

Pengenalan Teknologi Budidaya Tanaman Sayuran secara Aquaponik Pada Kelompok Tani Wanita “Tani Mulya”

Muji Rahayu^{1*}, Samanhudi¹, Ahmad Yunus¹, Edi Purwanto¹, Djoko Purnomo¹, Retna Bandriyati Arniputri¹, Andriyana Setyawati¹, Gani Cahyo Handoyo¹, Iswahyudi¹, Fitriya Roviqowati¹, Joko Prihanto¹, dan Nanda Saskya¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret

*Email: mujirahayu@staff.uns.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan pekarangan melalui teknologi aquaponik menjadi salah satu upaya strategis untuk meningkatkan kemandirian pangan rumah tangga sekaligus mendukung pertanian ramah lingkungan. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk mengenalkan dan mendampingi Kelompok Wanita Tani (KWT) Tani Mulya di Desa Gentan, Kecamatan Bendosari, Kabupaten Sukoharjo dalam penerapan budidaya sayuran berbasis aquaponik. Permasalahan utama mitra adalah keterbatasan pengetahuan dan keterampilan dalam mengelola sistem budidaya terpadu antara ikan dan tanaman. Program pengabdian dilakukan melalui beberapa tahap, meliputi koordinasi dan survei lokasi, pembuatan instalasi aquaponik, sosialisasi dan pelatihan, praktik lapangan, serta monitoring dan evaluasi. Hasil pre-test menunjukkan pemahaman peserta masih rendah pada konsep dasar seperti pengertian dan keunggulan aquaponik, sedangkan pemahaman mengenai nutrisi dan jenis tanaman relatif lebih baik. Setelah mengikuti pelatihan, hasil post-test memperlihatkan peningkatan signifikan, terutama pada pemahaman pengertian aquaponik (50% menjadi 100%), keunggulan aquaponik (30% menjadi 70%), dan konsentrasi nitrat (20% menjadi 50%). Praktik lapangan memberikan pengalaman langsung bagi peserta dalam merawat instalasi, menanam dan merawat sayuran, serta mengelola kualitas air. Kegiatan ini mampu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra, mendorong pemanfaatan lahan pekarangan, serta memperkenalkan pertanian modern yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Kata Kunci: Aquaponik, Hortikultura, Ikan, Pekarangan, Sayuran

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk secara langsung berdampak pada meningkatnya permintaan terhadap ketersediaan pangan. Salah satu upaya untuk mendukung ketahanan pangan pada tingkat rumah tangga adalah dengan mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya lokal yang tersedia, seperti lahan pekarangan (Purwantini., 2012). Pekarangan merupakan lahan terbuka yang terdapat di sekitar rumah dan berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai media budidaya tanaman yang dapat menunjang pemenuhan kebutuhan pangan sekaligus memberikan kontribusi terhadap pendapatan ekonomi keluarga (Oktaviani et al., 2020). Optimalisasi lahan pekarangan, baik di wilayah pedesaan maupun perkotaan, berperan strategis dalam mendukung ketahanan pangan nasional melalui pemberdayaan potensi pangan lokal (Ekawati et al., 2020). Salah satu komoditas tanaman yang dapat dibudidayakan dengan memanfaatkan lahan pekarangan adalah sayuran. Kebutuhan sayuran terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk dan tren hidup sehat masyarakat. Kondisi ini mendorong perlunya peningkatan produksi sayuran, khususnya pada skala rumah tangga, guna mendukung kemandirian pangan masyarakat (Marbun et al., 2022).

Sayuran memiliki potensi sebagai sumber gizi sekaligus peluang ekonomi bagi masyarakat secara luas, untuk mengoptimalkan manfaat tersebut diperlukan peningkatan teknologi pada

aspek produktivitas pertanian, pengelolaan pascapanen, jaminan keamanan pangan, serta perluasan akses terhadap pasar (Schreinemachers et al., 2017). Hal tersebut mendorong pengembangan budidaya sayuran melalui teknologi modern, salah satunya aquaponik. Aquaponik merupakan sistem budidaya terintegrasi yang mengombinasikan akuakultur, yaitu pemeliharaan organisme akuatik, dengan hidroponik, yaitu budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanah. Dalam sistem ini, air yang mengandung limbah organik dari akuakultur dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman (Wei et al., 2019; Baganz et al., 2021). Kelebihan teknologi aquaponik dalam budidaya sayuran yaitu tidak menggunakan pupuk sintesis serta menekan penggunaan pestisida dan herbisida (Yep dan Zheng, 2019), sehingga produk yang dihasilkan terjamin kebersihan dan kesehatannya.

Teknologi budidaya aquaponik telah banyak diterapkan di berbagai wilayah sebagai strategi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas lahan sekaligus mengoptimalkan pemanfaatan kolam budidaya. Kelompok Wanita Tani (KWT) “Tani Mulya” saat ini memiliki kolam yang digunakan untuk pemeliharaan lele, namun pengelolaannya masih belum berjalan secara maksimal. Salah satu kendala utama yang dihadapi adalah keterbatasan pengetahuan dan pemahaman terkait penerapan sistem budidaya tanaman berbasis aquaponik. Oleh karena itu, diperlukan kegiatan sosialisasi, edukasi, serta pendampingan untuk memperkenalkan konsep dan teknik aquaponik, sehingga anggota KWT mampu menerapkannya secara mandiri dan berkelanjutan.

Pengabdian ini bertujuan untuk mendukung program pemerintah yaitu penguatan kemandirian pangan melalui pemanfaatan lahan pekarangan sebagai lahan penghasil pangan dalam memenuhi pangan dan gizi rumah tangga, serta memperkenalkan teori dan konsep budidaya sayuran melalui teknologi aquaponik sekaligus memberikan pengalaman praktis kepada anggota KWT “Tani Mulya”. Pendekatan ini tidak hanya memperluas pengetahuan anggota mengenai sistem pertanian modern, tetapi juga berpotensi mengubah persepsi bahwa aktivitas bertani identik dengan lingkungan kotor, berlumpur, serta membutuhkan tenaga fisik berat di bawah terik matahari. Lebih jauh, penerapan teknologi aquaponik diharapkan menjadi bekal pengetahuan yang mendorong anggota KWT untuk lebih mendalami bidang pertanian sekaligus memanfaatkan hasil panen sebagai sumber pendapatan tambahan melalui pemasaran kepada masyarakat sekitar.

METODE

Pengabdian ini dilaksanakan di Desa Gentan, Kecamatan Bendosari, Kabupaten Sukoharjo pada bulan Mei – Oktober 2025. Pelaksanaan program pengabdian masyarakat dilakukan melalui beberapa tahap yaitu persiapan, pelaksanaan, monitoring dan evaluasi.

Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi 1) Koordinasi internal tim dosen; 2) Pemberitahuan dan penandatanganan pernyataan kesediaan sebagai mitra kegiatan kepada KWT Tani Mulya Desa Gentan, Kecamatan Bendosari, Kabupaten Sukoharjo; 3) Koordinasi eksternal berupa perijinan tempat pelatihan, kesepakatan waktu pelaksanaan pelatihan, survei lokasi, persiapan transportasi dan akomodasi lainnya; 4) Persiapan peralatan pelatihan meliputi pembuatan materi penyuluhan, pembelian alat dan bahan budidaya sayuran melalui teknologi aquaponik; 5) Pembuatan demplot atau Instalasi aquaponik sederhana dengan sistem *Nutrient Film Technique* (NFT).

Tahap Pelaksanaan

Program pengabdian berupa sosialisasi dan praktik budidaya dilaksanakan pada hari Sabtu, 24 Mei 2025 yang berlokasi di Desa Gentan, Kecamatan Bendosari, Kabupaten Sukoharjo, tepatnya di salah satu rumah anggota KWT yang beralamat di Dusun Kwaron, RT 02/RW 09. Pelaksanaan kegiatan pengabdian meliputi 1) Pre-test; 2) Sosialisasi pengenalan teknologi aquaponik yang berupa penyampaian materi terkait sejarah, kelebihan, alat dan bahan yang digunakan dalam budidaya, tanaman yang dapat ditanam dengan teknik aquaponik, nutrisi, serta cara persemaian dan perawatan hingga panen, berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan; 3) Diskusi tanya jawab; 4) Post-test; 5) Praktik budidaya sayuran melalui teknologi aquaponik pada demplot percobaan.

Tahap Monitoring dan Evaluasi.

Pada tahap ini dilakukan pemantauan pelaksanaan kegiatan sekaligus pendampingan ke kelompok wanita tani berkaitan dengan program ini. Selain itu juga dilakukan evaluasi terhadap pelaksanaan kegiatan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari program yang dilaksanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Koordinasi dan Survei

Koordinasi dilakukan bersama pemerintah Desa Gentan dan anggota KWT Tani Mulya terkait kegiatan yang akan dilaksanakan, melakukan administrasi perizinan lokasi, dan pemaparan terkait kegiatan yang akan dilakukan. Kegiatan dilanjutkan dengan melakukan survei lokasi yang bertujuan menilai kesiapan sarana dan prasarana yang tersedia, seperti kolam budidaya lele yang sudah dimiliki KWT Tani Mulya (Gambar 1), akses air, potensi lahan yang dapat dimanfaatkan sebagai demplot percontohan aquaponik, serta melakukan pengukuran lahan. Hasil survei kemudian akan digunakan sebagai acuan pembuatan instalasi aquaponik serta penyediaan bahan filter air yang sesuai dengan kondisi kolam. Survei lokasi berperan penting dalam memastikan program pengabdian lebih relevan dan efektif, karena membantu mengidentifikasi kebutuhan, tantangan, serta kondisi nyata di lapangan. Hasil survei memungkinkan penentuan prioritas, strategi, dan alokasi sumber daya yang tepat, sekaligus meminimalkan risiko kegagalan akibat asumsi keliru (Uziel dan Maeir, 2018).



Gambar 1. Kepemilikan kolam ikan oleh KWT Tani Mulya

Pembuatan Instalasi Aquaponik

Instalasi dirancang dengan sejumlah komponen utama, meliputi pipa PVC, selang, pompa air, sistem filtrasi, dan net pot sebagai wadah tanaman (Gambar 2). Sistem budidaya yang diterapkan adalah *Nutrient Film Technique* (NFT), di mana air yang mengandung nutrisi dari kolam ikan dialirkan secara tipis dan kontinu melalui pipa, memungkinkan akar tanaman menyerap unsur hara secara optimal (Shobihah et al., 2022). Setelah melewati akar tanaman, air kemudian disaring dan dikembalikan ke kolam, membentuk sistem resirkulasi tertutup yang efisien. Pemilihan sistem NFT didasarkan pada efisiensi penggunaan air yang tinggi serta kemudahan dalam pengelolaan teknis dan pemantauan pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan. Instalasi aquaponik dibangun tepat di samping kolam ikan dengan mempertimbangkan aspek kemudahan perawatan, efisiensi operasional, serta keamanan penggunaan. Penempatan di samping kolam dipilih karena memberikan akses yang lebih mudah bagi anggota kelompok dalam melakukan pemantauan, perawatan tanaman, maupun pengendalian sistem tanpa harus berisiko bekerja langsung di atas kolam. Selain itu, posisi ini memungkinkan aliran air dari kolam menuju instalasi berlangsung lebih stabil dan terkontrol, sekaligus mempermudah proses filtrasi serta pengembalian air ke kolam.



Gambar 2. Instalasi aquaponik NFT

Sosialisasi

Pengabdian kepada Masyarakat yang berupa sosialisasi dilaksanakan pada hari Sabtu, 24 Mei 2025, dan dihadiri oleh sekitar 40 peserta yang terdiri atas anggota KWT Tani Mulya, tim dosen dari Laboratorium Fisiologi dan Bioteknologi Tanaman, serta sejumlah mahasiswa pendamping. Kegiatan dibuka secara resmi oleh ketua riset grup, Prof. Dr. Ir. Edi Purwanto, M.Sc., kemudian dilanjutkan dengan sambutan dari perwakilan Kepala Dusun Gentan yang turut mendukung pelaksanaan program pengabdian ini. Sebelum memasuki sesi penyampaian materi, peserta terlebih dahulu diminta untuk menjawab beberapa pertanyaan dalam bentuk *pre-test* guna mengukur tingkat pengetahuan awal mereka terkait teknologi budidaya tanaman dengan sistem aquaponik. Hasil *pre-test* yang ditunjukkan pada Tabel 1 digunakan sebagai dasar dalam menyesuaikan pendekatan penyuluhan yang akan diberikan.

Berdasarkan hasil *pre-test* KWT “Tani Mulya”, pemahaman anggota mengenai aquaponik menunjukkan variasi pada tiap aspek. Pada aspek pengertian aquaponik, hanya 50% responden yang menjawab benar, menandakan bahwa separuh peserta masih belum memahami konsep dasar. Pengetahuan mengenai keunggulan aquaponik juga relatif rendah, dengan persentase 30%, serta sistem aquaponik yang hanya mencapai 20%, menunjukkan keterbatasan pemahaman terkait prinsip kerja dan manfaat sistem ini. Sebaliknya, pemahaman mengenai

nutrisi aquaponik cukup baik dengan 80% responden menjawab benar, dan bahkan seluruh responden (100%) mengetahui jenis tanaman yang dapat dibudidayakan dengan sistem aquaponik, yang menjadi aspek paling dikuasai. Sementara itu, pemahaman mengenai tingkat keasaman air berada pada kategori sedang (60%), dan pengetahuan tentang konsentrasi nitrat masih sangat rendah (20%). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sebagian besar anggota KWT Tani Mulya belum memahami konsep dasar budidaya tanaman melalui teknologi aquaponik.

Tabel 1. Hasil Pre – Test KWT Tani Mulya

Pertanyaan	Skors		Jumlah Responden	Presentase (%)
	Benar	Salah		
Pengertian aquaponik	5	5	10	50 %
Keunggulan aquaponik	3	7	10	30 %
Sistem aquaponik	2	8	10	20 %
Nutrisi aquaponik	8	2	10	80 %
Jenis tanaman aquaponik	10	0	10	100 %
Tingkat keasaman air	6	4	10	60 %
Konsentrasi nitrat	2	8	10	20 %



Gambar 3. Sosialisasi pengenalan budidaya aquaponik

Kegiatan dilanjutkan dengan sesi pemaparan materi terkait budidaya sayuran secara aquaponik oleh Ir. Retna Bandriyati Arniputri, M.S (Gambar 3). Materi ini dirancang untuk memberikan pemahaman kepada anggota KWT Tani Mulya mengenai konsep dasar hingga aspek teknis dalam penerapan aquaponik. Topik yang disampaikan meliputi pengertian aquaponik, latar belakang dan manfaat sistem aquaponik, komponen instalasi dan prinsip kerja sistem NFT (*Nutrient Film Technique*), serta prosedur budidaya tanaman dan pemeliharaan ikan secara terpadu. Pemaparan juga mencakup aspek teknis seperti pemilihan jenis ikan dan tanaman yang sesuai, manajemen kualitas air, hingga strategi perawatan harian agar sistem berjalan optimal.

Setelah pemaparan materi selesai, sesi tanya jawab dibuka dan diikuti dengan antusias oleh para peserta (Gambar 4). Pertanyaan yang diajukan mencakup berbagai aspek teknis, mulai dari pemeliharaan sistem instalasi, pengendalian hama, efisiensi penggunaan air, hingga peluang pemasaran hasil budidaya. Tingginya partisipasi dalam diskusi menunjukkan minat dan potensi yang besar dari kelompok tani dalam mengembangkan sistem aquaponik sebagai alternatif budidaya yang efisien dan berkelanjutan.



Gambar 4. Sesi diskusi dan tanya jawab terkait budidaya tanaman dengan sistem aquaponik

Tabel 2. Hasil Post – Test KWT Tani Mulya

Pertanyaan	Skors		Jumlah Responden	Presentase (%)
	Benar	Salah		
Pengertian aquaponik	10	0	10	100 %
Keunggulan aquaponik	7	3	10	70 %
Sistem aquaponik	2	8	10	20 %
Nutrisi aquaponik	8	2	10	80 %
Jenis tanaman aquaponik	10	0	10	100 %
Tingkat keasaman air	6	4	10	60 %
Konsentrasi nitrat	5	5	10	50 %

Hasil post-test pada Tabel 2 menunjukkan adanya peningkatan pemahaman anggota KWT Tani Mulya setelah mengikuti kegiatan sosialisasi dan pendampingan budidaya aquaponik. Pemahaman mengenai pengertian aquaponik meningkat signifikan dari 50% pada pre-test menjadi 100% pada post-test, sedangkan pengetahuan tentang keunggulan aquaponik juga mengalami perkembangan dari 30% menjadi 70%. Aspek konsentrasi nitrat memperlihatkan kemajuan dari 20% menjadi 50%. Sementara itu, pemahaman tentang nutrisi aquaponik tetap tinggi pada 80% dan jenis tanaman aquaponik konsisten pada 100%, menunjukkan kedua aspek ini sudah cukup dikuasai sejak awal. Namun, pada aspek sistem aquaponik (20%) dan tingkat keasaman air (60%) tidak terjadi perubahan berarti, yang menandakan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih aplikatif, misalnya melalui praktik langsung atau demonstrasi teknis. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kegiatan pelatihan berhasil meningkatkan pemahaman peserta terkait budidaya sayuran secara aquaponik.

Praktik Budidaya Aquaponik

Kegiatan pengabdian dilanjutkan dengan sesi pelatihan dan praktik langsung budidaya tanaman dengan sistem aquaponik yang dilaksanakan di demplot instalasi aquaponik yang telah dipersiapkan sebelumnya. Pelatihan ini dipandu oleh seorang praktisi dari Fakultas Pertanian. Pada tahap awal pelatihan, peserta diberikan penjelasan mengenai komponen instalasi aquaponik sistem NFT yang terdiri dari pipa PVC, pompa air, selang, filter air, dan netpot. Kelebihan teknologi aquaponik dengan sistem NFT yaitu efisien penggunaan air dan nutrisi karena bersirkulasi tipis di akar tanaman dan kembali ke kolam ikan (Palmitessa et al., 2024). Kolam ikan milik mitra berisi ikan lele dan ikan nila. Selanjutnya, peserta diajak untuk mempraktikkan langsung proses penanaman bibit sayuran (seperti selada, pakcoy, dan sawi) ke dalam net pot yang telah diisi dengan flanel. Tanaman mampu mereduksi kadar amonia hingga mencapai 90%, sehingga air limbah dari budidaya ikan tetap layak digunakan kembali

sebagai media pemeliharaan dan dapat mengurangi frekuensi pergantian air selama proses budidaya berlangsung (Azhar et al., 2021).

Selanjutnya, peserta dilatih untuk melakukan pemeriksaan aliran air dan filtrasi, serta memahami cara menjaga kestabilan kualitas air agar mendukung pertumbuhan ikan dan tanaman secara simultan. Filter air yang digunakan dalam instalasi meliputi pasir zeolit, spons, dan batu kerikil. Zeolit mampu menyerap amonia ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$) dan menurunkan kadar nitrat melalui proses denitrifikasi, sehingga mampu menjaga kualitas air tetap di bawah ambang batas aman serta mengurangi risiko toksisitas bagi ikan dan tanaman (Tanaya dan Prihatmo, 2021). Spons berperan sebagai filter mekanis yang menyaring partikel padat seperti sisa pakan dan kotoran ikan, sehingga kualitas air tetap terjaga dan sirkulasi dalam sistem berlangsung lebih optimal (Andriani et al., 2021). Batu kerikil mampu menurunkan kadar amonia, nitrit, dan nitrat dalam air, sekaligus meningkatkan kadar oksigen terlarut yang mendukung pertumbuhan ikan dan tanaman. Struktur kerikil juga membantu memperlancar aliran air serta meningkatkan aerasi, sehingga kualitas air tetap terjaga bagi kebutuhan ikan maupun mikroorganisme (Abdelfatah dan Abdelbary, 2022).



Gambar 5. Praktik penanaman sayuran pada instalasi aquaponik

Setelah melakukan pindah tanam benih sayuran pada instalasi aquaponik (Gambar 5), peserta diberi pelatihan terkait pengontrolan pH atau keasaman air menggunakan pH meter serta pengecekan kadar nutrisi menggunakan TDS meter. Ketidaksesuaian tingkat pH dapat menyebabkan ketidakseimbangan kadar asam dan basa yang berpotensi menimbulkan penyumbatan pada saluran instalasi. Kondisi ini berdampak pada terhambatnya pertumbuhan tanaman (Wati dan Sholihah, 2021). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengecekan kadar pH air secara berkala. pH atau tingkat keasaman air yang baik untuk pertumbuhan tanaman pada sistem aquaponik berada pada kisaran 6,0 – 7,5. Selanjutnya, TDS meter berfungsi untuk memantau kadar nutrisi terlarut dalam air yang berasal dari limbah ikan, sehingga tanaman dan ikan memperoleh nutrisi yang cukup tanpa membahayakan keduanya (Umar, 2024; Syaputra dan S. Prawira, 2024).

Monitoring dan Evaluasi

Kegiatan monitoring dan evaluasi dilaksanakan sebagai upaya untuk menilai efektivitas pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat melalui penerapan sistem aquaponik. Monitoring dan evaluasi dilaksanakan setiap dua minggu sekali setelah sosialisasi dan praktik guna mengamati perkembangan dan respons tanaman terhadap lingkungan budidaya yang telah dibangun. Berdasarkan hasil monitoring pertama, diketahui bahwa pertumbuhan tanaman tidak menunjukkan perkembangan yang optimal. Hasil monitoring menunjukkan adanya gangguan

pada sirkulasi air, yang ditandai dengan tingginya kandungan lumpur dalam aliran sistem. Endapan lumpur pada instalasi pipa air dapat menyumbat aliran dan menghambat sirkulasi, sehingga suplai oksigen serta distribusi nutrisi ke tanaman terganggu dan berakibat pada penurunan pertumbuhan tanaman (Goddek et al, 2019).

Faktor utama yang diduga menjadi penyebab permasalahan tersebut adalah penempatan pompa air yang berada tepat di atas endapan lumpur, serta penggunaan sistem filtrasi yang belum memadai dalam menyaring partikel-partikel padat. Akumulasi lumpur ini menghambat efisiensi distribusi oksigen dan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman secara optimal dalam sistem tertutup aquaponik. Untuk mengatasi hal tersebut, tim pelaksana yang terdiri atas dosen dan mitra melakukan evaluasi terhadap desain dan tata letak instalasi. Perbaikan kemudian dilakukan dengan melakukan reposisi pompa air agar tidak berada pada area endapan, serta peningkatan sistem filtrasi dengan menggunakan bahan filter yang lebih efektif.

KESIMPULAN

Program pengabdian kepada masyarakat dalam bentuk pengenalan teknologi aquaponik kepada KWT Tani Mulya berhasil dilaksanakan sesuai dengan tahapan yang dirancang. Pelatihan dan praktik lapangan mampu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra dalam mengelola sistem aquaponik sederhana. Kendala teknis pada awal implementasi, seperti terhambatnya aliran air akibat endapan lumpur, telah diatasi dengan perbaikan sistem instalasi. Secara umum, kegiatan ini tidak hanya berkontribusi dalam pemanfaatan lahan pekarangan untuk ketahanan pangan, tetapi juga memperkenalkan pendekatan pertanian yang bersih, ramah lingkungan, dan berkelanjutan kepada masyarakat mitra.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian (LPPM) Universitas Sebelas Maret yang telah mendanai Pengabdian ini pada skim Pengabdian Kepada Masyarakat Hibah Grup Riset (PKM HGR – UNS) dengan Nomor Kontrak: 370/UN27.22/PT.01.03/2025. Pelaksanaan Kegiatan Pengabdian sumber dana Non APBN Tahun Anggaran 2025.

REFERENSI

- Abdelfatah, A., Ali, M., & Abdelbary, K. 2022. Mechanical Filtration Pretreatment Effect On Ammonia Biofiltration Performance Indicators In Fish Aquaculture Wastewater. *Misr Journal of Agricultural Engineering*. <https://doi.org/10.21608/mjae.2022.151866.1082>.
- Andriani, Y., Hasan, Z., Zidni, I., Nurruhwati, I., Iskandar, I., & Kusumoputra, R. 2021. The effectiveness of filters on catfish *Clarias gariepinus* fry performance in the aquaponic system. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. <https://doi.org/10.19027/JAI.20.2.101-114>.
- Azhar, F., Mukhlis, A., Lumbessy, S. Y., Setyowati, D. N. A., & Lestari, D. P. 2021. Pengembangan Teknologi Instalasi Akuaponik Menggunakan Model NFT (Nutrient Film Technique) di Desa Gontoran Kecamatan Lingsar, Lombok Barat. *Jurnal Pengabdian Perikanan Indonesia*, 1(1), 81-87.
- Baganz, G., Junge, R., Portella, M., Goddek, S., Keesman, K., Baganz, D., Staaks, G., Shaw, C., Lohrberg, F., & Kloas, W. 2021. The aquaponic principle - It is all about coupling. *Reviews in Aquaculture*. <https://doi.org/10.1111/raq.12596>.

- Ekawati, R., Saputri, L. H., Kusumawati, A., Paongan, L., & Ingesti, P. S. V. R. 2021. Optimalisasi lahan pekarangan dengan budidaya tanaman sayuran sebagai salah satu alternatif dalam mencapai strategi kemandirian pangan. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 5(1), 19-28.
- Goddek, S., Joyce, A., Wuertz, S., Körner, O., Bläser, I., Reuter, M., & Keesman, K. 2019. Decoupled Aquaponics Systems. *Aquaponics Food Production Systems*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_8.
- Marbun, N., Mayari, F. A., Fitriah, F., Novani, S., Adlini, M. N., & Khairuna, K. 2022. Hidroponik Dan Aquaponik Sederhana: Solusi Budidaya Sayur Di Lahan Terbatas Dalam Skala Rumah Tangga. *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(8), 2834-2843.
- Oktaviani, A. D., Ulayyah, N. N. P., Yuliani, T. S., Rahayu, M. S., Lubis, I., & Nurul, F. 2020. Pemanfaatan lahan pekarangan untuk memenuhi kebutuhan keluarga di Desa Cintalaksana, Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Karawang. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*, 2(4), 535-539.
- Palmitessa, O., Signore, A., & Santamaria, P. 2024. Advancements and future perspectives in nutrient film technique hydroponic system: a comprehensive review and bibliometric analysis. *Frontiers in Plant Science*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1504792>.
- Purwantini. 2012. Potensi dan Prospek Pemanfaatan Lahan Pekarangan Untuk Mendukung Ketahanan Pangan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 30(1): 13-30.
- Schreinemachersa, P., Simmonds, E., & Wopereisc, M. (2017). Tapping the economic and nutritional power of vegetables. *Global Food Security*, 16, 36-45. <https://doi.org/10.1016/J.GFS.2017.09.005>.
- Shobihah, H. N., Yustiati, A., & Andriani, Y. (2022). Produktivitas Budidaya Ikan dalam Berbagai Konstruksi Sistem Akuaponik. *Akuatika Indonesia*, 7(1), 34-41.
- Syaputra, A., & S.Prawira, N. (2024). Implementation of IoT Technology in Aquaponics and Modern Aquaculture Systems for Optimizing Catfish Growth. *Journal of Computer Electronic and Telecommunication*. <https://doi.org/10.52435/complete.v5i2.642>.
- Tanaya, F. Y., & Prihatmo, G. 2021. Combination of zeolite, charcoal and water spinach as integrated filters to reduce ammonia level in aquaponic System. *SCISCITATIO: Journal for Biological Science*, 2(1), 7-15.
- Umar, U. 2024. Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Monitoring Ph, Suhu Air Dan Tds Pada Sistem Akuaponik Berbasis Internet Of Things (IOT). *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*. <https://doi.org/10.31884/jtt.v10i1.557>.
- Uziel, J., & Maeir, A. 2018. The Survey of the Site and Its Insights. *Near Eastern Archaeology*, 81, 4 - 5. <https://doi.org/10.5615/NEAREASTARCH.81.1.0004>.
- Wati, D. R., & Sholihah, W. (2021). Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino. *Jurnal Multinetics*, 7(1), 12-21.
- Wei, Y., Li, W., An, D., Li, D., Jiao, Y., & Wei, Q. 2019. Equipment and Intelligent Control System in Aquaponics: A Review. *IEEE Access*, 7, 169306-169326. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2953491>.
- Yep, B., & Zheng, Y. (2019). Aquaponic trends and challenges – A review. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.04.290>.