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Inovasi Indonesia, 2*(4), 483–490. https://doi.org/10.54082/jpmii.535

Lusardi, A., & Mitchell, O. S. (2013). The economic importance of financial literacy. *Journal of Economic Literature, 52*(1), 65.

Lusardi, A., & Mitchell, O. S. (2014). The economic importance of financial literacy:

Theory and evidence. *Journal of Economic Literature, 52*(1), 5–44. https://doi.org/10.1257/jel.52.1.5

Mardiansyah, Y., Ilmi, N., Caniago, D. P., Masril, M. A., Fahruddini, 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

Muh, R. K. N., Malihatul, M., Michael, P. S., Deanna, A. P., Sandra, K. H., Deswita, P. C., Yohana, N. L. R., & Nurul, I. (2024). Akuaponik sebagai solusi untuk ketahanan pangan dan pemberdayaan masyarakat di Kelurahan Bejen Kabupaten Karanganyar. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa, 2*(2), 263–272.

Mulyawan, A. E., Heriansah, H., Yulianto, H., Nursyahran, N., Aisa, N., Fadillah, F. E., & Nurdiana, N. (2025). Pelatihan penyemaian sayuran akuaponik dan pembesaran maggot pada sistem LETSGO (Lele Terintegrasi Sayuran dan Maggot). *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat, 10*(2), 548–554. https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v10i2.8560

Nair, C. S., Manoharan, R., Nishanth, D., Subramanian, R., Neumann, E., & Jaleel, A. (2025). Recent advancements in aquaponics with special emphasis on its sustainability. *Journal of the World Aquaculture Society, 56*(1), e13116. https://doi.org/10.1111/jwas.13116

Okomoda, V. T., Oladimeji, S. A., Solomon, S. G., Olufeagba, S. O., Ogah, S. I., & Ikhwanuddin, M. (2023). Aquaponics production system: A review of historical perspective, opportunities, and challenges of its adoption. *Food Science & Nutrition, 11*(3), 1157–1165. https://doi.org/10.1002/fsn3.3154

Pantiwati, Y., Rahadjeng, E. R., Prasetyo, D., & Sari, T. N. I. (2026). Improving the knowledge and skills of Family Welfare Empowerment members through aquaponics training. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement), 12*(2). https://doi.org/10.22146/jpkm.114203

Quisumbing, A., Cole, S., Elias, M., Faas, S., Galiè, A., Malapit, H., Meinzen-Dick, R., Myers, E., Seymour, G., & Twyman, J. (2023). Measuring women's empowerment in agriculture: Innovations and evidence. *Global Food Security, 38*, 100707. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100707

Simamora, W. S., Harahap, S. S., & Pratama, A. (2026). Pemberdayaan ekonomi ibu rumah tangga Desa Pasar Melintang melalui pemanfaatan teknologi informasi dan kecerdasan buatan. *10*(April), 1912–1920.

Sinchai, A., Ardkaew, C., & Jaiyen, T. (2026). Low-cost IoT-enabled organic pH control system for smart aquaponic production in urban agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture, 242*, 111255.

https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.111255

Sowmya, B., & Ramesh Pai. (2024). Digital inclusion and empowerment: Evaluating key enablers for women entrepreneurs in the informal economy through AHP. *Economic Sciences, 20*(2), 287–294. https://doi.org/10.69889/c2e2ng54

Sudibyo, H., Guntoro, E. J., Yuniko, F. T., Efendi, R., & Wulandari, R. A. (2025). Pendampingan implementasi smart farming dan pakan alternatif bernutrisi tinggi berbasis IoT untuk meningkatkan produktivitas budidaya perikanan dan ketahanan pangan. *Farmers: Journal of Community Services, 6*(2), 237–243. https://doi.org/10.24198/fjcs.v6i2.65892

Sukma, F. D., Dian, D., Nirvana, A. S., Fani, F., & Fikri, F. (2024). Literacy and numeracy abilities improvement of SDN 1 Sepanjang students throughout the agroschooling program. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Banyuwangi (Jurnal Abdiwangi), 1*(2), 77–85. https://doi.org/10.57203/abdiwangi.v1i2.2024.77-85

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

Yep, B., & Zheng, Y. (2019). Aquaponic trends and challenges—A review. *Journal of Cleaner Production, 228*, 1586–1599. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.290

Yusuf, M., Hafith, D. F., & Faqih, M. F. (2024). Rancang bangun sistem kontrol dan monitoring smart aquaponic menggunakan Firebase dan IoT. *Biner: Jurnal Ilmu Komputer, Teknik dan Multimedia, 2*(1), 56–61. https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic

Zai, S. N. P., Nurkhayati, E. D., & Widianingsih, Y. P. N. (2024). Pemberdayaan ibu rumah tangga melalui pelatihan manajemen keuangan rumah tangga pada komunitas Supermom di Kabupaten Boyolali. *Jurnal Pengabdian Sosial, 1*(10), 1629–1637.

Zamnuri, M. A. H. B., Qiu, S., Rizalmy, M. A. A. B., He, W., Yusoff, S., Roeroe, K. A., Du, J., & Loh, K.-H. (2024). Integration of IoT in small-scale aquaponics to enhance efficiency and profitability: A systematic review. *Animals, 14*(17), 2555. https://doi.org/10.3390/ani14172555

Zulkifli, A., Yulisman, Y., & Rahmalisa, U. (2024). Penerapan teknologi informasi untuk keterampilan pertanian tanaman hidroponik berbasis Internet of Things pada siswa SLB Negeri Pembina Pekanbaru. *Bertuah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 1*(1), 22–30. https://doi.org/10.25311/bertuah/vol1.iss1.2121