

NASKAH ORISINAL

Pemanfaatan Teknologi *Aquaponic* pada Pondok Pesantren sebagai Upaya Pemberdayaan untuk Kemandirian Pondok Pesantren di Turirejo, Lawang, Kab. Malang, Jawa Timur

Ahmad Zaini^{1,*} | Muhtadin¹ | Eko Pramunanto¹ | Hanny Boedinoegroho¹ | Rachmad Setiawan² | Arief Kurniawan¹ | Eko Mulyanto Yuniarno¹

¹Departemen Teknik Komputer, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

²Departemen Teknik Biomedik, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Korespondensi

*Ahmad Zaini, Departemen Teknik Komputer, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: zaini@its.ac.id

Alamat

Laboratorium Robotika dan Komputasi Cerdas, Departemen Teknik Komputer, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Abstrak

Pondok pesantren merupakan lembaga pendidikan nirlaba yang umumnya berbiaya rendah atau bahkan gratis. Operasionalnya bergantung pada donasi masyarakat dan unit usaha yang dimiliki. Namun, kemampuan setiap pesantren berbeda-beda; hanya pesantren besar dengan sejarah panjang yang mampu mandiri dalam memenuhi kebutuhan operasionalnya. Sebaliknya, banyak pesantren kecil menghadapi tantangan finansial untuk tetap menjaga kualitas layanan, karena donasi yang diterima sering kali tidak mencukupi. Dalam program pengabdian masyarakat ini, dilakukan pelatihan pemanfaatan teknologi *aquaponic* di pesantren sebagai solusi inovatif. Teknologi ini dipilih karena tidak memerlukan lahan yang luas serta mudah dikelola, sehingga cocok untuk memenuhi kebutuhan konsumsi sehari-hari santri, seperti sayuran dan ikan air tawar. Selain itu, kelebihan hasil produksi dapat dijual untuk menambah pendapatan pesantren. Pelatihan ini memberikan dampak positif, terutama dalam meningkatkan keterampilan santri mengelola *aquaponic*, yang dapat menjadi bekal wirausaha di masa depan. Lebih jauh, hasil panen dari dua kali produksi memberikan kontribusi nyata bagi operasional pesantren, dengan total pendapatan sebesar Rp11.400.000 dalam bentuk *in kind* dan *in cash*. Program ini menunjukkan potensi kemandirian finansial bagi pesantren secara berkelanjutan.

Kata Kunci:

Aquaponic, Budi Daya Ikan air tawar, Kemandirian Konsumsi Pangan, Pesantren, Santri

1.1 | Latar Belakang

Pondok pesantren sebagai lembaga pendidikan tertua di Indonesia memiliki peran yang sangat penting dalam mendidik generasi muda. Dalam memperbaiki sistem pendidikan tidak hanya memperbaiki guru pengajar serta fasilitas dalam pendidikan, tetapi juga harus adanya perbaikan manajemen dalam dunia pendidikan tersebut. Dalam pendidikan Islam sangat mungkin terjadi adanya kebingungan untuk melestarikan tradisi salaf dan juga untuk memodernisasikan sesuai dengan tuntutan perubahan zaman. Lembaga pendidikan Islam dipacu untuk merancang metode serta model pendidikan yang dirasa sesuai dengan pendidikan di era modern. Para kiai di Indonesia telah banyak melakukan upaya untuk mengatasi ketertinggalan pendidikan yang ada di dunia pesantren^[1]. Model pengelolaan pesantren yang mandiri ini didasarkan pada keinginan pengasuh pondok untuk memberikan manfaat bagi masyarakat sekitarnya. Pengelolaan pesantren biasanya bersifat nirlaba dan cenderung gratis, sehingga pesantren sering kali mengandalkan donasi dari para donatur tetap atau zakat maal dari masyarakat untuk menutupi biaya operasional. Namun, seiring bertambahnya jumlah santri, biaya operasional pesantren juga semakin meningkat, khususnya dalam hal pemenuhan kebutuhan makanan para santri. Hal ini menimbulkan tantangan bagi keberlanjutan pendanaan operasional pesantren.

Salah satu pengeluaran terbesar pesantren adalah pemenuhan kebutuhan pangan, terutama sayuran dan lauk untuk memenuhi gizi para santri. Untuk mengatasi masalah ini, pesantren perlu memberdayakan diri agar dapat memenuhi kebutuhan konsumsi santri secara mandiri dan berkelanjutan. Salah satu langkah yang dapat diambil adalah dengan mengembangkan usaha di bidang pertanian dan peternakan. Namun, keterbatasan lahan sering kali menjadi kendala dalam memenuhi kebutuhan pangan yang besar. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi yang dapat mendukung produksi pertanian dan peternakan tanpa memerlukan lahan yang luas.

Sistem *aquaponic* merupakan solusi inovatif yang mampu mengintegrasikan budidaya ikan dan tanaman dalam satu sistem yang efisien. Salah satu jenis sistem *aquaponic* yang banyak digunakan adalah *Nutrient Film Technique* (NFT). Sistem ini memungkinkan penggunaan lahan yang lebih efisien dengan memanfaatkan air secara optimal^[2], sehingga cocok digunakan di lingkungan dengan keterbatasan lahan dan sumber daya, termasuk di pesantren. Dengan penerapan teknologi seperti *aquaponic*, pesantren dapat menjadi lebih mandiri dalam memenuhi kebutuhan pangan santri secara berkelanjutan.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Kegiatan ini mencakup penyediaan fasilitas *aquaponic* serta pelatihan dalam budidaya dan pengelolaan hasil produksi. Teknologi yang diterapkan terdiri dari sistem hidroponik dengan metode NFT, yang memungkinkan tanaman tumbuh dengan aliran nutrisi terus menerus, dikombinasikan dengan budidaya ikan menggunakan kolam portabel. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan air dalam budidaya pertanian serta perikanan, sehingga pondok pesantren dapat memenuhi kebutuhan pangan secara mandiri dan berkelanjutan, dengan hasil panen yang optimal.

1.3 | Target Luaran

Ketercapaian luaran dari kegiatan ini diantaranya adalah:

1. Dibangun sarana budidaya sayuran dan ikan dengan sistem *aquaponic* di pondok pesantren dan memberikan pelatihan pengelolaannya.
2. Membantu pemasaran hasil produksi *aquaponic*.
3. Publikasi pada media terakreditasi.

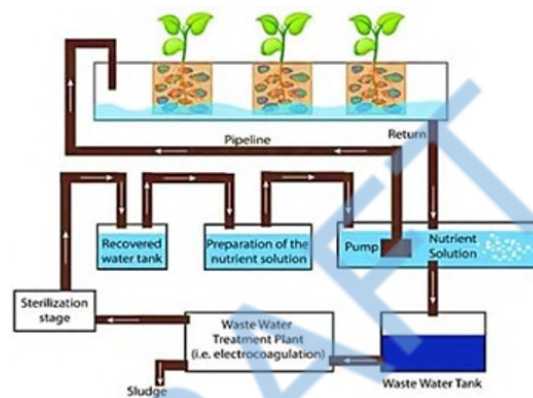
2 | TINJAUAN PUSTAKA

Teknologi sumber daya pangan untuk lahan terbatas menjadi sangat penting di tengah tantangan seperti pertumbuhan populasi yang cepat dan keterbatasan lahan pertanian. Beberapa teknologi dan metode ini dirancang untuk meningkatkan produktivitas pangan di area dengan keterbatasan ruang. Berikut adalah beberapa contoh.

2.1 | Hidroponik

Pertanian hidroponik adalah teknik pertanian yang menumbuhkan tanaman tanpa tanah, menggunakan air yang kaya akan nutrisi. Sistem ini memungkinkan kontrol optimal terhadap faktor lingkungan seperti pH, cahaya, dan suhu, yang mempercepat pertumbuhan tanaman. Hidroponik telah terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 90% dibandingkan pertanian konvensional, karena air yang digunakan dapat didaur ulang dalam sistem tertutup^[3].

Meskipun hidroponik menawarkan banyak manfaat, seperti penggunaan lahan yang lebih efisien dan pengurangan penggunaan pestisida, ada juga beberapa tantangan. Di antaranya adalah biaya awal yang tinggi untuk instalasi sistem dan kebutuhan akan pengetahuan teknis dalam pengelolaan. Namun, dengan perkembangan teknologi dan otomatisasi, banyak dari tantangan ini dapat diatasi sehingga menjadikan hidroponik sebagai salah satu solusi potensial untuk ketahanan pangan di masa depan^[4]. Teknologi bercocok tanam ini tanpa menggunakan media tanah namun menggunakan air dan larutan nutrisi yang dibutuhkan tanaman sebagai media tumbuh. Selain air dan larutan nutrisi, hidroponik juga menggunakan media tanam lain seperti *rockwool*, arang sekam, zeolit, dan berbagai media yang ringan dan steril lainnya sebagaimana pada Gambar (1).



Gambar 1 Implementasi sistem pengolahan air daur ulang pada sistem hidroponik^[5].

2.2 | Aeroponik

Aeroponik adalah metode pertanian dengan akar yang menggantung di udara dan disemprot dengan larutan kaya nutrisi. Sistem ini memungkinkan kontrol penuh terhadap nutrisi dan oksigen yang diberikan pada akar tanaman, yang dapat mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi. Karena tanaman tidak memerlukan media tanah atau air dalam jumlah besar, aeroponik sangat cocok digunakan di daerah dengan keterbatasan lahan atau air. Selain itu, aeroponik dapat menghasilkan tanaman dengan kualitas tinggi secara berkelanjutan sepanjang tahun, yang menjadikannya salah satu solusi untuk ketahanan pangan global di masa depan^[5]. Dalam sistem aeroponik, akar tanaman menggantung di udara, dan nutrisi disemprotkan dengan bantuan teknologi canggih seperti *sprayer* atau *nozzle* sebagaimana pada Gambar (2). Teknik ini memungkinkan tanaman mendapatkan oksigen yang cukup dan nutrisi yang optimal untuk pertumbuhan tanaman.



Gambar 2 Sistem tanam aeroponic untuk tanaman umbi-umbian^[6].

Namun, aeroponik juga memiliki tantangan, seperti biaya awal yang tinggi untuk peralatan dan ketergantungan pada teknologi canggih untuk menjaga kondisi optimal tanaman. Sistem ini juga memerlukan pemantauan konstan terhadap nutrisi dan kondisi lingkungan, seperti kelembapan dan oksigenasi. Meskipun demikian, dengan teknologi sensor dan otomatisasi yang semakin maju, aeroponik diharapkan dapat menjadi solusi jangka panjang bagi pertanian modern, terutama di daerah perkotaan yang padat dan terbatas sumber daya^[7].

2.3 | Aquaponic

Aquaponic adalah sistem pertanian terpadu yang menggabungkan akuakultur (pemeliharaan ikan) dan hidroponik (budidaya tanaman tanpa tanah) dalam sebuah ekosistem tertutup. Limbah yang dihasilkan oleh ikan kaya nutrisi yang digunakan untuk menyuburkan tanaman, sementara tanaman berfungsi untuk menyaring air sebelum dikembalikan ke tangki ikan. *Aquaponic* telah dikenal sebagai solusi ramah lingkungan yang efektif dalam menghasilkan makanan di daerah yang terbatas air atau lahan, serta di lingkungan perkotaan^[8].

Meskipun memiliki keunggulan dalam efisiensi sumber daya dan kemampuan berproduksi sepanjang tahun, *aquaponic* juga memiliki tantangan. Tantangan utama adalah biaya awal yang tinggi untuk membangun sistem dan kebutuhan akan pemantauan yang cermat terhadap kualitas air dan keseimbangan nutrisi. Selain itu, keberhasilan sistem ini sangat bergantung pada keseimbangan antara produksi ikan dan tanaman. Teknologi seperti kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan *Internet of Things* (IoT) kini banyak digunakan untuk mengotomatisasi proses dan meningkatkan efisiensi, namun penerapan di skala besar masih memerlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan keberlanjutannya^[6].

Prinsipnya yakni *aquaponic* memanfaatkan limbah organik dari ikan sebagai sumber nutrisi untuk tanaman. Bakteri mengubah limbah ini menjadi nitrat, yang kemudian digunakan oleh tanaman sebagaimana pada Gambar (3).



Gambar 3 Metode *aquaponic* pada lahan terbatas^[9].

Siklus Tertutup: Sistem ini menciptakan lingkungan yang berkelanjutan dimana air bersirkulasi antara ikan dan tanaman.

Komponen Utama

1. Bagian Akuakultur:

Ikan: Berbagai jenis ikan dapat dibesarkan, seperti Tilapia (mujaher), lele, atau ikan hias.

Tank Ikan: Tempat ikan dibesarkan dan limbahnya dihasilkan.

2. Bagian Hidroponik:

Bak Tumbuh: Tempat tanaman ditanam dalam medium netral seperti kerikil atau serat kelapa.

Nutrisi: Tanaman mendapatkan nutrisi dari limbah ikan yang telah diolah oleh bakteri.

3. Sistem Sirkulasi:

Pompa: Memindahkan air antara *tank* ikan dan bak tumbuh.

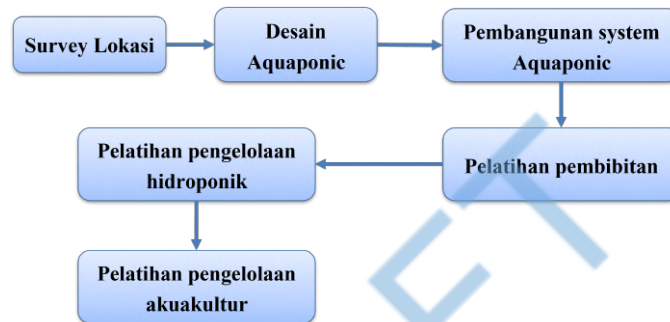
Pipa dan Saluran: Menghubungkan bagian akuakultur dan hidroponik.

4. Proses Biologis:

Nitrifikasi: Bakteri nitrifikasi mengubah amonia (dari limbah ikan) menjadi nitrit, lalu menjadi nitrat yang dapat diserap tanaman.

Filtrasi Biologis: Bakteri dan tanaman membantu menyaring dan membersihkan air, yang kemudian dikembalikan ke tangki ikan^[9].

3 | METODE KEGIATAN



Gambar 4 Metode pelaksanaan kegiatan.

Metode pelaksanaan pada Gambar (4) meliputi:

3.1 | Survei Lokasi

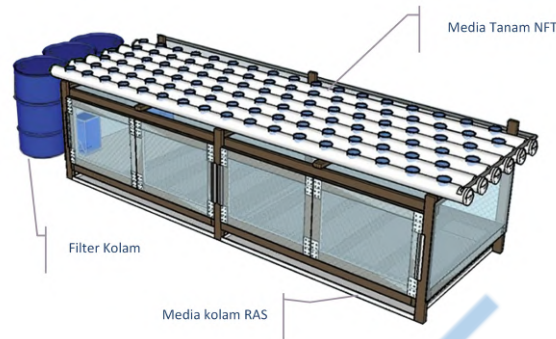
Pada tahap ini, dilakukan kunjungan lapangan untuk meninjau lahan yang disediakan oleh mitra serta melakukan diskusi teknis terkait pelaksanaan program abmas. Selain itu, tim yang bertanggung jawab dalam implementasi proyek juga dipersiapkan oleh mitra, sesuai dengan perencanaan yang digambarkan pada Gambar (5). Diskusi pada tahap ini juga mencakup pembahasan mengenai kebutuhan operasional yang diperlukan untuk sistem pertanian *aquaponic*. Hal ini meliputi perencanaan detail mengenai sumber daya, infrastruktur, dan teknologi yang dibutuhkan untuk memastikan kelancaran pelaksanaan serta keberlanjutan sistem *aquaponic* yang dibangun.



Gambar 5 Alternatif lokasi pembangunan *aquaponic*.

3.2 | Desain Tata Letak *Aquaponic*

Hasil dari kunjungan lapangan yang dilakukan bersama mitra telah diterapkan dalam bentuk desain dan tata letak yang disesuaikan dengan kebutuhan pembangunan sistem *aquaponic*. Proses ini melibatkan penyesuaian ruang dan struktur untuk memastikan bahwa setiap komponen *aquaponic*, seperti kolam ikan dan area tanam, dapat dioptimalkan sesuai dengan kondisi lokasi dan kebutuhan proyek. Desain dan tata letak yang dibuat juga memperhitungkan efisiensi penggunaan lahan dan sumber daya, memastikan sistem dapat berfungsi dengan baik sambil mendukung keberlanjutan operasional Gambar (6).



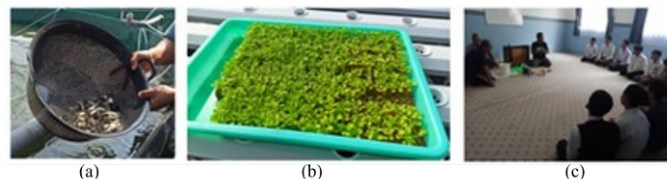
Gambar 6 Desain *aquaponic*.

3.3 | Pembangunan Sistem *Aquaponic*

Pada tahap ini, pembangunan sistem akuaponik meliputi pembuatan *greenhouse* dan instalasi fasilitas pendukung pertanian *aquaponic*, sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya. Proses ini dilaksanakan oleh tim proyek bersama mitra, dengan setiap langkah dilakukan secara teliti untuk memastikan pelaksanaannya sesuai dengan rencana yang telah disepakati. Selain itu, penyesuaian desain dilakukan berdasarkan kondisi aktual di lapangan untuk memastikan sistem dapat berfungsi secara optimal dalam lingkungan yang tersedia.

3.4 | Pelatihan Pembibitan

Setelah semua perangkat telah disiapkan, pelatihan diberikan kepada mitra mengenai cara pembibitan tanaman hidroponik serta persiapan media untuk akuakultur. Proses pelatihan ini mencakup langkah-langkah dari penyemaian biji hingga menghasilkan bibit siap tanam. Parameter utama untuk mengevaluasi hasil pelatihan adalah tingkat keberhasilan pertumbuhan bibit dari biji hingga menjadi bibit yang siap untuk dipindahkan ke media tanam. Evaluasi dilakukan dengan menghitung rasio biji yang berhasil tumbuh menjadi bibit siap tanam. Rasio ini menjadi indikator keberhasilan metode pembibitan yang diajarkan dalam pelatihan. Diharapkan mitra dapat melakukan pembibitan secara mandiri dengan baik, seperti yang diperlihatkan pada Gambar (7), untuk mendukung keberlanjutan operasional sistem hidroponik dan akuakultur.



Gambar 7 Pelatihan pengenalan teknologi *aquaponic*; a. Bibit Ikan Nila; b. Pembibitan Selada Air; c. Pelatihan *aquaponic*.

3.5 | Pelatihan Pengelolaan Hidroponik

Pada metode tanam hidroponik yang perlu diperhatikan adalah sirkulasi air dan penggunaan pupuk cair organik yang sesuai, supaya tanaman bisa tumbuh sehat. Pelatihan terkait metode tanam dan pengelolaannya dilakukan kepada tenaga operasional dari pesantren. Rasio hasil panen terhadap waktu tanam dan jumlah bibit yang ditanam, menjadi parameter evaluasi metode pengelolaan pertanian hidroponik sebagaimana pada Gambar (7).

3.6 | Pelatihan Pengelolaan Akuakultur

Setelah pembangunan dan pengelolaan sistem *aquaponic* selesai, evaluasi berkala dilakukan melalui kunjungan lapangan untuk memastikan sistem berjalan sesuai rencana dan operasional dikelola dengan baik. Evaluasi ini berlanjut hingga masa panen, mencakup perawatan ikan dan pertumbuhan tanaman. Dengan pendekatan ini, potensi masalah dapat diidentifikasi lebih awal dan diperbaiki, sehingga hasil panen yang optimal dapat dicapai, sekaligus memastikan keberlanjutan operasional sistem *aquaponic* secara efisien.

4 | HASIL DAN DISKUSI

Pelaksanaan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan mulai tanggal 1 Mei 2024 sampai 1 Nopember 2024 dengan cara pembuatan sarana *aquaponic* beserta manajemen pengelolaan *aquaponic* bagi santri Pondok Pesantren Sulaimaniyah Darus Salam Putra Lawang Malang. Kegiatan ini melibatkan pengurus dan santri Pondok Pesantren. Tahapan pelaksanaan pengabdian masyarakat meliputi:

4.1 | Pembangunan *Green House*

Green House dibangun didasarkan pertimbangan lingkungan sekitar pondok pesantren adalah area terbuka yang banyak juga ditanami dengan berbagai jenis tanaman. Kondisi ini berpotensi besar datangnya hama serangga yang dapat menggagalkan pertumbuhan pertanian Hidroponik NFT. *Green House* yang dibangun dengan ukuran $3\text{m} \times 6\text{m} \times 4\text{m}$ ($l \times p \times t$) dengan pertimbangan biaya pembuatan dan temperatur ruang *Green House* seperti pada Gambar (8). Dengan ketinggian 4m suhu ruang dalam *Green House* tidak terlalu panas. Pemilihan lokasi juga dengan pertimbangan potensi *Green House* mendapatkan kecukupan sinar matahari selama 8 jam.



Gambar 8 Pembangunan *Green House*.

4.2 | Pembuatan *Aquaponic*

Dimensi *aquaponic* $\pm 2\text{m} \times 4\text{m} \times 1\text{m}$ ($l \times p \times t$) dengan tiga tangki *filter*, satu 80 W pompa air, satu 10 W *aerator*, dan 8 rak media tanam sebagaimana Gambar 9. Kolam ikan menggunakan teknologi RAS (*Recirculating Aquaculture Systems*)^{[6][10]} dengan



Gambar 9 Pembuatan media pertanian *aquaponic*.

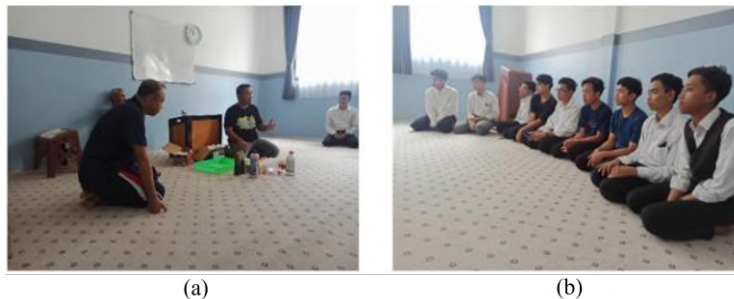
dimensi tersebut dapat menampung sekitar 500 ekor ikan dan hidroponik dengan teknologi NFT (*Nutrient Film Technique*)^{[6][11]}, mampu menampung 168 lubang pot tanam. Satu pot dapat ditanami 1 sampai 10 biji tanaman tergantung pada jenis tanaman.

4.3 | Pelatihan *Aquaponic* dan Bagian-Bagian Perangkat *Aquaponic*

Pelatihan *aquaponic* yang dilaksanakan di Pondok Pesantren Sulaimaniyah Darus Salam Lawang, Malang, diikuti oleh sepuluh santri dan empat pembimbing. Para pembimbing yang juga sebagai pengurus pondok bertindak sebagai petugas operasional dan tutor bagi santri lainnya, sehingga mereka dapat mengajarkan keterampilan yang diperoleh kepada anggota pesantren lainnya. Materi pelatihan mencakup berbagai aspek teknis terkait pengelolaan *aquaponic*. Hal ini meliputi instalasi sistem, pemeliharaan tanaman hidroponik, manajemen kualitas air, serta pengelolaan budidaya ikan. Kegiatan ini dirancang untuk memberikan pemahaman mendalam mengenai penerapan teknologi *aquaponic* sebagai solusi pertanian terpadu yang berkelanjutan.

1. Pengenalan Teknologi *Aquaponic*

Pelatihan ini bertujuan memperkenalkan teknologi *Recirculating Aquaculture System* (RAS) dan *Nutrient Film Technique* (NFT) kepada mitra sebagai solusi inovatif dalam pengelolaan *aquaponic*. Dalam pelatihan, dijelaskan secara detail cara kerja dan manfaat kedua teknologi tersebut. Untuk RAS, peserta mempelajari sistem pengelolaan budidaya ikan yang efisien dengan sirkulasi air tertutup, sedangkan untuk NFT, pelatihan berfokus pada teknik hidroponik yang memanfaatkan aliran larutan nutrisi untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pelatihan melibatkan sepuluh santri dan empat pengurus pesantren yang kemudian dibagi menjadi dua tim. Satu tim bertanggung jawab pada pengelolaan hidroponik, sementara tim lainnya menangani budidaya ikan air tawar.



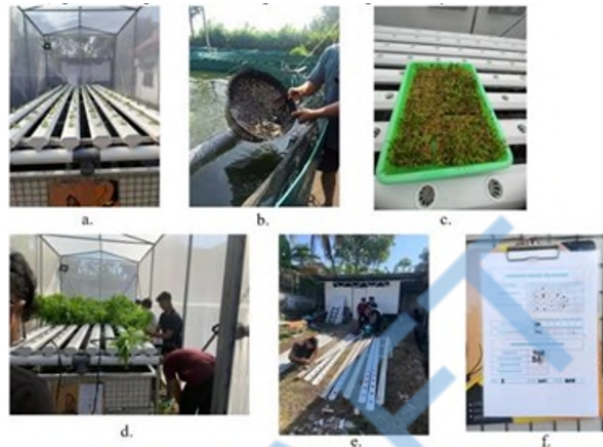
Gambar 10 Pelatihan *aquaponic*; a. Pelatihan pembibitan; b. Peserta mentoring *aquaponic*.

Selama pelatihan sebagaimana pada Gambar (10), antusiasme peserta sangat tinggi, terutama dari pengurus pesantren yang sebelumnya telah berusaha bertani di lahan sekitar pondok namun terbatas oleh ruang dan waktu. Teknologi ini memberikan solusi nyata bagi kendala tersebut, memungkinkan mereka untuk memanfaatkan lahan secara lebih optimal dan

meningkatkan hasil panen. Para santri juga merasakan manfaat langsung dari pelatihan ini, tidak hanya sebagai keterampilan baru tetapi juga sebagai motivasi untuk mengelola *aquaponic* secara mandiri. Beberapa peserta bahkan menyatakan komitmennya untuk melanjutkan praktik *aquaponic* di hari-hari mendatang, baik untuk konsumsi pesantren maupun sebagai sumber pendapatan tambahan. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian ini memberikan dampak positif yang nyata dan berkelanjutan bagi mitra.

2. Pengelolaan *Aquaponic*

Materi yang disampaikan meliputi persiapan kolam (nutrifikasi), pembenihan ikan, pembibitan tanaman, kontrol sirkulasi air dan kadar oksigen kolam (Aerasi), pemberian pakan ikan, dan pemanenan seperti ditunjukkan Gambar (11).



Gambar 11 Pengelolaan *aquaponic*; a. Nutrifikasi kolam; b. Persiapan benih ikan; c. Pembibitan tanaman; d. Pemanenan; e. Perawatan dan pembersihan pasca panen; f. *Form monitoring aquaponic*.

3. Manajemen pemasaran

Materi yang disampaikan dalam kegiatan ini mencakup teknik pemasaran hasil panen tanaman hidroponik dan pengenalan pasar hidroponik. Mengingat rasio kebutuhan dan ketersediaan hasil panen masih sangat terbatas, hasil panen difokuskan untuk dipasarkan kepada wali santri serta dimanfaatkan oleh Pondok Pesantren Sulaimaniyah Darus Salam Putri Lawang Malang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar (12) dan Tabel 1. Strategi ini dirancang untuk memaksimalkan pemanfaatan hasil panen sekaligus meningkatkan potensi pemasaran dalam skala yang lebih luas di masa depan.

Tabel 1 menggambarkan hasil panen dari dua jenis sayuran, yaitu kangkung dan selada air, yang dihasilkan melalui sistem *aquaponic*. Pada panen pertama, diperoleh sebanyak 1.344 tangkai kangkung yang menghasilkan sekitar 300 untai sayur, dengan estimasi keuntungan sebesar Rp3.000.000 ($300 \times \text{Rp}10.000$). Panen kedua menghasilkan 840 tangkai selada air yang setara dengan 280 untai sayur, dengan estimasi keuntungan sebesar Rp8.400.000 ($280 \times \text{Rp}30.000$). Perhitungan keuntungan ini merupakan proyeksi berdasarkan asumsi harga pasar, dengan tujuan memberikan gambaran potensi ekonomi dari program pengabdian masyarakat ini.

Sekitar 30% hasil panen telah dipasarkan kepada wali santri, sedangkan sisanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi para santri di pesantren. Langkah ini tidak hanya memastikan pemanfaatan hasil panen secara maksimal tetapi juga mendukung keberlanjutan program dengan mempromosikan hasil panen secara lokal. Program abmas ini telah berhasil dilaksanakan dengan baik, tidak hanya dalam aspek teknis produksi tetapi juga dalam mengintegrasikan hasil panen ke dalam konsumsi internal dan pemasaran. Ke depan, pendampingan akan difokuskan pada penguatan strategi pemasaran dan peningkatan efisiensi operasional untuk memastikan sistem *aquaponic* ini terus memberikan manfaat ekonomi dan keberlanjutan bagi pesantren.



Gambar 12 Brosur pemasaran hasil panen.

Tabel 1 Hasil Panen *Aquaponic*

Panen	Komoditas	Jumlah panen	Keuntungan*
1	Sayur kangkung	8×168=1.344 tangkai sayur, dihasilkan sekitar 300 unting sayur	300×Rp.10.000=Rp.3.000.000
2	Sayur selada air	5×168=840 tangkai sayur, dihasilkan sekitar 280 unting sayur	280×Rp.30.000=Rp.8.400.00

*) in kind + in Cash

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi, kegiatan pengabdian masyarakat di Pondok Pesantren Sulaimaniyah Darus Salam Lawang, Malang, memberikan dua dampak signifikan. Pertama, program ini berhasil memperkenalkan pengetahuan baru kepada para santri, yang tidak hanya meningkatkan keterampilan mereka tetapi juga memotivasi mereka untuk berwirausaha setelah menyelesaikan pendidikan. Kedua, program ini membantu pesantren untuk mulai mandiri dalam menyediakan bahan makanan sehat tanpa sepenuhnya bergantung pada donasi, sehingga dana yang ada dapat dialokasikan untuk kebutuhan lain yang lebih prioritas. Dari sisi ekonomi, meskipun pendapatan tambahan yang dihasilkan belum sepenuhnya mencukupi kebutuhan operasional pesantren, pendekatan ini telah memberikan alternatif solusi yang potensial untuk memenuhi sebagian kebutuhan finansial. Selain itu, respons positif juga datang dari pengelola Pondok Pesantren Sulaimaniyah di cabang lain, yang tertarik untuk menerapkan program serupa di berbagai lokasi di Jawa Timur dan wilayah Indonesia lainnya. Hal ini menunjukkan potensi replikasi program ini dalam skala yang lebih luas, guna mendukung kemandirian ekonomi pesantren secara berkelanjutan.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

"Pengabdian masyarakat ini didukung oleh Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Pondok Pesantren Sulaimaniyah Darus Salam Lawang Malang, Yayasan Pondok Pesantren Sulaimaniyah Wilayah Jawa Timur, dan Yayasan Pondok Pesantren Sulaimaniyah Indonesia".

Referensi

1. Mansir F. Manajemen Pondok Pesantren di Indonesia dalam Perspektif Pendidikan Islam Era Modern. *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Agama* 2020;12(2):207–216.
2. Megasari R, Bulotio NF, et al. INTEGRASI TANAMAN DAN IKAN PADA SISTEM AQUAPONIK. *PLANTKLOPEDIA: Jurnal Sains dan Teknologi Pertanian* 2022;2(1):10–17.
3. Velazquez-Gonzalez RS, Garcia-Garcia AL, Ventura-Zapata E, Barceinas-Sanchez JDO, Sosa-Savedra JC. A review on hydroponics and the technologies associated for medium-and small-scale operations. *Agriculture* 2022;12(5):646.
4. Pomoni DI, Koukou MK, Vrachopoulos MG, Vasiliadis L. A review of hydroponics and conventional agriculture based on energy and water consumption, environmental impact, and land use. *Energies* 2023;16(4):1690.
5. Goswami P, Baria V, Satodiya B. Advancing Agriculture: Exploring the Potential of Aeroponic Systems for Vegetable Cultivation: A Comprehensive Review. *Advances in Research* 2024;25(5):131–139.
6. Lennard W, Goddek S. *Aquaponics: the basics*. *Aquaponics food production systems* 2019;113.
7. Lakhari IA, Jianmin G, Syed TN, Chandio FA, Buttar NA, Qureshi WA. Monitoring and control systems in agriculture using intelligent sensor techniques: A review of the aeroponic system. *Journal of sensors* 2018;2018(1):8672769.
8. Channa AA, Munir K, Hansen M, Tariq MF. Optimisation of Small-Scale Aquaponics Systems Using Artificial Intelligence and the IoT: Current Status, Challenges, and Opportunities. *Encyclopedia* 2024;4(1):313–336.
9. Acuthro Technology, *Aquaponics – Automation*; 2020. <https://acutrotech.com/aquaponics/>.
10. Halvorson HO, Smolowitz R. *Aquaculture*. In: Schaechter M, editor. *Encyclopedia of Microbiology* (Third Edition), third edition ed. Oxford: Academic Press; 2009.p. 17–22. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123739445001164>.
11. Niu G, Masabni J. *Hydroponics*. In: *Plant factory basics, applications and advances* Elsevier; 2022.p. 153–166.

Cara mengutip artikel ini: Zaini, A., Muhtadin, Pramunanto, E., Boedinoegroho, H., Setiawan, R., Kurniawan, A., Yuniarno, E.M., (2024), Pemanfaatan Teknologi *Aquaponic* pada Pondok Pesantren sebagai Upaya Pemberdayaan untuk Kemandirian Pondok Pesantren di Turirejo, Lawang, Kab. Malang, Jawa Timur, *Sewagati*, 8(6):1–11, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v8i6.2229>.