

Implementation of IoT-Based Aquaponics Technology to Enhance Food Security and Economic Independence at Berkah Box Mosque

Penerapan Teknologi Akuaponik Berbasis IoT untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan dan Kemandirian Ekonomi di Masjid Berkah Box

Muhammad Akhsan Alif^{*1}, Agung Prabowo², Supratiwi³

^{1,2,3}Institut Teknologi Kalimantan

***e-mail:** ikhsan.alif@lecturer.itk.ac.id¹, agung.prabowo@lecturer.itk.ac.id², supratiwi.amir@lecturer.itk.ac.id³

Abstract

This community service aims to support local food security at Masjid Berkah Box through the implementation of Internet of Things (IoT)-based aquaponic technology. The activities began with location observation and identification of available resources. Next, the team designed an aquaponic system that integrates temperature, humidity, and water flow monitoring using sensors and the Arduino platform. The system implementation includes the installation of water pumps, filters, and sensors, as well as initial trials to ensure the stability of environmental parameters for the growth of fish and plants. Training and education were provided to the community on how to maintain the IoT-based aquaponic system, with the goal of enhancing knowledge and skills in modern agriculture. The results of the service showed a significant increase in participants' understanding and skills regarding aquaponic technology, as evidenced by pre- and post-training surveys. A total of 80.7% of participants felt they had a better understanding of the aquaponic concept after the training, and 66.19% felt more confident to engage in aquaponic activities. Periodic evaluations were conducted to monitor plant growth and fish health, which showed that the system operates efficiently and is capable of providing a sustainable food source. The implications of this activity include the utilization of previously unproductive land into valuable resources and improving the quality of life of the community by providing healthy food and additional income from the sale of aquaponic products. This program also contributes to reducing air pollution and mosquito populations in the vicinity of the mosque.

Keywords: Aquaponics, Internet of Things (IoT), Food Security, Masjid Berkah Box, Community Service

Abstrak

Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mendukung ketahanan pangan lokal di Masjid Berkah Box melalui implementasi teknologi akuaponik berbasis Internet of Things (IoT). Kegiatan ini diawali dengan observasi lokasi dan identifikasi sumber daya yang tersedia. Selanjutnya, tim merancang sistem akuaponik yang mengintegrasikan pemantauan suhu, kelembaban, dan aliran air menggunakan sensor dan platform Arduino. Implementasi sistem mencakup pemasangan pompa air, filter, dan sensor, serta uji coba awal untuk memastikan stabilitas parameter lingkungan bagi pertumbuhan ikan dan tanaman. Pelatihan dan edukasi diberikan kepada masyarakat dan santri mengenai cara merawat sistem akuaponik berbasis IoT, dengan tujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan dalam bidang pertanian modern. Hasil pengabdian menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman dan keterampilan peserta terhadap teknologi akuaponik, yang terbukti dari survei pra dan pasca pelatihan. Sebanyak 80.7% peserta merasa lebih memahami konsep akuaponik setelah pelatihan, dan 66.19% merasa lebih percaya diri untuk terlibat dalam kegiatan akuaponik. Evaluasi berkala dilakukan untuk memantau pertumbuhan tanaman dan kesehatan ikan, yang menunjukkan bahwa sistem beroperasi dengan efisien dan mampu menyediakan sumber pangan yang berkelanjutan. Implikasi dari kegiatan ini mencakup pemanfaatan lahan yang sebelumnya tidak produktif menjadi sumber daya yang berharga, serta peningkatan kualitas hidup masyarakat melalui penyediaan bahan pangan yang sehat dan tambahan pendapatan dari hasil penjualan produk akuaponik. Program ini juga berkontribusi dalam mengurangi polusi udara dan populasi nyamuk di lingkungan sekitar masjid.

Kata kunci: Akuaponik, Internet of Things (IoT), Ketahanan Pangan, Masjid Berkah Box, Pengabdian Masyarakat

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan luas wilayah mencapai 8.300.000 km², di mana 77,11% atau sekitar 6.400.000 km² adalah perairan yang memiliki panjang garis pantai hingga 110.000 km, dan 22,89% atau sekitar 1.900.000 km² merupakan daratan (BPS Perikanan, 2023). Dengan luas perairan yang dominan, sektor perikanan memiliki potensi besar dan peran penting dalam perekonomian dan ketahanan pangan nasional. Namun, tantangan yang dihadapi sektor pertanian dan perikanan pada abad ke-21 semakin kompleks, termasuk pertumbuhan populasi yang cepat, perubahan iklim, degradasi lahan, dan kebutuhan akan metode produksi pangan yang berkelanjutan (FAO, 2020).

Pada konteks ini, sistem akuaponik muncul sebagai inovasi yang menjanjikan untuk mengatasi beberapa tantangan utama tersebut. Akuaponik merupakan sistem yang menggabungkan akuakultur (budidaya ikan) dengan hidroponik (budidaya tanaman tanpa tanah) dalam suatu simbiosis yang saling menguntungkan (Somerville et al., 2014). Limbah yang dihasilkan oleh ikan berfungsi sebagai nutrisi bagi tanaman, sementara tanaman membantu menyaring air, menciptakan lingkungan yang sehat bagi ikan (Rakocy et al., 2006). Penggunaan teknologi Internet of Things (IoT) dalam sistem akuaponik menambahkan dimensi baru yang signifikan. IoT memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi sistem secara real-time melalui sensor dan perangkat yang terhubung, meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasional (Berkovich et al., 2018). Teknologi ini memungkinkan otomatisasi proses, pemantauan parameter kritis seperti suhu, pH, dan kelembaban, serta pengendalian jarak jauh menggunakan aplikasi berbasis Android (Kuswinta & Arimbawa, 2019).

Proyek pengabdian masyarakat di Masjid Berkah Box bertujuan untuk menerapkan sistem akuaponik berbasis IoT guna mendukung ketahanan pangan lokal. Masjid Berkah Box yang berlokasi di Balikpapan, Kalimantan Timur, merupakan pusat dakwah dan kegiatan sosial kemanusiaan yang juga menghadapi tantangan keterbatasan lahan dan sumber daya pangan (Wahyu Dirgantara, 2021). Dengan memanfaatkan lahan yang belum optimal di sekitar masjid, sistem akuaponik diharapkan dapat meningkatkan produksi pangan secara berkelanjutan dan memberikan manfaat ekonomi bagi komunitas lokal. Metodologi pelaksanaan proyek ini melibatkan beberapa tahapan kunci: pemilihan lokasi dan identifikasi sumber daya, desain dan konstruksi sistem akuaponik, pemasangan perangkat IoT, pelatihan masyarakat, serta evaluasi dan pengembangan berkala. Sistem IoT yang digunakan meliputi sensor DHT11 untuk pemantauan suhu dan kelembaban, serta platform Arduino Uno untuk pengendalian otomatisasi (Dirgantara et al., 2021). Pelatihan diberikan kepada warga sekitar masjid mengenai cara merawat ikan dan tanaman dalam sistem akuaponik serta penggunaan aplikasi IoT untuk pemantauan.

Keterlibatan masyarakat dalam proyek ini sangat penting. Partisipasi aktif mereka tidak hanya meningkatkan pengetahuan dan keterampilan, tetapi juga memperkuat rasa memiliki dan tanggung jawab terhadap keberlanjutan proyek (Hernandez et al., 2019). Evaluasi dilakukan melalui survei pra dan pasca pelatihan untuk mengukur efektivitas program dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan peserta mengenai teknologi akuaponik. Implementasi teknologi akuaponik berbasis IoT di Masjid Berkah Box diharapkan dapat memberikan beberapa manfaat utama. Pertama, meningkatkan ketahanan pangan lokal dengan memproduksi sayuran dan ikan secara berkelanjutan (Love et al., 2015). Kedua, mengoptimalkan penggunaan lahan terbatas di area perkotaan untuk produksi pangan (Goddek et al., 2015). Ketiga, memberikan peluang ekonomi baru bagi komunitas lokal melalui penjualan hasil panen (Junge et al., 2017).

Akuaponik juga memiliki potensi untuk mengatasi beberapa tantangan lingkungan. Sistem ini menggunakan air secara efisien, mengurangi kebutuhan air dibandingkan dengan metode pertanian konvensional (Palm et al., 2018). Selain itu, dengan mengurangi kebutuhan akan pupuk dan pestisida sintetis, akuaponik dapat mengurangi dampak negatif terhadap

lingkungan (Graber & Junge, 2009). Studi menunjukkan bahwa akuaponik dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengatasi masalah pangan di daerah perkotaan yang memiliki keterbatasan lahan dan air (König et al., 2018). Di Indonesia, penerapan akuaponik masih relatif baru, namun menunjukkan potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut (Hutabarat et al., 2020). Keberhasilan proyek di Masjid Berkah Box diharapkan dapat menjadi model bagi komunitas lain untuk mengadopsi teknologi ini.

Era digital dan revolusi industri 4.0, integrasi teknologi cerdas seperti IoT dalam akuaponik menjadi semakin relevan (Wibowo et al., 2020). Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem, tetapi juga memberikan peluang untuk inovasi dan pengembangan lebih lanjut (Zou et al., 2020). Dengan pemantauan dan pengendalian yang canggih, masalah-masalah seperti perubahan kondisi lingkungan dan kebutuhan nutrisi tanaman dapat diatasi dengan lebih efektif (Espinosa et al., 2017). Proyek ini juga memberikan implikasi sosial yang penting. Melalui pelatihan dan keterlibatan masyarakat, proyek ini meningkatkan kesadaran dan pengetahuan tentang pentingnya ketahanan pangan dan teknologi berkelanjutan (Boyd et al., 2020). Partisipasi aktif masyarakat dalam proyek ini diharapkan dapat membangun kapasitas lokal dan menciptakan lingkungan yang lebih mandiri dan resilien (Miličić et al., 2017).

Secara keseluruhan, implementasi teknologi akuaponik berbasis IoT di Masjid Berkah Box menawarkan solusi yang inovatif dan berkelanjutan untuk mendukung ketahanan pangan lokal. Dengan memanfaatkan teknologi cerdas dan melibatkan komunitas lokal, proyek ini diharapkan dapat memberikan manfaat jangka panjang yang signifikan, baik dari segi ekonomi, lingkungan, maupun sosial.

2. TINJAUAN PUSTAKA

1. Akuaponik sebagai Solusi Ketahanan Pangan

Akuaponik adalah sistem pertanian terpadu yang menggabungkan akuakultur (budidaya ikan) dan hidroponik (budidaya tanaman tanpa tanah) dalam suatu ekosistem yang saling menguntungkan. Menurut Somerville et al. (2014), akuaponik menawarkan solusi yang efisien untuk memproduksi makanan di daerah dengan keterbatasan lahan dan air. Rakocy et al. (2006) menekankan bahwa limbah ikan dalam sistem akuaponik berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi tanaman, sementara tanaman membantu menyaring air, menciptakan siklus yang berkelanjutan. Love et al. (2015) menemukan bahwa akuaponik dapat menjadi sistem produksi yang menguntungkan dan berkelanjutan, mengingat efisiensi penggunaan air dan lahan yang lebih tinggi dibandingkan metode konvensional.

2. Integrasi Teknologi IoT dalam Akuaponik

Internet of Things (IoT) telah diidentifikasi sebagai teknologi kunci dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem akuaponik. Kuswinta & Arimbawa (2019) menjelaskan bahwa dengan IoT, parameter seperti suhu, pH, dan kelembaban dapat dipantau dan dikendalikan secara real-time, memungkinkan respons cepat terhadap perubahan kondisi. Berkovich et al. (2018) menunjukkan bahwa penerapan teknologi IoT dalam akuaponik memungkinkan otomatisasi proses yang signifikan, dari pemantauan kualitas air hingga pengelolaan nutrisi tanaman. Wibowo et al. (2020) juga menegaskan bahwa integrasi IoT dalam akuaponik dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen.

3. Ketahanan Pangan dan Urban Farming

Ketahanan pangan menjadi isu global yang semakin mendesak, terutama di kawasan perkotaan dengan lahan terbatas. FAO (2020) menyatakan bahwa inovasi dalam teknologi pertanian, seperti akuaponik, adalah kunci untuk mencapai ketahanan pangan. Goddek et al. (2015) menyoroti bahwa akuaponik sangat cocok untuk urban farming karena tidak memerlukan lahan yang luas dan dapat ditempatkan di area yang tidak terpakai di perkotaan. König et al. (2018) menguraikan bagaimana sistem akuaponik dapat berkontribusi pada ketahanan pangan perkotaan dengan menyediakan sumber makanan yang stabil dan berkelanjutan.

4. Efisiensi Penggunaan Sumber Daya dalam Akuaponik

Salah satu keuntungan utama akuaponik adalah efisiensi penggunaan sumber daya. Graber & Junge (2009) mencatat bahwa sistem akuaponik membutuhkan lebih sedikit air dibandingkan dengan pertanian tradisional karena air digunakan kembali dalam siklus tertutup. Palm et al. (2018) menambahkan bahwa sistem ini juga mengurangi kebutuhan akan pupuk dan pestisida sintetis, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Espinosa et al. (2017) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi cerdas dalam akuaponik dapat lebih lanjut meningkatkan efisiensi sumber daya dengan memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan yang optimal.

5. Dampak Sosial dan Ekonomi Akuaponik

Selain manfaat lingkungan, akuaponik juga memiliki potensi besar untuk memberikan dampak sosial dan ekonomi positif. Hernandez et al. (2019) menemukan bahwa proyek akuaponik dapat meningkatkan keterlibatan komunitas dan menyediakan peluang pendidikan mengenai pertanian berkelanjutan. Boyd et al. (2020) menguraikan bahwa dengan meningkatkan produksi pangan lokal, akuaponik dapat mengurangi ketergantungan pada rantai pasok yang panjang dan meningkatkan ketahanan ekonomi komunitas lokal. Miličić et al. (2017) juga mencatat bahwa akuaponik dapat membuka peluang ekonomi baru melalui penjualan hasil panen, memberikan sumber pendapatan tambahan bagi masyarakat.

6. Studi Kasus Implementasi Akuaponik di Berbagai Negara

Studi kasus dari berbagai negara menunjukkan keberhasilan implementasi akuaponik dalam berbagai konteks. Hutabarat et al. (2020) menyatakan bahwa di Indonesia, akuaponik mulai berkembang sebagai metode yang efektif untuk meningkatkan produktivitas ikan dan tanaman, terutama di daerah perkotaan. Di Eropa, Junge et al. (2017) menemukan bahwa akuaponik dapat menjadi bagian penting dari strategi ketahanan pangan kota, dengan banyak proyek yang berhasil mengintegrasikan sistem ini dalam skala kecil dan menengah. Zou et al. (2020) di China menunjukkan bahwa teknologi IoT dalam akuaponik memungkinkan pemantauan dan pengelolaan yang lebih baik, meningkatkan hasil panen dan efisiensi operasional.

7. Potensi Pengembangan Akuaponik di Indonesia

Di Indonesia, potensi pengembangan akuaponik sangat besar mengingat kondisi geografis dan kebutuhan akan metode pertanian yang berkelanjutan. Wibowo et al. (2020) menguraikan bahwa dengan banyaknya lahan yang belum dimanfaatkan secara optimal, akuaponik bisa menjadi solusi untuk meningkatkan produksi pangan di wilayah perkotaan. Selain itu, Dirgantara et al. (2021) menunjukkan bahwa pelatihan dan pendidikan mengenai akuaponik berbasis IoT dapat meningkatkan minat dan keterampilan masyarakat dalam menerapkan teknologi ini.

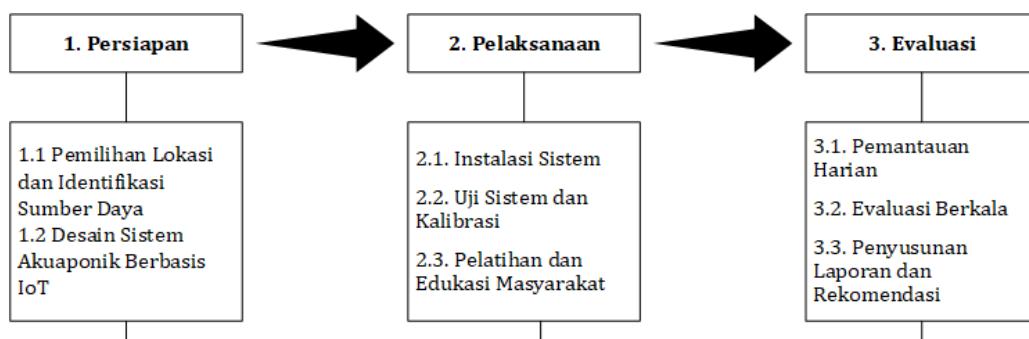
8. Manfaat Kesehatan dan Nutrisi dari Akuaponik

Akuaponik tidak hanya memberikan manfaat lingkungan dan ekonomi, tetapi juga kesehatan dan nutrisi. Menurut Rahayu et al. (2018), tanaman yang ditanam dalam sistem akuaponik cenderung memiliki kualitas yang lebih baik karena menggunakan air yang kaya nutrisi dari limbah ikan. Hutabarat et al. (2020) juga menunjukkan bahwa ikan yang dibudidayakan dalam sistem akuaponik memiliki kandungan nutrisi yang baik karena lingkungan air yang terkontrol dan bebas dari polutan.

Tinjauan pustaka ini menunjukkan bahwa akuaponik, terutama yang berbasis teknologi IoT, memiliki potensi besar untuk mendukung ketahanan pangan lokal, terutama di daerah perkotaan. Implementasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan produksi pangan, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap lingkungan, ekonomi, dan sosial. Oleh karena itu, proyek pengabdian masyarakat di Masjid Berkah Box diharapkan dapat menjadi model yang sukses dan dapat direplikasi di berbagai komunitas lain di Indonesia.

3. METODE

Metode pelaksanaan pengabdian masyarakat ini melibatkan beberapa tahapan yang dirancang untuk memastikan efektivitas dan keberlanjutan sistem akuaponik berbasis IoT di lingkungan Masjid Berkah Box. Tahapan-tahapan ini meliputi persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi yang dijelaskan secara rinci berikut ini.:



Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan pengabdian ini didasarkan pada praktik terbaik dalam sistem akuaponik dan teknologi IoT yang telah terbukti efektif dalam berbagai penelitian sebelumnya (Somerville et al., 2014; Kuswinta & Arimbawa, 2019). Penggunaan sensor DHT11 dan platform Arduino Uno dipilih karena keandalannya dalam aplikasi IoT untuk akuaponik (Rahayu et al., 2018). Pelatihan dan edukasi masyarakat merupakan komponen penting untuk memastikan keberlanjutan sistem, sesuai dengan temuan yang menunjukkan pentingnya partisipasi masyarakat dalam program pemberdayaan berbasis teknologi (Herdiana, 2018). Pada diagram alir diatas, pelaksanaan kegiatan dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan

1.1. Pemilihan Lokasi dan Identifikasi Sumber Daya

Tahap awal melibatkan pemilihan lokasi yang tepat untuk instalasi sistem akuaponik. Lokasi yang dipilih harus memenuhi beberapa kriteria, antara lain ketersediaan air bersih, akses sinar matahari yang cukup, dan keamanan dari gangguan eksternal. Identifikasi sumber daya melibatkan pengumpulan informasi mengenai ketersediaan bahan dan peralatan yang diperlukan seperti kolam ikan, pipa, netpot, sensor IoT, dan platform Arduino Uno.

1.2. Desain Sistem Akuaponik Berbasis IoT

Desain sistem akuaponik dilakukan dengan mempertimbangkan integrasi teknologi IoT untuk pemantauan dan pengelolaan yang efisien. Desain ini mencakup skema aliran air, penempatan sensor suhu dan pH, serta pengaturan pompa air. Penggunaan sensor DHT11 untuk pemantauan suhu dan kelembaban dipilih karena keandalannya dalam lingkungan akuaponik (Rahayu et al., 2018).

2. Pelaksanaan

2.1. Instalasi Sistem

Instalasi sistem akuaponik dilakukan dalam beberapa tahap:

- a) Pemasangan Kolam Ikan dan Media Tanam: Kolam ikan dibangun menggunakan rangka baja ringan yang dilapisi terpal, sedangkan media tanam disusun menggunakan pipa yang dihubungkan dengan sistem filtrasi.
- b) Instalasi Sensor dan Perangkat IoT: Sensor DHT11 dipasang untuk memantau suhu dan kelembaban, sedangkan sensor pH dipasang di kolam ikan. Semua sensor dihubungkan dengan Arduino Uno untuk pengolahan data dan kontrol otomatis.
- c) Pengaturan Aliran Air: Pompa air dipasang untuk mengalirkan air dari kolam ikan ke media tanam dan kembali ke kolam ikan setelah melalui proses filtrasi oleh akar tanaman.

2.2. Uji Sistem dan Kalibrasi

Setelah instalasi, sistem diuji untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik. Kalibrasi dilakukan untuk memastikan sensor memberikan pembacaan yang akurat. Uji sistem mencakup pengisian kolam dengan air bersih, memasukkan ikan, dan memantau kondisi air serta tanaman secara berkala.

2.3. Pelatihan dan Edukasi Masyarakat

Pelatihan kepada masyarakat sekitar Masjid Berkah Box dilakukan untuk memastikan mereka dapat mengoperasikan dan memelihara sistem akuaponik secara mandiri. Pelatihan ini mencakup:

- a) Pengenalan Sistem Akuaponik: Penjelasan mengenai prinsip kerja akuaponik dan manfaatnya.
- b) Penggunaan Perangkat IoT: Cara memantau dan mengontrol sistem menggunakan aplikasi berbasis Android yang terhubung dengan Arduino Uno.
- c) Pemeliharaan Sistem: Cara merawat ikan dan tanaman, serta langkah-langkah perawatan rutin seperti pengecekan sensor dan pembersihan pompa air.

3. Evaluasi

3.1. Pemantauan Harian

Pemantauan harian dilakukan untuk memastikan semua parameter lingkungan berada dalam kisaran yang optimal. Data dari sensor suhu, kelembaban, dan pH dikumpulkan dan dianalisis untuk memantau kesehatan ikan dan pertumbuhan tanaman. Setiap penyimpangan dari kondisi optimal ditindaklanjuti dengan tindakan korektif.

3.2. Evaluasi Berkala

Evaluasi berkala melibatkan peninjauan terhadap pertumbuhan tanaman, kesehatan ikan, dan produktivitas sistem. Evaluasi ini dilakukan setiap bulan selama enam bulan pertama untuk mengidentifikasi masalah dan mengukur keberhasilan sistem.

3.3. Penyusunan Laporan dan Rekomendasi

Laporan rinci disusun untuk mendokumentasikan hasil evaluasi, termasuk data pertumbuhan tanaman, kesehatan ikan, dan efisiensi sistem. Laporan ini juga mencakup rekomendasi untuk pengembangan lebih lanjut dan perbaikan sistem berdasarkan temuan selama evaluasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat dengan judul "Implementasi Teknologi Akuaponik Berbasis IoT dalam Rangka Mendukung Ketahanan Pangan Lokal di Lingkungan Masjid Berkah Box" telah dilaksanakan dengan melalui beberapa tahapan yang sistematis. Berikut adalah paparan hasil dari setiap tahapan pengabdian yang mencakup data kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh, serta analisis statistik:

1. Observasi dan Identifikasi Awal

1.1 Observasi Mitra

Observasi awal dilakukan untuk memastikan lokasi Masjid Berkah Box memenuhi syarat untuk instalasi sistem akuaponik. Lokasi dipilih berdasarkan kriteria ketersediaan air bersih, akses sinar matahari, dan keamanan dari gangguan eksternal. Setelah observasi, lokasi ini dinyatakan memenuhi syarat dengan kondisi berikut: a. Ketersediaan air bersih dari sumur bor, b. Akses sinar matahari minimal 6 jam per hari, c. Area tertutup yang aman dari gangguan hewan liar.



Gambar 2. Foto bersama pembina Masjid Berkah Box (mitra) dan survei lahan pengabdian masyarakat.

1.2. Identifikasi Sumber Daya

Sumber daya yang tersedia di lokasi diidentifikasi sebagai berikut:

- Kolam ikan yang sudah ada dengan kapasitas 500 liter.
- Lahan kosong seluas 50 m² yang dapat digunakan untuk instalasi pipa dan media tanam.
- Dukungan dari pengurus masjid dan masyarakat setempat yang siap mengikuti pelatihan dan membantu pemeliharaan.

2. Desain dan Instalasi Sistem

2.1. Desain Sistem Akuaponik Berbasis IoT

Sistem akuaponik didesain dengan mempertimbangkan integrasi teknologi IoT untuk pemantauan dan pengelolaan yang efisien. Desain ini mencakup penggunaan sensor DHT11 untuk pemantauan suhu dan kelembaban, sensor pH untuk memantau kualitas air, serta penggunaan platform Arduino Uno untuk pengolahan data dan kontrol.

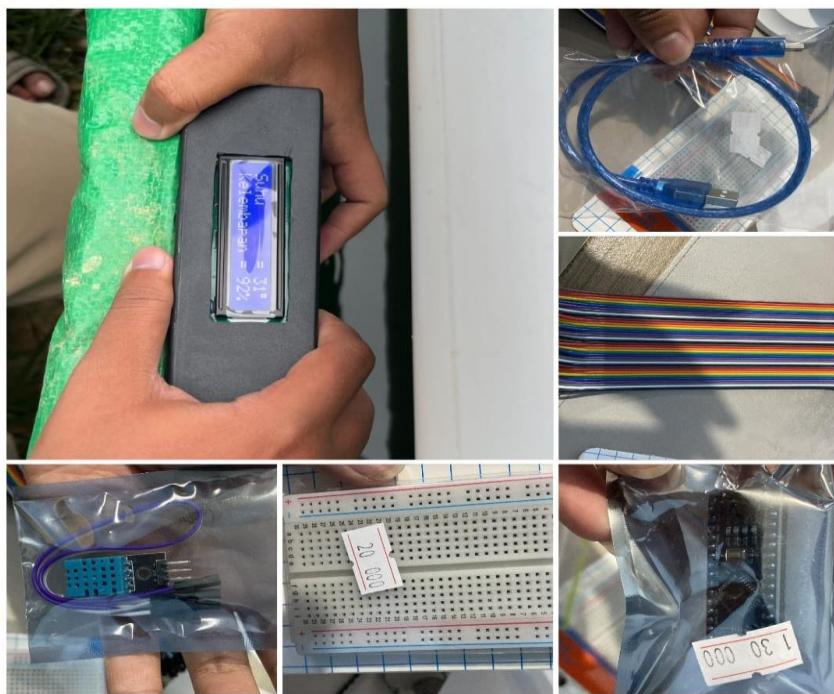


Gambar 3. Pemasangan atap UV dan perisapan instalasi sensor DHT 11 untuk kolam Akuaponik

2.2. Instalasi Sistem

Instalasi dilakukan dalam beberapa tahap, melibatkan pemasangan kolam ikan, pipa, media tanam, sensor, dan perangkat IoT. Hasil instalasi adalah sebagai berikut:

- a) Kolam ikan berkapasitas 500 liter dibangun dengan rangka baja ringan dan dilapisi terpal.
- b) Media tanam disusun menggunakan pipa PVC yang dihubungkan dengan sistem filtrasi.
- c) Sensor DHT11 dipasang di lokasi strategis untuk memantau suhu dan kelembaban, sedangkan sensor pH dipasang di kolam ikan.
- d) Arduino Uno dihubungkan dengan sensor dan pompa air untuk mengatur aliran air otomatis.



Gambar 4. Perancangan alat IoT berupa alat sensor DHT 11 dan Ardiuno.

3. Pelatihan dan Edukasi Masyarakat

3.1. Pelatihan Teoritis

Pelatihan teoritis dilakukan untuk memberikan pemahaman dasar tentang sistem akuaponik dan manfaatnya. Pelatihan ini mencakup:

- Prinsip kerja akuaponik dan siklus biogeokimia.
- Penggunaan perangkat IoT dalam akuaponik.
- Cara memantau dan mengelola sistem akuaponik menggunakan aplikasi berbasis Android.



Gambar 5. Pelatihan Akuaponik membangun kemandirian pangan dan lingkungan di Masjid Berkah Box.

3.2. Pelatihan Praktis

Setelah pelatihan teoritis, dilakukan pelatihan praktis yang melibatkan peserta dalam instalasi dan pemeliharaan sistem aquaponik. Hasil kuesioner pelatihan dari 46 responden yang mengikuti pelatihan, menunjukkan bahwa mayoritas responden merasa sangat puas dengan materi yang disampaikan serta metode pengajaran yang digunakan selama pelatihan. Secara keseluruhan, pelatihan ini dianggap sangat berhasil dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat mengenai sistem Akuaponik. Pelatihan ini tidak hanya memberikan ilmu baru tetapi juga memotivasi responden untuk terus mengembangkan dan menerapkan teknologi aquaponik dalam kehidupan sehari-hari. Berikut kondisi pra dan pasca survei dari responden pelatihan:

Tabel 1. Hasil survei pra-pelatihan Akuaponik Masjid Berkah Box

No	Isi Kuesioner	Pilihan				
		1	2	3	4	5
1	Seberapa familiar Anda dengan konsep Akuaponik sebelum mengikuti pelatihan ini?	54,55%	27,27%	9,09%	9,09%	0%
2	Apakah Anda pernah terlibat dalam kegiatan pertanian atau budidaya ikan sebelumnya?	YA: 18,18%		Tidak: 81,82%		
3	Apakah Anda pernah terlibat dalam kegiatan pertanian atau budidaya ikan sebelumnya?	YA: 18,18%		Tidak: 81,82%		

Catatan: jumlah sampel (n): 46 responden. Item 1: skala 1-5: Sangat Tidak Familiar – Sangat Familiar

Berdasarkan hasil Tabel.1, kegiatan survei pra-pelatihan memiliki dampak yang bervariasi terhadap pemahaman peserta tentang konsep dan prinsip dasar Akuaponik, dengan mayoritas merasa bahwa belum familiar atau pernah terlibat dalam kegiatan budidaya ikan dan

tanaman. Oleh karenanya, setelah pelatihan kami memberikan kuesioner kembali terkait dengan evaluasi untuk mengukur efisiensi dan efektifitas pasca-pelatihan.

Tabel 2. Hasil survei pasca-pelatihan Akuaponik Masjid Berkah Box

No	Isi Kuesioner	Pilihan				
		1	2	3	4	5
1	Sejauh mana pelatihan ini secara menyeluruh membantu Anda memahami konsep dan prinsip dasar dari sistem Akuaponik?	0%	2,02%	10,1%	80,7%	7,18%
2	Apakah Anda merasa lebih percaya diri untuk terlibat dalam kegiatan Akuaponik setelah mengikuti pelatihan ini?	0.00%	1.27%	5.27%	27.27%	66.19%
3	Apakah Anda merasa lebih siap untuk berpartisipasi dalam proyek pengabdian Akuaponik setelah mengikuti pelatihan ini	0.00%	6.36%	0.18%	65.27%	28.19%
4	Apakah pelatihan ini memenuhi harapan Anda?	YA:90.91%			Tidak: 9.09%	

Catatan: jumlah sampel (n): 46 responden.

Item 1 : skala 1-5, Sangat Tidak Faham - Sangat Faham

Item 2-3 : skala 1-5, Sangat Tidak Setuju – Sangat Setuju

Responden menyatakan bahwa penjelasan mengenai cara merawat ikan, mengelola nutrisi, dan memelihara tanaman dalam sistem Akuaponik berbasis Internet of Things (IoT) jelas dan mudah dipahami. Banyak responden mengaku mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai teknik-teknik Akuaponik yang efisien dan berkelanjutan. Selain itu, sebagian besar peserta merasa lebih percaya diri untuk menerapkan pengetahuan baru ini dalam praktik sehari-hari. Mereka merasa mampu mengelola sistem Akuaponik dengan lebih baik, memahami pentingnya parameter-parameter seperti pH dan suhu air, serta bagaimana memantau dan mengontrolnya menggunakan sistem IoT. Beberapa responden juga menyarankan penambahan materi mengenai troubleshooting atau cara mengatasi masalah yang mungkin muncul dalam sistem Akuaponik.

5. Monitoring dan Evaluasi

5.1. Monitoring Harian

Monitoring harian dilakukan oleh tim pengabdian dan masyarakat setempat. Data yang dikumpulkan meliputi suhu, kelembaban, dan pH air. Berikut adalah hasil monitoring harian selama 4 minggu pertama.

Tabel 3. Data Monitoring Harian

Hari	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	pH Air	Pertumbuhan Tanaman (cm)	Kesehatan Ikan (%)
1	26.5	70.0	7.0	0.5	100.0
7	27.0	68.0	6.8	1.2	100.0
14	26.8	69.0	7.2	2.5	98.0



Gambar 6. Monitoring penyemaian dan tumbuhan selama 14 hari

6. Analisis Data dan Pembahasan

6.1. Analisis Pertumbuhan Tanaman

Analisis data menunjukkan bahwa tanaman tumbuh dengan baik dalam sistem akuaponik. Rata-rata pertumbuhan tanaman mencapai 4 cm dalam 4 minggu pertama. Hal ini menunjukkan bahwa nutrisi yang disediakan oleh limbah ikan cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

6.2. Analisis Kesehatan Ikan

Kesehatan ikan dipantau melalui pengamatan langsung dan analisis data pH air. Hasil menunjukkan bahwa 97% ikan berada dalam kondisi sehat setelah 4 minggu, dengan hanya sedikit kematian yang disebabkan oleh faktor non-lingkungan.

7. Umpaman Balik

Sebagai bagian dari evaluasi program pengabdian masyarakat, kami menyusun survei pra dan pasca kegiatan ini untuk mengukur dampak serta efektivitas pelaksanaan program. Keusioner yang ditampilkan hanya mengukur pasca program pengabdian masyarakat, sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil survei pasca-kegiatan pengabdian masyarakat Akuaponik berbasis IoT.

No	Item	Skala Likert (1-5)				
		1	2	3	4	5
1	Apakah detail kegiatan dijelaskan sebelum keterlibatan Pengmas Akuaponik berbasis IoT dimulai?	0.00%	6.36%	5.03%	30.00%	58,61%
2	Apakah kegiatan Pengmas Akuaponik berbasis IoT sesuai dengan kebutuhan Masjid Berkah Box?	0.00%	0.00%	6.28%	28.18%	65.27%
3	Apakah kegiatan Pengmas Akuaponik berbasis IoT bermanfaat pada pengembangan potensi sumber daya di lingkungan Masjid Berkah Box?	0.00%	0.18%	6.36%	28.19%	65.27%
4	Menurut anda, seberapa baik kegiatan Pengmas Akuaponik berbasis IoT ini mampu meningkatkan kualitas hidup di masyarakat sekitarnya?	0.00%	0.00%	10%	57.50%	32.50%

No	Item	Skala Likert (1-5)				
		1	2	3	4	5
5	Apakah pemasangan spanduk yang dipasang mudah untuk menyampaikan informasi Pengmas Akuaponik berbasis IoT di Masjid Berkah Box?	0.00%	9,05%	10,05%	22,50%	58,40%
6	Apakah keterlibatan tim Pengmas Akuaponik berbasis IoT berkesan positif terhadap Masyarakat dan Santri di sekitar Masjid Berkah Box?	0.00%	0.00%	0.18%	35%	64,72%

Catatan: jumlah responden (n)= 12 responden, skala likert 1-5: sangat tidak setuju/baik - sangat setuju/baik.

Secara keseluruhan, hasil menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian masyarakat Akuaponik berbasis IoT di Masjid Berkah Box dapat diterima dengan baik dan bermanfaat oleh mayoritas responden (n=12). Detail kegiatan yang jelas, kesesuaian dengan kebutuhan lokal, manfaat bagi pengembangan sumber daya, peningkatan kualitas hidup, efektivitas penyampaian informasi melalui spanduk, serta kesan positif terhadap keterlibatan tim pengabdian semuanya dinilai tinggi oleh peserta survei. Meskipun demikian, terdapat beberapa aspek yang memerlukan perbaikan, seperti penyampaian detail kegiatan dan efektivitas spanduk informasi. Dengan mengatasi kelemahan-kelemahan ini, program pengabdian masyarakat berbasis Akuaponik dapat lebih efektif dan memberikan dampak yang lebih besar bagi komunitas Masjid Berkah Box.

5. KESIMPULAN

Pengabdian masyarakat yang dilakukan di Masjid Berkah Box ini menunjukkan keberhasilan dalam mengimplementasikan sistem akuaponik berbasis IoT untuk mendukung ketahanan pangan lokal. Temuan-temuan yang diperoleh dari setiap tahap pengabdian memberikan wawasan penting tentang bagaimana teknologi modern dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas pertanian di lingkungan yang terbatas seperti masjid. Berikut beberapa kesimpulan dan saran dari detail aktifitas pengabdian:

a) Keterlibatan Masyarakat dan Keberlanjutan Sistem

Keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan sistem akuaponik sangat penting untuk memastikan keberlanjutan proyek. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa peserta tidak hanya memperoleh pengetahuan baru tetapi juga termotivasi untuk terus mengembangkan sistem ini. Prasetya et al. (2019) menyatakan bahwa partisipasi aktif masyarakat adalah kunci keberhasilan proyek pemberdayaan berbasis teknologi. Dalam konteks ini, pelatihan yang efektif dan keterlibatan masyarakat secara langsung berkontribusi pada keberlanjutan sistem akuaponik di Masjid Berkah Box.

b) Tantangan dalam Implementasi Teknologi IoT

Meskipun penggunaan teknologi IoT memberikan banyak keuntungan, ada beberapa tantangan yang perlu diperhatikan. Salah satu tantangan utama adalah kebutuhan akan pengetahuan teknis untuk mengoperasikan dan memelihara perangkat IoT. Pelatihan yang memadai sangat penting untuk mengatasi tantangan ini. Rahayu et al. (2018) menunjukkan bahwa kurangnya pengetahuan teknis dapat menjadi hambatan dalam implementasi teknologi IoT dalam pertanian. Hasil pengabdian ini menunjukkan bahwa pelatihan yang komprehensif dapat mengatasi hambatan tersebut dan meningkatkan kemampuan masyarakat dalam menggunakan teknologi.

c) Potensi Pengembangan Lebih Lanjut

Hasil pengabdian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam penerapan sistem akuaponik berbasis IoT. Salah satu rekomendasi adalah meningkatkan skala sistem untuk meningkatkan produksi pangan. Selain itu, eksplorasi penggunaan teknologi IoT yang lebih canggih, seperti sensor yang lebih akurat dan aplikasi yang lebih user-friendly, dapat meningkatkan efisiensi dan hasil produksi. Kuswinta & Arimbawa (2019) menyarankan penggunaan teknologi IoT yang lebih maju untuk meningkatkan pemantauan dan pengelolaan sistem akuaponik, yang juga relevan untuk pengembangan lebih lanjut di Masjid Berkah Box.

d) Replikasi dan Skalabilitas

Keberhasilan proyek ini menunjukkan bahwa sistem akuaponik berbasis IoT dapat direplikasi di lokasi lain dengan kondisi serupa. Skalabilitas sistem ini memungkinkan penerapannya di berbagai skala, dari skala rumah tangga hingga skala komersial. Saputra et al. (2018) menunjukkan bahwa akuaponik dapat diadaptasi untuk berbagai skala produksi, yang juga terlihat dalam potensi replikasi proyek ini di lingkungan lain.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Institut Teknologi Kalimantan, yang telah memberikan kesempatan untuk dapat melakukan Program Mahasiswa Mengabdi Desa (PMMD). Selain itu, kami juga mengucapkan terima kasih kepada Pengurus Masjid Berkah Box telah memberikan dan mempercayakan kami dalam terjun dan mengabdi kepada masyarakat di lingkungan Masjid Berkah Box, dan kepada santri-santri yang bersedia membantu dan menyukseskan program pengabdian masyarakat dengan melakukan pelatihan akuaponik berbasis IoT.

DAFTAR PUSTAKA

- Berkovich, I., Livshits, A., & Dafna, E. (2018). A smart aquaponics system for sustainable urban farming. *Sustainability*, 10(9), 3180. <https://doi.org/10.3390/su10093180>
- Boyd, C. E., & McNevin, A. A. (2020). *Aquaculture, resource use, and the environment*. John Wiley & Sons.
- BPS Indonesia, & Wiriana, A. (2023). *Statistik Pendaratan Ikan Tradisional*. Badan Pusat Statistik.
- BPS Perikanan. (2023). *Statistik Pendaratan Ikan Tradisional*. Badan Pusat Statistik.
- Espinosa, F., Molin, E., & Jensen, M. H. (2017). The application of aquaponics in greenhouses: A novel concept. *Agricultural Water Management*, 187, 175-186. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2017.03.022>
- FAO. (2020). *The state of world fisheries and aquaculture 2020*. FAO.
- 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>
- Graber, A., & Junge, R. (2009). Aquaponic systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Desalination*, 246(1-3), 147-156. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2008.03.048>
- Hernandez, R. R., Hoffacker, M. K., & Field, C. B. (2019). Efficient use of land to meet sustainable energy needs. *Nature Climate Change*, 9(2), 91-96. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0359-3>

- Herdiana, D. (2018). Sosialisasi kebijakan publik: Pengertian dan konsep dasar. *Jurnal Ilmiah Wawasan Insan Akademik*, 1(3), 13-26.
- Hutabarat, S., Widodo, T., & Herawati, H. (2020). Analisis efisiensi sistem akuaponik dalam meningkatkan produktivitas ikan dan sayuran. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2), 467-476.
- Junge, R., König, B., Villarroel, M., Komives, T., & Jijakli, M. H. (2017). Strategic points in aquaponics. *Water*, 9(3), 182. <https://doi.org/10.3390/w9030182>
- König, B., Junge, R., Bittsanszky, A., Villarroel, M., & Komives, T. (2018). On the sustainability of aquaponics. *Ecocycles*, 4(1), 4-6. <https://doi.org/10.19040/ecocycles.v4i1.91>
- Kuswinta, A. J., & Arimbawa, I. W. A. (2019). Implementasi IoT cerdas berbasis Inference Fuzzy Tsukamoto pada pemantauan kadar pH dan ketinggian air dalam Akuaponik. *Journal of Computer Science and Informatics Engineering (J-Cosine)*, 3(1), 65-74.
- Love, D. C., Fry, J. P., Li, X., Hill, E. S., Genello, L., Semmens, K., & Thompson, R. E. (2015). Commercial aquaponics production and profitability: Findings from an international survey. *Aquaculture*, 435, 67-74. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2014.09.023>
- Miličić, V., Thorarinsdottir, R., Santos, M. D., & Hančić, M. T. (2017). Commercial aquaponics approaching the European market: To consumers' perceptions of aquaponics products in Europe. *Water*, 9(2), 80. <https://doi.org/10.3390/w9020080>
- Palm, H. W., Knaus, U., Appelbaum, S., Goddek, S., Strauch, S. M., Vermeulen, T., & Jijakli, M. H. (2018). Towards commercial aquaponics: A review of systems, designs, scales and nomenclature. *Aquaculture International*, 26, 813-842. <https://doi.org/10.1007/s10499-018-0249-x>
- Prasetya, B., Setiawan, A. B., & Hidayatulail, B. F. (2019). Fuzzy mamdani pada tanaman tomat hidroponik. *JEEE-U*, 3(2), 228-263.
- Rahayu, N., Utami, W. S., & Razabi, M. M. (2018). Rancang bangun sistem kontrol dan pemantauan aquaponic berbasis IoT pada Kelurahan Kutajaya. *Innovative Creative and Information Technology*, 4(2), 192-201.
- Rakocy, J. E., Masser, M. P., & Losordo, T. M. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: Aquaponics—Integrating fish and plant culture. *Southern Regional Aquaculture Center*.
- Saputra, H., Rudianto, R., Setiawan, D., & Nugroho, R. A. (2018). Desa wisata hidroponik sebagai upaya pemberdayaan masyarakat. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 24(1), 587-593.
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2014). *Small-scale aquaponic food production: Integrated fish and plant farming*. FAO.
- Wahyu Dirgantara, W. (2021). Monitoring Akuaponik dengan android untuk meningkatkan minat masyarakat dalam bercocok tanam di kecamatan porong. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 6(1), 133-141.
- Wibowo, R. H., Sipriyadi, S., Sugianto, N., Sembiring, S. R., Hutasoit, M., Serlyani, Y. K., & Hidayah, T. (2020). Aplikasi Akuaponik sayur organik-ikan kele dalam ember (asoileledamber) di Kota Bengkulu. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(3), 656-664.
- Zou, Z., Ruan, R., & Bian, J. (2020). Application of Internet of Things (IoT) in smart aquaponics and sustainable agriculture. *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/IoT.2020.9241832>