



Integrasi IoT dan Biofiltrasi dalam Sistem Akuaponik NFT sebagai Solusi Ketahanan Pangan di Desa Sedayu

Muhammad Hassan Massaty^{1*}, Slamet Kurniawan Fahrurrozi², Dimas Epin Pamilih Adrian¹

¹Teknologi Informasi, Politeknik Nest, ²Pendidikan Teknik Informatika dan Komputer, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Indonesia

ARTICLE INFO

Article History

Received : Sep 3, 2025

1st Revision : Nov 3, 2025

Accepted : Nov 19, 2025

Available Online : Dec 15, 2025

Keywords:

Akuaponik;
biofiltrasi;
internet of things;
ketahanan pangan;
NFT

ABSTRACT

Food security is a strategic issue that requires innovative approaches to maximize the efficient use of limited resources. This community service program aimed to introduce and implement an IoT-based aquaponic system equipped with biofiltration in Sedayu Village, Klaten, Central Java, as a practical solution to enhance household food security. The implementation methods included socialization, technical training, experiments with three pond configurations (Pond 1: 100 fish with bio-mechanical filtration; Pond 2: 50 fish with bio-mechanical filtration; Pond 3: 50 fish with mechanical filtration only), mentoring, and evaluation. The results showed that Pond 1 demonstrated the best performance for water spinach, with an average plant height of 28.5 cm and a fresh weight of 30.0 g per plant, as well as Nile tilapia growth with an average final weight of 50.3 g per fish and a total biomass increase of 2.3 kg, although with a higher feed conversion ratio (FCR) of 1.8. Pond 2 showed moderate growth with better feed efficiency (FCR 1.6), while Pond 3 produced the lowest growth due to deteriorated water quality. Moreover, the questionnaire results indicated that the community had high expectations for the application of this technology, particularly regarding improvements in household food security (average score 4.65) and their ability to manage the system independently. Therefore, the integration of IoT-based aquaponics and biofiltration has proven to be a sustainable solution for strengthening food security while also creating opportunities for integrated, agriculture-based entrepreneurship.

ABSTRAK

Ketahanan pangan merupakan isu strategis yang menuntut inovasi dalam pemanfaatan sumber daya terbatas secara efisien. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mengenalkan dan mengimplementasikan sistem akuaponik berbasis IoT dengan biofiltrasi di Desa Sedayu, Klaten, Jawa Tengah, sebagai solusi praktis peningkatan ketahanan pangan rumah tangga. Metode pelaksanaan mencakup sosialisasi, pelatihan teknis, eksperimen dengan tiga konfigurasi kolam (Kolam 1: 100 ikan dengan biofiltrasi mekanik; Kolam 2: 50 ikan dengan biofiltrasi mekanik; Kolam 3: 50 ikan dengan filtrasi mekanik tanpa biofiltrasi), pendampingan, serta evaluasi. Hasil menunjukkan bahwa Kolam 1 memberikan performa terbaik pada tanaman kangkung dengan rata-rata tinggi 28,5 cm dan bobot segar 30,0 g per tanaman, serta pertumbuhan ikan nila dengan bobot akhir 50,3 g per ekor dan total biomassa meningkat 2,3 kg meskipun nilai FCR lebih tinggi (1,8). Kolam 2 menunjukkan pertumbuhan moderat dengan efisiensi pakan lebih baik (FCR 1,6), sementara Kolam 3 menghasilkan pertumbuhan terendah akibat penurunan kualitas air. Selain itu, hasil kuesioner mengindikasikan bahwa masyarakat memiliki harapan tinggi terhadap penerapan teknologi ini, terutama dalam meningkatkan ketahanan

*Corresponding Author

Email address:

muhammadhassan@politekniknest.ac.id

pangan rumah tangga (rata-rata skor 4,65) dan kemampuan mengelola sistem secara mandiri. Dengan demikian, integrasi akuaponik IoT dan biofiltrasi terbukti berpotensi sebagai solusi berkelanjutan dalam mendukung ketahanan pangan sekaligus membuka peluang usaha berbasis pertanian terpadu.

[Dedikasi: Community Service Reports](#) by UNS is licensed under Creative Commons Attribution



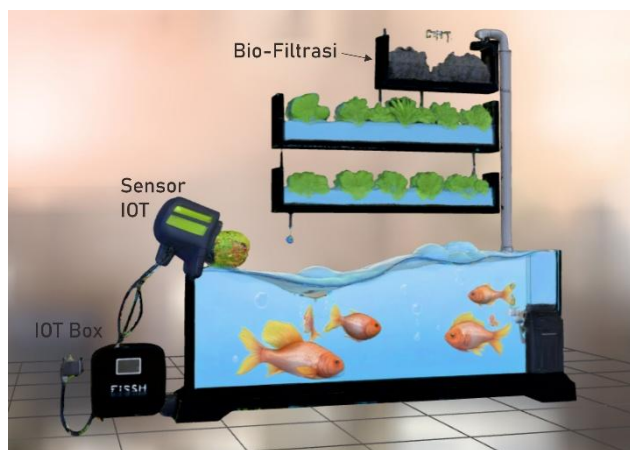
1. LATAR BELAKANG

Ketahanan pangan merupakan salah satu pilar utama pembangunan nasional yang berhubungan langsung dengan kualitas hidup masyarakat (Ariani & Suryana, 2023). Namun, dalam beberapa dekade terakhir, tantangan ketahanan pangan di Indonesia semakin meningkat akibat pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat, konversi lahan pertanian menjadi permukiman dan industri, serta perubahan iklim yang mengganggu pola tanam dan produktivitas pertanian (Bangun, 2024). Data dari Food and Agriculture Organization (FAO) menunjukkan bahwa hampir 30% masyarakat dunia rentan terhadap krisis pangan (Otekunrin, 2024), termasuk negara-negara berkembang seperti Indonesia. Kondisi ini diperparah dengan tingginya ketergantungan pada impor komoditas pangan tertentu, sehingga menurunkan kemandirian pangan lokal (Viona *et al.*, 2025). Di tingkat rumah tangga, permasalahan ketahanan pangan tercermin dari masih rendahnya akses masyarakat terhadap pangan yang sehat, bergizi, dan berkelanjutan (Ayu & Yusran, 2025). Situasi ini menuntut adanya inovasi dan solusi praktis yang dapat diterapkan langsung oleh masyarakat, baik di pedesaan maupun perkotaan, untuk menghasilkan pangan secara mandiri dengan memanfaatkan sumber daya yang terbatas namun efisien (Fei *et al.*, 2025; Sari *et al.*, 2024).

Salah satu inovasi yang semakin banyak dikembangkan dalam menjawab persoalan keterbatasan lahan dan air adalah sistem akuaponik, yaitu integrasi antara akuakultur (budidaya ikan) dan hidroponik (budidaya tanaman tanpa tanah) dalam satu ekosistem terpadu (Fei *et al.*, 2025). Melalui sistem ini, limbah metabolisme ikan yang biasanya menjadi pencemar justru dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi alami bagi tanaman, sementara tanaman berperan sebagai biofilter yang menyerap nutrisi berlebih sekaligus memperbaiki kualitas air bagi ikan (Abdelfatah *et al.*, 2022). Dengan demikian, akuaponik tidak hanya menghasilkan dua komoditas sekaligus (ikan dan sayuran), tetapi juga berkontribusi pada daur ulang nutrisi dan efisiensi penggunaan air hingga 90% lebih hemat dibandingkan pertanian konvensional (Gea *et al.*, 2025; Okomoda *et al.*, 2023). Di antara berbagai model akuaponik, *Nutrient Film Technique* (NFT) menjadi salah satu yang paling relevan untuk diterapkan di wilayah perkotaan maupun pedesaan dengan keterbatasan lahan (Shobihah *et al.*, 2022). NFT bekerja dengan mengalirkan lapisan tipis air kaya nutrisi secara terus-menerus pada akar tanaman, sehingga akar tetap mendapatkan oksigen sekaligus nutrisi yang cukup (Palmitessa *et al.*, 2024; Rajalakshmi & Gunasekaran, 2025). Keunggulan NFT adalah desainnya yang ringkas, hemat ruang, dan dapat dikembangkan dalam skala rumah tangga hingga komersial (Palmitessa *et al.*, 2024). Hal ini menjadikan NFT sangat potensial untuk diaplikasikan sebagai solusi praktis ketahanan pangan keluarga maupun komunitas dengan sumber daya terbatas.

Akan tetapi, sistem akuaponik memerlukan pengelolaan kualitas air yang sangat hati-hati, karena akumulasi senyawa organik dan amonia dari limbah ikan dapat menurunkan pH dan kualitas air secara signifikan (Debroy *et al.*, 2025). Biofiltrasi menjadi salah satu solusi utama untuk menjaga kualitas air dalam sistem ini. Dengan menggunakan filter biologis yang mengandung mikroorganisme, senyawa berbahaya seperti amonia diubah menjadi nitrat yang bermanfaat bagi tanaman (Pachaiappan *et al.*, 2022). Namun, meskipun biofiltrasi efektif dalam memperbaiki kualitas air, pengelolaan kualitas air secara manual seringkali memerlukan perhatian yang intensif (Pachaiappan *et al.*, 2022), dan hal ini

bisa menjadi tantangan tersendiri bagi petani yang tidak terbiasa dengan teknologi. Oleh karena itu, teknologi IoT (*Internet of Things*) menawarkan solusi yang sangat relevan. Dengan menggunakan sensor untuk memantau parameter seperti pH, TDS (*total dissolved solids*), suhu, dan ketinggian air, sistem IoT memungkinkan pemantauan kualitas air secara real-time (Setiawati & Fitriyani, 2025). Data yang dikumpulkan oleh sensor ini dapat dipantau melalui aplikasi berbasis cloud ThingSpeak, yang membuat pemantauan menjadi lebih mudah dan efisien (Hutabarat *et al.*, 2023). Penerapan teknologi ini akan memastikan bahwa kualitas air tetap stabil tanpa memerlukan pengawasan manual yang intensif. Ilustrasi rancangan NFT IoT biofiltrasi dapat dilihat di Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi rancangan sistem NFT IoT untuk biofiltrasi dalam akuaponik

Berdasarkan permasalahan yang telah diidentifikasi, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan solusi praktis yang dapat membantu masyarakat Desa Sedayu mengatasi tantangan ketahanan pangan dan pengelolaan sumber daya secara efisien. Tujuan utama dari kegiatan ini adalah untuk memperkenalkan dan mengimplementasikan sistem akuaponik berbasis IoT dengan biofiltrasi yang tidak hanya dapat meningkatkan produktivitas pangan lokal, tetapi juga menjaga kualitas air dalam jangka panjang. Melalui program ini, masyarakat diberikan pemahaman yang mendalam mengenai integrasi teknologi dalam pengelolaan akuaponik, serta pelatihan langsung untuk merakit dan mengelola sistem NFT secara mandiri. Selain itu, dengan pendampingan teknis yang intensif, masyarakat diharapkan dapat memanfaatkan teknologi IoT untuk memantau kualitas air dan meminimalkan penggunaan sumber daya secara berlebihan. Dalam jangka panjang, program ini diharapkan tidak hanya mendorong penerapan teknologi tepat guna untuk ketahanan pangan, tetapi juga membuka peluang usaha berbasis pertanian terpadu, yang dapat meningkatkan kesejahteraan ekonomi keluarga dan komunitas. Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian ini memiliki potensi besar untuk menciptakan dampak yang berkelanjutan dalam pengelolaan pangan dan sumber daya alam di tingkat rumah tangga maupun komunitas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

SISTEM AKUAPONIK NFT

Sistem akuaponik merupakan metode pertanian yang menggabungkan budidaya ikan dan tanaman dalam satu ekosistem tertutup yang saling mendukung. Limbah dari ikan, seperti amonia, diubah menjadi nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman, sementara tanaman berfungsi untuk menyaring air yang digunakan oleh ikan (Nugraha *et al.*, 2024). Teknologi akuaponik memiliki keunggulan dalam hal efisiensi penggunaan air dan ruang, menjadikannya solusi potensial untuk

meningkatkan ketahanan pangan di daerah dengan keterbatasan lahan dan sumber daya. Hal ini menjadikannya relevan sebagai alternatif pertanian yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, terutama di daerah yang kekurangan sumber daya alam.

Dalam sistem akuaponik, teknik NFT sering digunakan untuk budidaya tanaman, karena sistem ini memungkinkan aliran air yang efisien dan dapat mendukung pertumbuhan tanaman dengan akar dangkal. NFT menggunakan aliran tipis larutan nutrisi yang terus mengalir di atas akar tanaman, memungkinkan tanaman mendapatkan oksigen dan nutrisi secara bersamaan. Teknik ini sangat efisien dalam penggunaan air dan cocok untuk lingkungan dengan ruang terbatas (Al-Zahrani *et al.*, 2023). Namun, tantangan utama dalam penerapan NFT adalah menjaga kualitas air yang digunakan, karena akumulasi limbah organik dari ikan dapat menurunkan pH dan mempengaruhi keseimbangan ekosistem secara keseluruhan.

PERAN BIOFILTRASI DAN IOT

Pentingnya pengelolaan kualitas air dalam akuaponik tidak bisa dipandang sebelah mata. Tanpa sistem pengelolaan air yang baik, limbah ikan yang menumpuk dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang drastis, mengarah pada perubahan pH yang tidak menguntungkan bagi ikan dan tanaman. Di sinilah biofiltrasi memainkan peran yang sangat penting. Biofiltrasi mengandalkan mikroorganisme untuk menguraikan senyawa berbahaya seperti amonia menjadi senyawa yang lebih aman dan bermanfaat bagi tanaman. Penggunaan sistem biofiltrasi dalam akuaponik dapat mengurangi kadar amonia dalam air dan memastikan kualitas air yang lebih stabil, yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman dan kelangsungan hidup ikan (Amalia *et al.*, 2024). Hal ini juga menjelaskan mengapa banyak penelitian merekomendasikan penggunaan biofilter mekanik yang dapat menghilangkan partikel padat sebelum air diproses lebih lanjut oleh biofiltrasi (Yusoff *et al.*, 2024).

Selain itu, teknologi IoT telah diadopsi untuk meningkatkan pemantauan sistem akuaponik. Dengan menggunakan sensor yang terhubung ke platform berbasis *cloud*, sistem IoT memungkinkan pemantauan kualitas air secara *real-time*. Parameter seperti pH, suhu, oksigen terlarut, dan ketinggian air dapat dipantau secara otomatis tanpa perlu pengawasan manual yang intensif. IoT mampu memberikan kemudahan pengelolaan, memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengelola kondisi akuaponik dari jarak jauh, yang sangat bermanfaat dalam meningkatkan efisiensi operasional dan keberlanjutan sistem (Flores-Iwasaki *et al.*, 2025).

3. METODE PELAKSANAAN

SOSIALISASI DAN PELATIHAN TEKNIS

Kegiatan dimulai dengan sosialisasi kepada masyarakat Desa Sedayu mengenai sistem akuaponik dan pentingnya biofiltrasi dalam pengelolaan kualitas air. Sosialisasi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman dasar tentang konsep akuaponik, bagaimana sistem ini bekerja, serta manfaatnya dalam meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga. Materi yang disampaikan meliputi prinsip dasar akuaponik, teknik NFT, dan peran biofiltrasi dalam menjaga kualitas air agar tetap optimal untuk pertumbuhan ikan dan tanaman.

Setelah penyuluhan, pelatihan teknis dilakukan untuk mengajarkan masyarakat cara merakit dan mengelola sistem akuaponik berbasis IoT. Peserta diajarkan cara menginstal sensor IoT yang memantau pH, TDS, suhu, dan level air. Pelatihan ini juga mencakup cara mengintegrasikan sensor tersebut dengan platform *cloud* seperti ThingSpeak untuk pemantauan kualitas air secara *real-time*. Selain itu, pelatihan ini melibatkan perakitan sistem biofiltrasi mekanik, yang terdiri dari filter mekanik dan biofilter untuk meningkatkan efisiensi filtrasi air dalam sistem akuaponik. Tabel 1 menunjukkan timeline kegiatan pengabdian yang dilaksanakan dari tanggal 1 Juli 2025 hingga 31 Agustus 2025.

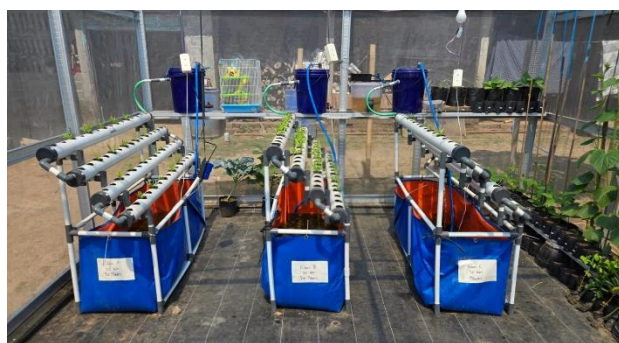
Tabel 1. Timeline Kegiatan Pengabdian

No	KEGIATAN	KEGIATAN / MINGGU							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Sosialisasi dan Penyuluhan: Mengenalkan konsep akuaponik dan biofiltrasi	■							
2	Pelatihan Teknis: Mengajarkan instalasi dan pengelolaan sistem akuaponik berbasis IoT	■	■						
3	Eksperimen dengan Tiga Konfigurasi Kolam: Menguji tiga kolam dengan konfigurasi berbeda untuk mengukur dampak biofiltrasi		■						
4	Pendampingan dan Implementasi Langsung: Memastikan penerapan sistem akuaponik yang mandiri dan berkelanjutan			■	■				
5	Evaluasi dan Analisis Hasil: Mengukur hasil pertumbuhan ikan dan tanaman, serta kualitas air di masing-masing kolam					■	■	■	■

PENGUJIAN DENGAN TIGA KONFIGURASI KOLAM AKUAPONIK

Eksperimen ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengevaluasi pengaruh biofiltrasi mekanik terhadap kualitas air, serta pertumbuhan tanaman dan ikan dalam sistem akuaponik. Tiga konfigurasi kolam akuaponik yang berbeda diuji dalam penelitian ini, yaitu Kolam 1 yang berisi 50 ikan dengan sistem filter biofiltrasi mekanik, Kolam 2 yang berisi 100 ikan dengan sistem yang sama, dan Kolam 3 yang berisi 50 ikan namun hanya menggunakan filter mekanik tanpa biofiltrasi.

Setiap kolam dilengkapi dengan sensor IoT untuk memantau parameter kualitas air seperti pH, TDS, suhu, dan ketinggian air secara *real-time*, yang memungkinkan pengumpulan data yang akurat sepanjang periode pengujian. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis untuk mengevaluasi pengaruh masing-masing konfigurasi terhadap stabilitas kualitas air dan pertumbuhan tanaman serta ikan. Tujuan utama dari eksperimen ini adalah untuk membandingkan efektivitas penggunaan biofiltrasi mekanik dalam mempertahankan kualitas air yang optimal dan mendukung pertumbuhan yang sehat pada ikan dan tanaman, serta untuk menentukan apakah jumlah ikan dan jenis filtrasi berpengaruh signifikan terhadap hasil budidaya dalam sistem akuaponik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai efektivitas biofiltrasi mekanik dan memberikan rekomendasi praktis bagi pengelolaan sistem akuaponik yang lebih efisien dan berkelanjutan. Filter yang digunakan dalam sistem biofiltrasi, yang terdiri dari batu ziolit, terumbu karang, batu vulkanik, dan filter mekanis. Gambar 2 menunjukkan konfigurasi kolam dan filter yang digunakan dalam pengabdian.



(a)



(b)

Gambar 2. Konfigurasi (a) Kolam yang digunakan, (b) Filter yang digunakan dalam sistem biofiltrasi mekanis

PENDAMPINGAN IMPLEMENTASI DAN EVALUASI

Setelah pelatihan dan pengujian awal, tim pengabdian melakukan pendampingan langsung untuk

memastikan bahwa peserta mampu mengelola dan merawat sistem akuaponik secara mandiri. Pendampingan ini meliputi monitoring harian, analisis data dari sensor IoT, serta perbaikan sistem jika diperlukan. Selain itu, tim juga membantu masyarakat untuk menyusun jadwal pemberian pakan ikan dan perawatan tanaman, guna memastikan keberhasilan jangka panjang dalam budidaya akuaponik ini.

Pada akhir kegiatan, dilakukan evaluasi terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan tanaman kangkung (*Ipomoea aquatica*) dalam ketiga konfigurasi kolam. Pertumbuhan ikan diukur berdasarkan berat badan rata-rata, sementara pertumbuhan tanaman diukur berdasarkan tinggi tanaman. Hasil ini akan dibandingkan antara ketiga kolam untuk mengevaluasi pengaruh sistem biofiltrasi terhadap keberhasilan budidaya. Data kualitas air yang diperoleh dari sensor IoT juga akan dianalisis untuk menentukan efektivitas sistem biofiltrasi mekanik dalam menjaga keseimbangan ekosistem.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

SOSIALISASI DAN PELATIHAN TEKNIS

Sosialisasi yang diadakan pada awal program pengabdian kepada masyarakat diikuti oleh 20 peserta, yang terdiri dari warga Desa Sedayu yang berminat untuk mempelajari sistem akuaponik berbasis IoT. Sosialisasi ini berlangsung selama dua hari, di mana para peserta diberi penjelasan tentang prinsip dasar akuaponik, keuntungan menggunakan teknologi IoT untuk pemantauan kualitas air, dan peran penting dari biofiltrasi mekanik dalam menjaga keseimbangan ekosistem akuaponik. Gambar 3 menunjukkan proses sosialisasi.



Gambar 3. Sosialisasi warga (a) Bimbingan teknis NFT, (b) Sosialisasi awal NFT

Setelah sosialisasi, dilanjutkan dengan pelatihan teknis yang bertujuan untuk memberikan keterampilan praktis kepada masyarakat dalam merakit dan mengoperasikan sistem NFT berbasis IoT. Pelatihan ini berlangsung selama tiga hari, dengan fokus pada pemahaman cara kerja sistem, pemasangan sensor IoT untuk memantau pH, TDS, suhu, dan level air, serta cara memonitor data dari sensor melalui aplikasi berbasis cloud seperti ThingSpeak. Setelah mengikuti kegiatan tersebut, peserta diminta untuk mengisi kuisisioner yang berfokus pada harapan mereka terkait kegiatan ini. Hasil kuisisioner yang menunjukkan harapan masyarakat terhadap program ini disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Kuisisioner Harapan Masyarakat terhadap Program Pelatihan Sistem NFT Berbasis IoT

No	PERTANYAAN	STS (1)	TS (2)	N (3)	S (4)	SS (5)	RATA- RATA
1	Saya berharap dapat mengelola sistem akuaponik ini secara mandiri di rumah.	0	0	2	9	9	4.35
2	Saya berharap pelatihan ini dapat membantu saya memahami cara menggunakan teknologi untuk memantau kualitas air dalam sistem akuaponik.	0	0	2	10	8	4.30
3	Saya berharap kegiatan ini dapat meningkatkan ketahanan pangan keluarga saya.	0	0	1	8	11	4.50
4	Saya berharap pelatihan ini dapat memberikan peluang usaha baru berbasis akuaponik.	0	0	2	8	10	4.40
5	Saya berharap dapat memanfaatkan sistem akuaponik untuk usaha pertanian ramah lingkungan.	0	0	1	9	10	4.45

Hasil kuisisioner menunjukkan bahwa mayoritas peserta sangat antusias terhadap kegiatan pengabdian ini, dengan rata-rata jawaban berada pada kisaran 4.10 - 4.50, yang menunjukkan bahwa mereka setuju atau sangat setuju dengan pernyataan yang diajukan. Pertanyaan nomor 3, yang berbicara tentang harapan untuk meningkatkan ketahanan pangan keluarga, mendapatkan skor tertinggi dengan rata-rata 4.50, yang menunjukkan bahwa peserta merasa bahwa sistem akuaponik berbasis IoT dapat memberikan solusi berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan pangan rumah tangga. Hal ini mencerminkan harapan mereka untuk menciptakan ketahanan pangan secara mandiri melalui penerapan teknologi yang mudah diterapkan.

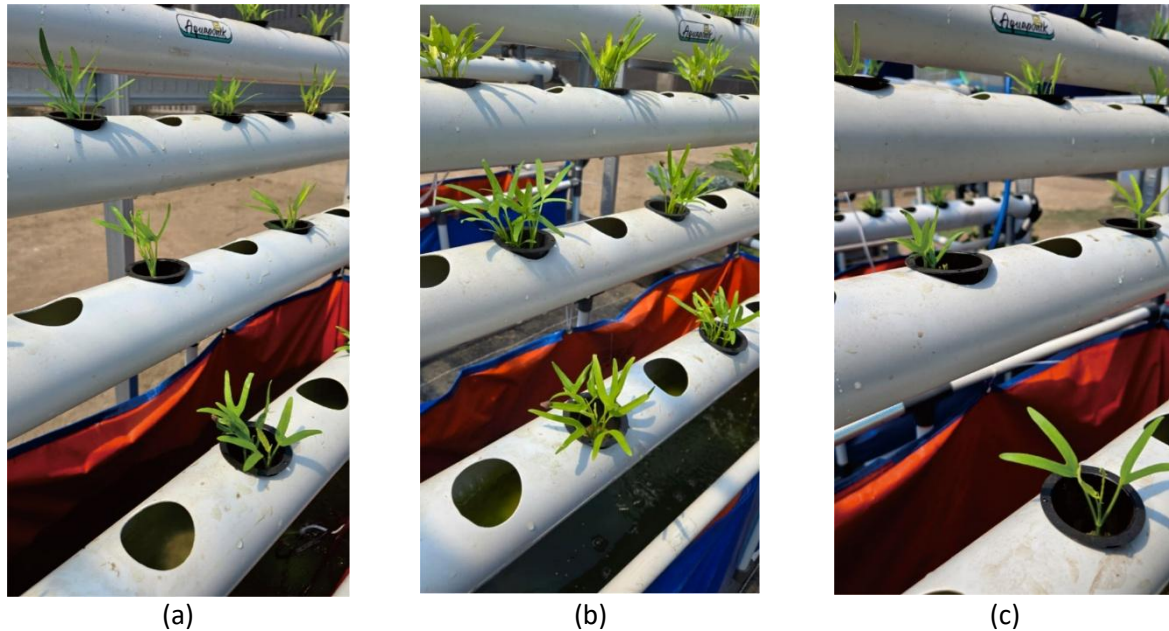
Selain itu, peserta juga sangat tertarik untuk mengelola sistem akuaponik secara mandiri di rumah, dengan rata-rata 4.35 pada pertanyaan nomor 1, yang menunjukkan bahwa pelatihan ini berhasil membangkitkan rasa percaya diri mereka dalam mengoperasikan sistem akuaponik tanpa bantuan eksternal. Peserta juga mengharapkan untuk dapat memanfaatkan teknologi IoT untuk memantau kualitas air secara real-time, seperti yang tercermin pada pertanyaan nomor 2, dengan rata-rata 4.30. Hal ini menunjukkan bahwa mereka siap untuk mengaplikasikan teknologi tersebut dalam kehidupan sehari-hari guna meningkatkan efisiensi dan hasil budidaya mereka.

Secara keseluruhan, hasil kuisisioner menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian ini tidak hanya berhasil mengenalkan teknologi baru kepada masyarakat, tetapi juga memotivasi mereka untuk mengimplementasikan sistem akuaponik yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Pertanyaan nomor 4, yang terkait dengan peluang usaha berbasis akuaponik, menunjukkan bahwa para peserta melihat potensi ekonomi yang besar dalam sistem ini, dengan rata-rata 4.40. Ini menggambarkan bagaimana sistem akuaponik dapat menjadi alternatif usaha yang menguntungkan dan ramah lingkungan, sekaligus mendukung ketahanan pangan keluarga mereka dalam jangka panjang.

PENGUKURAN PERTUMBUHAN TANAMAN DAN IKAN

Pengukuran pertumbuhan kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan ikan nila dilakukan selama periode 30 hari berdasarkan tinggi tanaman (cm), bobot segar per tanaman (g), serta bobot akhir ikan (g). Hasil menunjukkan bahwa Kolam 1 (100 ikan dengan biofiltrasi mekanik) memberikan performa terbaik, dengan rata-rata tinggi tanaman 28,5 cm, bobot segar 30,0 g per tanaman, serta bobot akhir ikan 50,3 g per ekor dengan peningkatan total biomassa 2,3 kg dan nilai FCR 1,8. Kondisi ini menunjukkan bahwa kepadatan ikan yang tinggi menghasilkan suplai nutrisi lebih melimpah bagi tanaman, sementara biofiltrasi menjaga kualitas air tetap stabil meskipun beban organik meningkat. Kolam 2 (50 ikan dengan biofiltrasi mekanik) menunjukkan hasil yang cukup baik, dengan rata-rata tinggi tanaman 26,7 cm, bobot segar 28,5 g per tanaman, dan pertumbuhan ikan yang relatif lebih efisien dibandingkan Kolam 1 karena beban ikan yang lebih rendah mengurangi kompetisi. Sebaliknya, Kolam 3 (50 ikan dengan filtrasi mekanik tanpa biofiltrasi) menghasilkan pertumbuhan terendah, dengan rata-rata

tinggi tanaman hanya 22,7 cm, bobot segar 25,4 g per tanaman, serta penurunan kualitas air akibat akumulasi limbah organik yang tidak terurai dengan baik, sehingga menghambat penyerapan nutrisi tanaman dan pertumbuhan ikan. Gambar 4 menunjukkan perbedaan pertumbuhan kangkung untuk setiap kolam.



Gambar 4. Pertumbuhan kangkung (a) Kolam 1, (b) Kolam 2, (c) Kolam 3

Pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) selama 30 hari menunjukkan perbedaan signifikan antar kolam. Kolam 1 (100 ikan dengan biofiltrasi mekanik) mencatat pertumbuhan tertinggi, dengan bobot akhir rata-rata 50,3 g per ekor dan peningkatan total biomassa sebesar 2,3 kg. Nilai FCR sebesar 1,8 menunjukkan bahwa meskipun pertumbuhan cukup baik, efisiensi pakan lebih rendah dibandingkan Kolam 2. Hal ini terutama disebabkan oleh kepadatan ikan yang lebih tinggi sehingga meningkatkan kompetisi ruang dan oksigen. Kolam 2 (50 ikan dengan biofiltrasi mekanik) mencapai bobot akhir rata-rata 48,1 g per ekor dengan kenaikan biomassa total 1,0 kg. Nilai FCR yang lebih rendah (1,6) mencerminkan efisiensi konversi pakan yang lebih baik dibandingkan Kolam 1, karena beban organik lebih rendah dan kualitas air lebih stabil, sehingga pakan dapat dimanfaatkan secara lebih optimal. Sebaliknya, Kolam 3 (50 ikan dengan filtrasi mekanik tanpa biofiltrasi) menghasilkan pertumbuhan terendah dengan bobot akhir rata-rata hanya 42,7 g per ekor dan kenaikan biomassa total 0,8 kg. Nilai FCR tertinggi (2,1) pada kolam ini menunjukkan efisiensi pakan yang paling buruk, yang erat kaitannya dengan penurunan kualitas air akibat akumulasi limbah organik yang tidak terurai, memicu stres fisiologis pada ikan, dan menekan laju pertumbuhan.

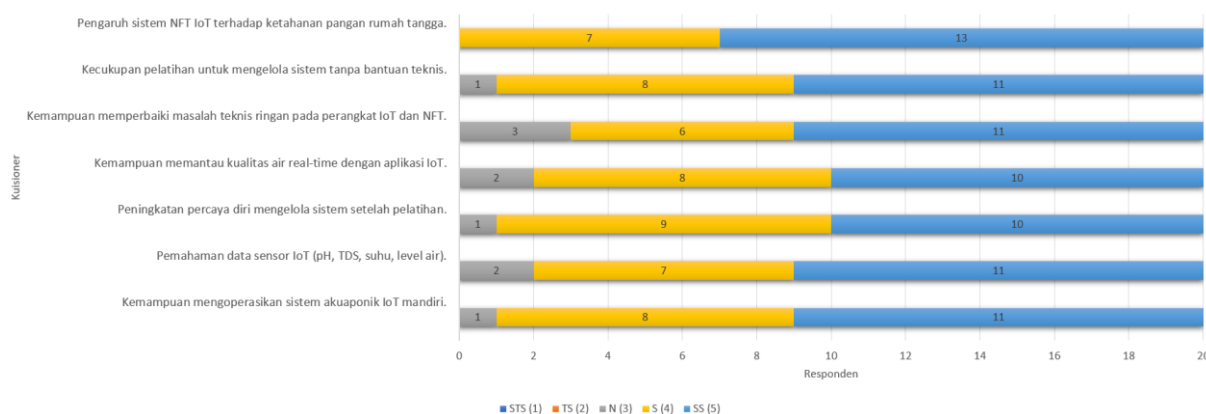
HARAPAN MASYARAKAT TERHADAP KEGIATAN PENGABDIAN BERBASIS AKUAPONIK IOT

Untuk mengetahui sejauh mana kegiatan pengabdian ini sesuai dengan kebutuhan dan harapan masyarakat, dilakukan penyebaran kuesioner terkait pemanfaatan sistem akuaponik berbasis IoT. Kuesioner ini berfokus pada beberapa aspek utama, mulai dari kemampuan teknis dalam mengoperasikan dan memelihara sistem, pemahaman terhadap data sensor IoT, hingga keyakinan masyarakat dalam mengelola sistem secara mandiri. Hasil penilaian menunjukkan bahwa masyarakat memiliki harapan tinggi terhadap keberlanjutan kegiatan ini, khususnya dalam mendukung pengelolaan kualitas air secara real-time, perbaikan teknis ringan, serta kontribusi sistem NFT IoT

terhadap ketahanan pangan rumah tangga.

Berdasarkan hasil kuesioner, masyarakat menunjukkan tingkat harapan yang sangat tinggi terhadap penerapan sistem akuaponik berbasis IoT. Hampir seluruh aspek yang diukur memperoleh nilai rata-rata di atas 4,00 dengan kategori “setuju” hingga “sangat setuju”. Hal ini mencerminkan bahwa pelatihan yang diberikan dianggap relevan dengan kebutuhan masyarakat serta mampu memberikan manfaat nyata, khususnya dalam mendukung pengelolaan sistem akuaponik secara mandiri.

Aspek dengan nilai rata-rata tertinggi adalah pengaruh sistem NFT IoT terhadap ketahanan pangan rumah tangga (4,65), yang menunjukkan keyakinan masyarakat bahwa teknologi ini berpotensi meningkatkan ketersediaan pangan secara berkelanjutan. Harapan berikutnya terlihat pada kemampuan mengoperasikan sistem akuaponik IoT mandiri dan kecukupan pelatihan untuk mengelola sistem tanpa bantuan teknis, masing-masing dengan rata-rata 4,50. Hal ini menandakan bahwa masyarakat merasa cukup percaya diri untuk mengelola sistem secara mandiri setelah mendapatkan pelatihan. Grafik rangkuman hasil kuesioner disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kuisiomer Harapan Masyarakat

Sementara itu, nilai rata-rata terendah terdapat pada aspek kemampuan memperbaiki masalah teknis ringan pada perangkat IoT dan NFT (4,30). Meskipun masih berada pada kategori tinggi, hal ini mengindikasikan perlunya pendampingan tambahan atau modul praktis yang lebih aplikatif agar masyarakat lebih terampil dalam mengatasi kendala teknis.

Secara keseluruhan, hasil kuesioner memperlihatkan bahwa kegiatan pengabdian telah berhasil membangun pemahaman, keterampilan, dan keyakinan masyarakat dalam memanfaatkan sistem akuaponik berbasis IoT, serta menumbuhkan harapan besar terhadap kontribusinya dalam meningkatkan ketahanan pangan rumah tangga.

REFLEKSI KEBERLANJUTAN KEGIATAN

Setelah program berakhir, masyarakat menunjukkan komitmen untuk melanjutkan pemanfaatan sistem akuaponik berbasis IoT secara mandiri, dengan beberapa peserta membentuk kelompok kecil untuk melakukan pemeliharaan bersama dan berbagi data hasil pemantauan air melalui platform cloud. Beberapa warga juga merencanakan pengembangan skala rumah tangga dengan memanfaatkan bahan lokal dan sensor tambahan yang lebih terjangkau. Dukungan dari pemerintah desa diharapkan dapat memperkuat keberlanjutan kegiatan ini melalui penyediaan pendampingan teknis berkala, pelatihan lanjutan, serta potensi pengembangan usaha berbasis akuaponik yang ramah lingkungan dan mendukung ketahanan pangan berkelanjutan.

5. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian ini berhasil memperkenalkan dan mengimplementasikan sistem akuaponik berbasis IoT dengan biofiltrasi di Desa Sedayu sebagai solusi inovatif untuk mendukung ketahanan pangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa biofiltrasi berperan penting dalam menjaga stabilitas kualitas air, sehingga mendukung pertumbuhan optimal ikan nila dan kangkung. Kolam 1 dengan kepadatan ikan tinggi menghasilkan biomassa terbesar, namun dengan efisiensi pakan yang lebih rendah, sedangkan Kolam 2 menawarkan keseimbangan antara pertumbuhan dan efisiensi pakan. Kolam 3 terbukti kurang efektif karena ketiadaan biofiltrasi menyebabkan penurunan kualitas air. Dari sisi sosial, hasil kuesioner menunjukkan antusiasme dan harapan masyarakat yang tinggi, terutama pada aspek kontribusi sistem NFT IoT terhadap ketahanan pangan rumah tangga dan kemampuan mengelola sistem secara mandiri. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis masyarakat, tetapi juga memperkuat kesadaran akan pentingnya teknologi tepat guna untuk kemandirian pangan dan potensi usaha berbasis pertanian terpadu.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Nest, Sukoharjo, Jawa Tengah atas dukungan akademik yang diberikan. Penghargaan juga disampaikan kepada pemerintah dan masyarakat Desa Sedayu, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten atas izin, dukungan, dan kerja sama yang memungkinkan penelitian ini terlaksana. Penelitian ini didukung melalui Skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) dengan nomor kontrak 131/LL6/PL/AL.04/2025, pengabdian ini dipimpin oleh Muhammad Hassan Massaty.

7. DAFTAR RUJUKAN

- Abdelfatah, A. G.-E., Ali, M. A., & Abdelbary, K. M. (2022). Recent used techniques and promised solutions for biofiltration treatment of fish wastewater. *Egyptian Journal of Chemistry*, 65(11), 181-197. <https://doi.org/10.21608/ejchem.2022.116302.5268>
- Al-Zahrani, M. S., Hassanien, H. A., Alsaade, F. W., & Wahsheh, H. A. M. (2023). Effect of stocking density on sustainable growth performance and water quality of Nile tilapia-spinach in NFT aquaponic system. *Sustainability*, 15(8), 6935. <https://doi.org/10.3390/su15086935>
- Amalia, A. R., Ramli, T. H., Restiana, A. D., Priyadi, H. G., Anggoro, A. D., & Purwanto, P. (2024). Teknik pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sistem akuaponik di opo q farm cacaban, kota Magelang, provinsi Jawa Tengah: Teknik pembesaran ikan nila (*Oreochromis niloticus*) sistem akuaponik di opo q farm cacaban, kota Magelang, provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 7(2), 524-540. <https://doi.org/10.30587/jpp.v7i2.8492>
- Ariani, M., & Suryana, A. (2023). Kinerja ketahanan pangan Indonesia: Pembelajaran dari penilaian dengan kriteria global dan nasional. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 21(1), 1-20. <https://doi.org/10.21082/akp.v21i1.1-20>
- Ayu, G. A., & Yusran, R. (2025). Pemberdayaan masyarakat sebagai upaya meningkatkan ketahanan pangan keluarga dan mengurangi stunting di nagari Koto VIII Pelangai Kabupaten Pesisir Selatan. *Jurnal Manajemen dan Ilmu Administrasi Publik (JMIAP)*, 7(1), 1-7. <https://doi.org/10.24036/jmiap.v7i1.1185>
- Bangun, L. P. (2024). Strategic transformations for realizing food security in Indonesia. *Critical Issue of Sustainable Future*, 1(2), 123-129. <https://doi.org/10.61511/crsusf.v1i2.1961>
- Debroy, P., Majumder, P., & Seban, L. (2025). A simulation based water quality parameter control of aquaponic system employing model predictive control strategy incorporation with optimization technique. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 44(1), e14530. <https://doi.org/10.1002/ep.14530>
- Fei, S., Wu, R., Liu, H., Yang, F., & Wang, N. (2025). Technological innovations in urban and peri-urban agriculture:

- Pathways to sustainable food systems in metropolises. *Horticulturae*, 11(2), 212. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-99962>
- Flores-Iwasaki, M., Guadalupe, G. A., Pachas-Caycho, M., Chapa-Gonza, S., Mori-Zabarburú, R. C., & Guerrero-Abad, J. C. (2025). Internet of things (iot) sensors for water quality monitoring in aquaculture systems: A systematic review and bibliometric analysis. *AgriEngineering*, 7(3), 78. <https://doi.org/10.3390/agriengineering7030078>
- Gea, M. P., Zandrato, R. J., Telaumbanua, S. O., & Ndraha, A. B. (2025). Pertanian perkotaan, solusi inovatif untuk ketahanan pangan di tengah kota. *Flora: Jurnal Kajian Ilmu Pertanian dan Perkebunan*, 2(1), 188-198. <https://doi.org/10.62951/flora.v2i1.265>
- Hutabarat, B. F., Peslinof, M., Afrianto, M. F., & Fendriani, Y. (2023). Sistem basis data pemantauan parameter air berbasis internet of things (iot) dengan platform thingspeak. *Journal Online of Physics*, 8(2), 42-50. <https://doi.org/10.22437/jop.v8i2.24365>
- Nugraha, A. P., Fitri, T. N., Mariani, T., Sahidin, S., Pramita, S. A., Fitriyani, N., Ramdan, N. A., Nurhaliza, N., Alifan, M. F., & Nuraeni, D. (2024). Pembibitan ikan nila dan tanaman pakcoy dengan sistem akuaponik di desa leles kecamatan leles kabupaten garut. *Jurnal Pengabdian Sosial*, 1(12), 2199-2204. <https://doi.org/10.59837/ftkv4935>
- Okomoda, V. T., Oladimeji, S. A., Solomon, S. G., Olufeagba, S. O., Ogah, S. I., & Ikhwannuddin, 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>
- Otekurin, O. A. (2024). Assessing the prevalence and severity of global hunger and food insecurity: Recent dynamics and sub-saharan africa's burden. *Sustainability*, 16(12), 4877. <https://doi.org/10.3390/su16124877>
- Pachaiappan, R., Cornejo-Ponce, L., Rajendran, R., Manavalan, K., Femilaa Rajan, V., & Awad, F. (2022). A review on biofiltration techniques: Recent advancements in the removal of volatile organic compounds and heavy metals in the treatment of polluted water. *Bioengineered*, 13(4), 8432-8477. <https://doi.org/10.1080/21655979.2022.2050538>
- Palmitessa, O. D., Signore, A., & Santamaria, P. (2024). Advancements and future perspectives in nutrient film technique hydroponic system: A comprehensive review and bibliometric analysis. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1504792. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1504792>
- Rajalakshmi, M., & Gunasekaran, K. (2025). Investigations on the money plant's nutrient removal efficiency in nutrient film technique hydroponic system employing synthetic wastewater. *Environmental Quality Management*, 34(4), e70080. <https://doi.org/10.1002/taem.70080>
- Sari, R., Muslim, M., & Ameliana, Y. (2024). Strategies for improving local food security in developing countries. *Advances in Community Services Research*, 2(2), 98 - 110. <https://doi.org/10.60079/acsr.v2i2.364>
- Setiawati, P. N., & Fitriyani, F. (2025). Sistem monitoring realtime kualitas air berbasis iot dengan sensor tds dan nodemcu esp32. *JIKA (Jurnal Informatika)*, 9(3), 347-354. <https://doi.org/10.31000/jika.v9i3.14442>
- Shobihah, H. N., Yustiati, A., & Andriani, Y. (2022). Produktivitas budidaya ikan dalam berbagai konstruksi sistem akuaponik. *Akuatika Indonesia*, 7(1), 34-41. <https://doi.org/10.24198/jaki.v7i1.39441>
- Viona, M., Nabila, N., Katanging, D. G., & Candra, M. (2025). Ekonomi politik ketahanan pangan di indonesia: Peran negara dalam menghadapi krisis pangan. *Socius: Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Sosial*, 2(11). <https://doi.org/10.5281/zenodo.15613605>
- Yusoff, F. M., Umi, W. A. D., Ramli, N. M., & Harun, R. (2024). Water quality management in aquaculture. *Cambridge Prisms: Water*, 2, e8, Article e8. <https://doi.org/10.1017/wat.2024.6>