



## Implementasi Sistem Akuaponik Ikan-Sayuran untuk Penguatan Ketahanan Pangan Berbasis Pesantren

Endang Sri Utami<sup>1</sup>, M. Hadziq Qulubi<sup>2</sup>, Titin Liana Febriyanti<sup>3</sup>

Program Studi Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan  
Universitas Nahdlatul Ulama Lampung  
e-mail: [sriutammie@gmail.com](mailto:sriutammie@gmail.com)

### Abstrak

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan mengimplementasikan sistem akuaponik ikan-sayuran untuk memperkuat ketahanan pangan berbasis pesantren di Pondok Pesantren Minhajur Rufaço', Lampung Timur. Metode pelaksanaan meliputi pemberdayaan, transfer teknologi, dan penguatan keberlanjutan melalui sosialisasi, pelatihan, perakitan instalasi, pemeliharaan, serta pendampingan dan evaluasi. Sistem akuaponik mengintegrasikan budi daya ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan kangkung (*Ipomoea aquatica*) dengan teknologi resirkulasi air (RAS). Hasil kegiatan menunjukkan bahwa seluruh komponen pesantren berpartisipasi aktif dan mengalami peningkatan pengetahuan serta keterampilan dalam pengelolaan akuaponik. Sistem yang dibangun berfungsi dengan baik, ditunjukkan oleh tingkat kelangsungan hidup ikan mencapai 87% dan pertumbuhan kangkung yang optimal. Kendala operasional ditemukan pada saat kegiatan monitoring yang kemudian diatasi melalui penyesuaian jadwal dan penggunaan lembar kontrol. Program ini membuktikan bahwa akuaponik merupakan teknologi budi daya hemat air dan lahan yang efektif mendukung kemandirian serta ketahanan pangan berkelanjutan di lingkungan pesantren.

**Kata Kunci:** *Akuaponik, Ikan Nila, Kangkung, Ketahanan Pangan, Pesantren.*

### Abstract

This Community Service (PkM) activity aims to implement a fish-vegetable aquaponics system to strengthen pesantren-based food security at the Minhajur Rufaço' Islamic Boarding School in East Lampung. Implementation methods include empowerment, technology transfer, and strengthening sustainability through outreach, training, system installation, maintenance, as well as mentoring and evaluation. The aquaponics system integrates tilapia (*Oreochromis niloticus*) and water spinach (*Ipomoea aquatica*) cultivation with recirculating aquaculture system (RAS) technology. The results of the activity show that all members of the pesantren actively participated and experienced an increase in knowledge and skills in aquaponics management. The constructed system functioned well, as evidenced by a fish survival rate of 87% and optimal water spinach growth. Operational challenges were identified during monitoring activities but were subsequently addressed through schedule adjustments and the use of checklists. This program demonstrates that aquaponics is an effective water- and land-efficient cultivation technology that supports self-reliance and sustainable food security within the pesantren environment.

**Kata Kunci:** *Aquaponic, Food Security, Ipomoea Aquatica, Islamic Boarding School, Tilapia (Oreochromis Niloticus).*

## PENDAHULUAN

Meningkatnya harga bahan bakar fosil dunia sebagai dampak terjadinya krisis politik internasional menyebabkan terjadinya kenaikan harga pangan secara umum. Kondisi ini secara langsung akan memberikan pengaruh terhadap keberlangsungan ketahanan pangan nasional di Indonesia. Meningkatnya harga pangan akan membuat masyarakat menengah ke bawah harus mengalokasikan hasil pendapatannya hanya untuk memenuhi kebutuhan dasar makan, bahkan terkadang harus menurunkan kuantitas dan kualitas asupan nutrisinya. Kenaikan harga pangan biasanya terjadi pada bahan pangan protein, seperti daging, ikan dan telur. Keadaan ini jika berlangsung dalam jangka panjang dapat memicu terjadinya peningkatan angka *stunting* dan penurunan kualitas SDM nasional.

Tingkat ketahanan pangan nasional diartikan sebagai terjaminnya penduduk suatu negara dalam memperoleh pangan dengan jumlah dan variasi yang cukup, berkualitas, dan aman secara berkelanjutan, sehingga tercapai tatanan masyarakat yang baik (Atmoko & Fajarwati, 2022; Partini & Sari, 2022). Lembaga pendidikan termasuk pesantren memiliki peran penting dalam memperkuat ketahanan pangan nasional. Pesantren telah banyak melakukan penyesuaian sistem pendidikannya dalam menghadapi dinamika sosial ekonomi dan memposisikan sebagai pelaku utama dalam kedaulatan pangan nasional (Samsudin, 2019). Potensi pemberdayaan pesantren untuk dapat memenuhi kebutuhan dan kesejahteraan baik bagi santri, pengurus bahkan mungkin masyarakat sekitar dapat dikembangkan melalui kegiatan perikanan dan pertanian. Dalam pelaksanaannya dibutuhkan pengelolaan operasional yang berkelanjutan dan berkesinambungan agar dapat mandiri secara ketahanan pangan dan ekonomi (Irfany, 2022).

Pengembangan kegiatan perikanan-pertanian terpadu di lingkungan pesantren secara umum mengalami keterbatasan pada ketersediaan lahan dan pengelolaan keterampilan santri yang kurang tepat. Strategi yang dapat diterapkan pada kondisi ini adalah inovasi pemanfaatan lahan semaksimal mungkin, yaitu melalui budi daya perikanan yang dipadukan dengan tanaman hidroponik. Budi daya perikanan yang juga biasa dikenal dengan akuakultur merupakan kegiatan produksi perikanan baik di ekosistem sungai, kolam, danau dan laut (Pattipeiluhu, 2024). Sedangkan definisi dari tanaman hidroponik adalah suatu metode budi daya tanaman atau sayuran tanpa menggunakan media tanah, tetapi media air yang mengandung mineral bernutrisi atau unsur hara seperti N dan P (Reftyawati et al., 2024; Utami & Ivan's, 2022). Limbah sisa pakan dan metabolisme ikan dari kegiatan budi daya perikanan akan menghasilkan unsur hara N dan P yang dapat menjadi sumber nutrisi bagi pertumbuhan tanaman hidroponik (Utami & Fitrinawati, 2025; Utami & Ivan's, 2022). Konsep penggabungan kegiatan budi daya perikanan-pertanian biasa dikenal dengan istilah akuaponik. Kegiatan akuaponik merupakan metode budi daya yang relatif

ramah lingkungan karena dapat menghemat media air dengan memanfaatkan tanaman (sayuran) sebagai fitoremediasi dari limbah sisa pakan dan metabolisme ikan (unsur N dan P), sehingga kualitas air kembali baik untuk pertumbuhan ikan (Hamdani et al., 2022; Lennard & Goddek, 2019; Utami & Ivan's, 2022).

Kondisi pesantren yang memiliki keterbatasan lahan baik untuk kegiatan budi daya perikanan ataupun tanaman (sayuran) sangat sesuai dengan sistem akuaponik yang memiliki keunggulan dalam efisiensi dalam pemanfaatan media air dan lahan secara bersamaan. Produksi perikanan budi daya dan sayuran sebagai hasil metode integrasi menjadi sumber pangan mandiri yang memiliki prospek yang potensial sebagai pemenuhan kebutuhan pangan (protein, vitamin, dan serat) internal pesantren secara berkelanjutan dan bahkan dapat menjadi kesempatan berkembangnya kemandirian ekonomi melalui peluang komersial. Selain itu, berkembangnya kegiatan ini dapat menjadi pusat edukasi bagi santri dalam bidang *edupreneurship* sebelum secara penuh terjun di tengah masyarakat kelak. Hal inilah yang melatarbelakangi diadakannya kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di lingkungan pesantren tepatnya di Pesantren Minhajur Rufaço' dengan judul "Implementasi Sistem Akuaponik Ikan-Sayuran untuk Penguatan Ketahanan Pangan Berbasis Pesantren". Akhir dari kegiatan ini diharapkan dapat meningkatkan ketahanan pangan ikan dan sayuran bergizi di lingkungan pesantren secara berkelanjutan serta menambah *skill* para santri dalam merancang dan mengelola kegiatan budi daya ikan dan pertanian sayuran secara terintegrasi.

## METODE

Pelaksanaan kegiatan sistem akuaponik (ikan-sayuran) di lingkungan Pesantren Minhajur Rufaço' meliputi tiga aspek, yaitu pemberdayaan, transfer teknologi/pengetahuan, dan keberlanjutan. Pemberdayaan dalam kegiatan ini dilakukan dengan melibatkan secara aktif para santri dalam pemetaan masalah, tujuan, perancangan dan pelaksanaan unit akuaponik melalui diskusi kelompok terarah. Tahapan ini disusun agar terbangun rasa memiliki, kemandirian, dan peningkatan kapasitas santri dalam mengambil keputusan dalam menghadapi kemungkinan adanya masalah terkait pelaksanaan teknis dan manajerial kegiatan akuaponik secara berkelanjutan. Aspek kedua adalah transfer pengetahuan atau teknologi kegiatan akuaponik yang mencakup pelatihan terstruktur terkait desain, perakitan komponen akuaponik, pemeliharaan dan panen. Tahapan ini dilengkapi dengan modul praktik dan pendampingan intensif hingga tercipta kepercayaan diri komunitas (santri-pesantren).

Keberlanjutan kegiatan ini menjadi aspek terakhir dari kegiatan PkM, yaitu dengan dibentuknya kelembagaan pengelola (tim akuaponik pesantren). Tim ini dilengkapi dengan struktur tugas, SOP, dan skema pemanfaatan hasil baik untuk konsumsi internal pesantren atau komersil melalui perencanaan usaha sederhana. Selain itu, tahapan ini juga disusun perencanaan evaluasi-monitoring secara berkala, dan kemitraan jangka panjang sehingga dapat menjadi referensi program

pemberdayaan dan teknologi yang tidak hanya berhenti pada fase proyek tetapi dapat berkelanjutan dan berpotensi untuk direplikasi.

Secara teknis, kegiatan ini berlangsung melalui tahap persiapan dan pelaksanaan program. Persiapan kegiatan dilakukan dengan identifikasi situasi dan kebutuhan mitra serta pelaksanaan teknis dan logistik. Analisis situasi diawali dengan survei lokasi yang mencakup informasi status kondisi lahan, ketersediaan air, tingkat pemahaman santri, dan dukungan pimpinan pesantren. Kemudian dilakukan penyusunan Rancangan Anggaran Belanja (RAB) yang meliputi alat dan bahan (material) akuaponik, benih dan ikan, benih sayuran, dan alat ukur kualitas air.

Tahap pelaksanaan kegiatan PkM meliputi pemberdayaan dan transfer teknologi, implementasi sistem akuaponik dan keberlanjutan, serta monitoring dan evaluasi. Pimpinan pesantren, pendidik, dan santri diberikan penjelasan terkait sosialisasi program, berupa pemaparan tujuan, manfaat, dan peran masing-masing komponen pesantren. Kemudian penjelasan dilanjutkan dengan pemahaman terkait konsep akuaponik yang terdiri dari budi daya ikan dan sayuran dalam satu rangkaian yang terintegrasi, baik komponen manajemen kualitas air, pakan, dan teknis pemeliharaan (ikan-sayuran). Pemaparan pengetahuan ini dikuatkan dengan penjelasan pentingnya ketahanan pangan di lingkungan pesantren serta kemandirian secara ekonomi. Penyampaian dilakukan secara interaktif baik saat pelatihan ataupun pendampingan intensif. Pada tahap ini seluruh komponen pesantren terlibat aktif sesuai peranan masing-masing dari pengawasan hingga pelaksanaan perakitan instalasi akuaponik dan pemeliharaan ikan-sayuran.

Selama masa pemeliharaan ikan-sayuran dilakukan pemantauan kualitas air oleh santri yang bertugas (sesuai jadwal yang telah tersusun) meliputi pH, suhu, dan pergantian air parsial jika dirasa diperlukan. Surplus hasil panen ikan-sayuran dari kebutuhan dapur pesantren diintegrasikan dengan uji coba pemasaran secara sederhana ke masyarakat sekitar pesantren. Hal ini dilakukan untuk melatih santri dan pesantren menambah kapasitas keterampilan dalam berwirausaha. Dalam tahapan ini dibentuk kelompok usaha santri dibawah kelembagaan pesantren yang dilengkapi buku saku pengelolaan akuaponik sebagai panduan keberlanjutan.

Tahap akhir dari kegiatan PkM adalah monitoring dan evaluasi program akaponik oleh tim dosen yang dibantu mahasiswa. Monitoring dilakukan dengan kunjungan rutin untuk memeriksa kondisi instalasi akuaponik, kesehatan ikan dan sayuran yang kemudian dilanjutkan dengan evaluasi program. Evaluasi yang dilakukan mencakup dua kegiatan, yaitu evaluasi kuantitatif dan evaluasi kualitatif. Evaluasi kuantitatif terdiri dari jumlah hasil panen ikan-sayuran per siklus pemeliharaan, peningkatan kontribusi akuaponik akan kebutuhan pangan internal pesantren dan potensi pendapatan dari hasil penjualan surplus panen, serta bertambahnya kapasitas santri-pesantren (*knowledge* dan *skills*). Sedangkan evaluasi kualitatif merupakan rangkaian diskusi/wawancara dengan seluruh

komponen pesantren terkait manfaat dan hambatan selama proses kegiatan berlangsung. Perencanaan tindak lanjut dari program akuaponik menjadi tahapan akhir kegiatan, sehingga diharapkan dapat dilakukan perluasan unit dan replikasi di lembaga pesantren lain.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Pesantren Minhajur Rufaquo' terdiri dari satu pimpinan, lima guru/ustadz, dua pendamping santri/santriwati, dua pekerja dapur, dan 21 santri/santriwati. Lokasi pesantren berada tidak jauh dari lingkungan Perguruan Tinggi Universitas Nahdlatul Ulama Lampung, tepatnya terletak di Desa Taman Fajar Kecamatan Purbolinggo Kabupaten Lampung Timur. Tahap awal kegiatan berupa sosialisasi program dilaksanakan dengan lancar dan diikuti oleh seluruh komponen pesantren. Hasil *pre-test* menunjukkan bahwa sebagian besar komponen pesantren belum cukup mengenal dengan adanya teknologi akuaponik yang mengintegrasikan budi daya ikan dan sayuran dalam satu rangkaian pemeliharaan.



Gambar 1. Kegiatan sosialisasi program

Pemaparan kegiatan dilakukan dengan menguraikan konsep ketahanan pangan berbasis pesantren yang mencakup terkait pengenalan sistem akuaponik, teknis alur pelaksanaan kegiatan, dan komitmen serta keterlibatan seluruh komponen pesantren. Seluruh peserta mengikuti tahapan awal hingga akhir kegiatan dengan sangat antusias, yang dapat terlihat dari konsistensi kehadiran dan keaktifan partisipasi baik dari santri, pengurus dan guru atau asatidz. Peserta tampak sangat tertarik dengan disampaikannya materi terkait dengan implementasi kegiatan integrasi budi daya ikan dan tanaman sayuran dalam sistem akuaponik. Kegiatan ini menjadi pemahaman baru bagi pesantren akan penting dan mudahnya aplikasi kegiatan yang dapat menunjang kemandirian pangan dan potensi peningkatan ekonomi. Partisipasi aktif secara langsung dari santri baik saat dalam perakitan instalansi hingga tahap pemeliharaan ikan dan sayuran menjadi pemicu semangat kebersamaan dan rasa kepemilikan terhadap keseluruhan program yang sedang dikembangkan. Seluruh komponen pesantren menyampaikan apresiasi terkait kemudahan operasional, efisiensi air, dan potensi hasil panen yang dapat memenuhi kebutuhan pangan sehari-hari.



Gambar 2. Pelatihan perakitan instalasi media akuaponik

Implementasi kegiatan akuaponik meliputi komponen utama yang terdiri dari kolam sebagai media utama budi daya ikan, pompa air, pakan ikan, pipa instalasi budi daya sayuran, bibit ikan-sayuran, dan netpot. Jenis ikan yang menjadi objek utama budi daya adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan sayuran kangkung (*Ipomoea aquatica*). Beberapa kegiatan dan kajian terkait akuaponik dengan jenis ikan dan sayuran yang sama juga telah dilakukan diantaranya adalah kajian yang dilakukan oleh Andiewati et al. (2023) dan Wijayanti et al. (2019). Ikan nila dipilih sebagai spesies budi daya karena merupakan jenis ikan air tawar yang memiliki toleransi terhadap fluktuasi kualitas air yang cukup baik, pertumbuhan yang cepat, dan ketahanan fisiologis yang tinggi (Bergstedt et al., 2021; El-Hack et al., 2022).



Gambar 3. Kolam akuaponik

Kolam ikan yang menjadi wadah sumber media untuk kegiatan akuaponik memiliki ukuran 400x150x60 cm. Bibit ikan yang digunakan adalah ikan nila yang memiliki ukuran panjang sekitar 5-7 cm (Hasan et al., 2021; Rahman et al., 2023). Sedangkan untuk bibit kangkung yang menjadi bibit sayuran adalah tanaman kangkung yang disemai dari benih berusia 10 hari dengan jumlah daun sejati berkisar 2-4 helai (Putra et al., 2023; Rahmadhani et al., 2020). Kualitas air dikelola dengan menggunakan sistem sirkulasi atau biasa dikenal dengan nama *Recirculation Aquaculture System* (RAS). Teknik ini menggunakan pompa air untuk mengalirkan media air yang berasal dari kolam budi daya ikan ke pipa instalasi tanaman sayuran kangkung. Air yang dipompa ini mengandung nutrisi N dan P yang tinggi dan merupakan unsur yang sangat diperlukan bagi pertumbuhan sayuran kangkung. Senyawa toksik hasil turunan unsur N yang berasal dari sisa pakan dan metabolisme ikan (urin dan feses) berupa amonia dan nitrit dengan ketersediaan oksigen yang cukup akan dimanfaatkan oleh sayuran kangkung, sehingga media air akan kembali ke kolam budi daya ikan dengan kualitas air

yang baik bagi pertumbuhan ikan (Utami, 2024; Utami & Ivan's, 2022; Utami & Ningrum, 2022).

Kepadatan ikan nila pada tiap kolam budi daya adalah 167 ekor/m<sup>3</sup> atau 50 ekor pada tiap kolam. Jumlah ini didasarkan pada hasil kajian yang dilakukan oleh Rayhan et al. (2018) yang menjelaskan bahwa dengan kepadatan ikan tersebut akan memberikan hasil panen ikan dan biomassa sayuran paling banyak. Beberapa santri yang sudah ditentukan berdasarkan kelompok kerja bertanggungjawab atas pembelian benih ikan nila dan proses aklimatisasi dalam beberapa hari sebelum ikan dimasukkan ke kolam pembesaran. Proses aklimatisasi pada ikan merupakan upaya memberikan kesempatan ikan untuk menyesuaikan diri terhadap lingkungan baru (kolam pembesaran) agar menurunkan tingkat stress dan meningkatkan laju sintasan atau *Survival Rate* (SR) (Mandasari et al., 2023; Zuib et al., 2024). Sebelum dimasukkan ke kolam pembesaran, ikan nila diukur bobot tubuhnya untuk dapat ditentukan jumlah pakan yang dibutuhkan selama pemeliharaan. Proses kegiatan kemudian dilanjutkan dengan pemberian pakan, yaitu pada pagi (08.00 WIB) dan sore hari (17.00 WIB). Pemberian pakan dilakukan dengan pakan pelet yang memiliki kandungan protein 30% sebanyak 3% dari bobot ikan.

Tingkat keberhasilan sistem akuaponik selain ditentukan oleh kualitas air sebagai bagian dari media tumbuh juga sangat dipengaruhi saat pemilihan dan pemindahan bibit sayuran ke instalasi akuaponik (Pickens et al., 2018). Pada tahap ini, para santri yang bertugas harus memastikan akar tanaman sayuran bersih dari partikel tanah, akar sudah tumbuh cukup panjang dan menyentuh media air yang melewatinya, serta proses pemindahan harus berhati-hati agar tidak ada akar halus yang rusak. Pemberian pakan ikan pada media air kolam akan memberikan dukungan nutrisi secara tidak langsung bagi pertumbuhan tanaman kangkung melalui penyerapan oleh akar. Agar proses penyerapan nutrisi oleh akar tanaman optimal, maka laju pergerakan air diatur sedemikian hingga mencapai sekitar 3m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hari (Yang & Kim, 2020).

Sistem akuaponik yang sudah terpasang ikan-sayuran dan sistem pengairan dengan baik, maka tahap selanjutnya berupa pemeliharaan tetap harus mendapatkan pendampingan secara terjadwal. Pendampingan mingguan dilakukan oleh mahasiswa yang terlibat dengan pengawasan secara tidak langsung oleh dosen. Tahapan ini ditujukan untuk memastikan proses adopsi teknologi berlangsung dengan benar, yaitu diantaranya adalah monitoring mahasiswa dan santri terkait fluktuasi kualitas air (DO dan pH), pemberian pakan, dan pengoperasian sistem sirkulasi air. Pendampingan pada kegiatan ini merupakan bagian yang krusial bagi santri agar terlatih keterampilan sensitivitas terhadap gejala klinis ikan nila seperti tingkat stress (Azhari & Tomaso, 2018) dan ciri defisiensi nutrisi pada tanaman kangkung (Widhiantari et al., 2026).

Secara umum pelaksanaan kegiatan implementasi sistem akuaponik di PP Minhajur Rufa'qo' berjalan lancar dan baik. Kendala yang dihadapi relatif kecil, yaitu terkait dengan jadwal monitoring harian oleh santri yang bertugas yang

dikarenakan waktu aktivitas santri yang padat. Hal ini menyebabkan bergesernya waktu pemberian pakan ikan sehingga tidak konsisten pada waktu yang telah ditetapkan. Selain itu, pengamatan kualitas air juga beberapa kali terlewatkan karena waktu kegiatan santri di pesantren yang tidak bisa ditinggalkan. Tim pendamping (dosen-mahasiswa) bersama pengurus pesantren dan santri melakukan diskusi untuk melakukan penentuan jadwal ulang yang telah disesuaikan dengan aktivitas rutin santri di pondok pesantren. Pelaksanaan kegiatan ini kemudian dilengkapi dengan lembar kontrol yang terpasang dekat instalasi akuaponik agar proses pengawasan dapat dilakukan dengan lebih mudah.

Kemandirian santri mengalami peningkatan dengan cukup baik setelah dilakukan intervensi terkait penjadwalan ulang selama proses pemeliharaan ikan dan sayuran. Evaluasi kemandirian santri terlihat dari peningkatan pemahaman secara aspek kognitif dan keterampilan praktik (psikomotoris). Secara kuantitatif implementasi akuaponik berlangsung efektif dan berhasil sesuai target capaian, yang terukur dari performa pertumbuhan ikan dengan laju kelangsungan hidup tinggi (SR=87%) dan produksi biomassa sayuran kangkung yang tumbuh optimal. Berdasarkan aspek sosial dan edukasi menggambarkan bahwa program ini sukses mentransfer IPTEKS kepada komunitas pesantren yang sebelumnya awam terhadap budi daya akuaponik dengan sistem resirkulasi. Berfungsinya sistem akuaponik ini secara konkret membuktikan bahwa model budi daya intensif yang hemat air dan lahan dapat diterapkan secara efektif di lingkungan lembaga pendidikan pesantren.

## **SIMPULAN**

Implementasi sistem akuaponik di Pondok Pesantren Minhajur Rifaqo' menunjukkan bahwa lingkungan pendidikan pesantren mampu mengadopsi teknologi budi daya terpadu ikan nila dan kangkung meskipun pada awalnya komponen pesantren belum familiar dengan konsep tersebut. Melalui sosialisasi dan pelatihan yang sistematis, seluruh unsur pesantren terlibat aktif mulai dari perakitan instalasi, pemilihan benih, pengelolaan kualitas air dengan sistem RAS, hingga pemeliharaan harian ikan dan sayuran. Partisipasi ini menumbuhkan antusiasme, rasa memiliki, serta pemahaman baru mengenai pentingnya akuaponik sebagai upaya mewujudkan ketahanan dan kemandirian pangan berbasis pesantren.

Secara teknis dan edukatif, program berjalan efektif dengan kendala yang relatif kecil dan dapat diatasi melalui penjadwalan ulang tugas serta penggunaan lembar kontrol monitoring. Hasilnya, kemandirian santri meningkat dari sisi kognitif dan psikomotoris, tercermin dari kemampuan mereka mengelola budi daya dengan baik hingga menghasilkan tingkat kelangsungan hidup ikan nila yang tinggi (SR=87%) dan biomassa kangkung yang optimal. Secara keseluruhan, berfungsinya sistem akuaponik ini membuktikan bahwa model budi daya intensif yang efisien air dan lahan dapat diimplementasikan secara nyata dan berkelanjutan di lingkungan lembaga pendidikan pesantren.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andiewati, S., Oliveira, M. S., & Soares, D. C. D. C. (2023). Budi daya Tanaman Kangkung Dan Ikan Nila Dengan Sistem Akuaponik Deep Flew Technique Sebagai Ketahanan Pangan Di Wilayah Perbatasan Republik Indonesia- Republik Demokratik Timor Leste. *Jurnal Abdi Insani*, 10(1), 401–410. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v10i1.907>
- Atmoko, D., & Fajarwati, R. A. (2022). Peran Stabilitas Ketahanan Pangan sebagai Salah Satu Bentuk Tolak Ukur Keamanan di Masyarakat Pada Masa Pandemi Covid -19. *Jurnal Keamanan Nasional V*, 8(1), 168–190. <https://doi.org/10.31599/24ta7a90>
- Azhari, D., & Tomaso, A. M. (2018). Kajian Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudi dayakan dengan Sistem Akuaponik. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 3(2), 84–90. <https://doi.org/10.24198/jaki.v3i2.23392>
- Bergstedt, J. H., Pfalzgraff, T., & Skov, P. V. (2021). Hypoxia tolerance and metabolic coping strategies in *Oreochromis niloticus*. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*, 257(110956), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2021.110956>
- El-Hack, M. E. A., El-Saadony, M. T., Nader, M. M., Salem, H. M., El-Tahan, A. M., Soliman, S. M., & Khafaga, A. F. (2022). Effect of environmental factors on growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Biometeorology*, 66(11), 2183–2194. <https://doi.org/10.1007/s00484-022-02347-6>
- Hamdani, H., Suryadi, I. B. B., Zahidah, Z., Andriani, Y., Dewanti, L. P., & Sugandhy, R. (2022). Manajemen Kualitas Air Dalam Budi daya Akuaponik Sistem Pasang Surut. *Jurnal Berdaya*, 2(1), 1–7. <https://doi.org/10.24198/job.v2i1.35554>
- Hasan, U., Siswoyo, B. H., Manullang, H. M., & Irwanmay. (2021). Pengaruh Penambahan Minyak Ikan Pada Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Dan Kelulusan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *J.Aquac.Indones*, 1(1), 38–46. <https://doi.org/10.46576/jai.v1i1.1490>
- Irfany, M. I. (2022). Kemandirian Ekonomi Pesantren Berbasis Pertanian. *Policy Brief Pertanian Kelautan Dan Biosains Tropika*, 4(3), 283–289. <https://doi.org/10.29244/agro-maritim.0403.283-289>
- Lennard, W., & Goddek, S. (2019). Aquaponis: The Basics. In *Aquaponics Food Production Systems* (pp. 113–143).
- Mandasari, R., Fadillah, M., Lestari, Y., Sari, S., & Zahari, C. (2023). Pengolahan Usaha Perikanan pada Produksi Benih Ikan Nila di Nagori Purwosari. *Jurnal Pengabdian Masyarakat (ABDIRA)*, 3(1), 24 2–246. <https://doi.org/10.31004/abdira.v3i1.281>
- Partini, & Sari, I. (2022). Kebijakan Pengembangan Ketahanan Pangan Lokal. *Jurnal Agribisnis Unisi*, 11(1), 78–83. <https://doi.org/10.32520/agribisnis.v11i1.1988>
- Pattipeiluhu, S. (2024). Seminar Teknik Budi daya Perairan Bagi Pengembangan Usaha Produktif Di Papua Nugini. *Jurnal Abdi Insani*, 11(1), 2828–4321.
- Pickens, J., Wells, D., & Danaher, J. (2018). Vegetable Transplants in Aquaponic

Systems. *Southern Regional Aquaculture Center*, 5011, 1–8.

- Putra, I., Samudra, A. B., Hamdany, A. J., Rahmayani, D. P., Syahrin, M. A., Fadilah, N., Pratama, R. A., Khanifah, S., Monica, T., & Fadhilah, T. (2023). Budi daya Kangkung dan Ikan Lele Dengan Sistem Akuaponik. *Dirkantara Indonesia*, 1(2), 71–76. <https://doi.org/10.55837/di.v1i2.50>
- Rahmadhani, L. E., Widuri, L. I., & Dewanti, P. (2020). Kualitas Mutu Sayur Kasepak (Kangkung, Selada, dan Pakcoy) dengan Sistem Budi daya Akuaponik dan Hidroponik. *Jurnal Agroteknologi*, 14(1), 33–43. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v14i01.15481>
- Rahman, F., Agustini, M., & Sumaryam. (2023). Pengaruh Perbedaan Nutrisi Pakan Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) Ukuran 7cm dalam Bak Pemeliharaan. *Jurnal Bionatural*, 10(2), 110–115. <https://doi.org/10.61290/bio.v10i2.719>
- Rayhan, M. Z., Rahman, M. A., Hossain, M. A., Akter, T., & Akter, T. (2018). Effect of stocking density on growth performance of monosex tilapia (*Oreochromis niloticus*) with Indian spinach (*Basella alba*) in a recirculating aquaponic system. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*, 3(2), 343–349. <https://doi.org/10.22161/ijeab/3.2.5>
- Reftyawati, D., Rahman, M. A., & Alisha, A. D. (2024). Hidroponik Sebagai Alternatif Tanaman Unggulan Dalam Meningkatkan Produktivitas Pertanian. *Jurnal Pengabdian Sosial*, 1(4), 3031–0059. <https://doi.org/10.59837/91m9b349>
- Samsudin. (2019). Tantangan Lembaga Pendidikan Pesantren Di Era Disrupsi. *Conference on Islamic Studies (CoIS)*, 221–230. <https://doi.org/10.30659/COIS.V0I0.8063>
- Utami, E. S. (2024). Sumber Daya Ikan Hias. In Disnawati & A. S. Anjasmara (Eds.), *Sumber Daya Hayati Perairan* (1st ed., p. 293). PT. Kamiya Jaya Aquatic.
- Utami, E. S., & Fitrinawati, H. (2025). Status Kesuburan Berdasarkan Fitoplankton Di Perairan Danau Waren, Tual. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 13(1), 13–28.
- Utami, E. S., & Ivan's, E. (2022). Analisis unsur hara N dan P serta tingkat kemiripan antar Lokasi KJA dan Non KJA di Perairan Waduk Cirata, Jawa Barat. *Open Science and Technology*, 2(1), 33–40.
- Utami, E. S., & Ningrum, C. P. (2022). Karakteristik distribusi COD terkait aktivitas KJA di perairan Waduk Cirata, Jawa Barat. *Buletin Jalanidhitah Sarwa Jivitam*, 4(2), 121–128. <https://doi.org/10.15578/bjsj.v4i2.11510>
- Widhiantari, I. A., Wangiyana, W., Jannah, H., Ayu, H., Siska, C., & Sudarli. (2026). Pertanian Terpadu: Prospek, Tantangan, dan Inovasi dalam Budi daya Terpadu Ikan dan Tanaman dalam Sistem Akuaponik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.29303/3n6z8965>
- Wijayanti, M., Khotimah, H., Sasanti, A. D., Dwinanti, S. heza, & Rarassari, M. A. (2019). Pemeliharaan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Dengan Sistem Akuaponik Di Desa Karang Endah, Gelumbang, Kabupaten Muara Enim Sumatera Selatan. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 8(3), 139–148. <https://doi.org/10.20473/jafh.v8i3.14901>
- Yang, T., & Kim, H.-J. (2020). Effects of Hydraulic Loading Rate on Spatial and

Temporal Water Quality Characteristics and Crop Growth and Yield in Aquaponic Systems. *Horticulturae*, 6(9), 1–23. <https://doi.org/10.3390/horticulturae6010009>

Zuib, M., Rejeki, S., & Harwanto, D. (2024). Adaptasi Salinitas Mampu Meningkatkan Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Nila Sultana (*Oreochromis niloticus*): (Kelas: Osteichthyes; Famili: Cichlidae). *Jurnal Kelautan Tropis*, 27(2), 209–216. <https://doi.org/10.14710/jkt.v27i2.22546>