

PEMANFAATAN TEKNOLOGI AKUAPONIK UNTUK PEMBERDAYAAN MASYARAKAT MELALUI BUDIDAYA IKAN DAN SAYURAN DI RT. 20 KELURAHAN BATU AMPAR

Riza Hidayarizka^{1*}, Intan Dwi Wahyu Setyo Rini¹, Ismi Khairunnissa Ariani¹, Deshinta Aulia Saharani¹, Keisya Ghafira¹, Redina Anis Fadila Maulana¹, Sunarti², Antonio Efrem Daresto², Felicia Joylynn Paraisu², Eka Purbaningrum², Moch. Dwi Prasetyo Bayu Aj².

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Kalimantan

²Program Studi Teknik Material dan Metalurgi, Institut Teknologi Kalimantan

*E-mail: riza.hidayarizka@lecturer.itk.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk memberdayakan warga RT. 20 Kelurahan Batu Ampar, Kota Balikpapan, melalui penerapan teknologi akuaponik sebagai solusi budidaya terpadu antara ikan dan tanaman di lingkungan padat penduduk. Sistem akuaponik dipilih karena mampu menggabungkan budidaya ikan (akuakultur) dan tanaman (hidroponik) dalam satu ekosistem yang efisien, hemat lahan, dan ramah lingkungan. Pelaksanaan kegiatan meliputi sosialisasi prinsip kerja akuaponik, pelatihan perakitan sistem menggunakan bahan sederhana seperti drum dan pipa PVC, serta praktik penanaman kangkung dan budidaya ikan nila. Evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test terhadap sepuluh pertanyaan yang mencakup pemahaman prinsip, manfaat, efektivitas, dan kemudahan penggunaan sistem akuaponik. Hasilnya menunjukkan peningkatan signifikan pada tingkat pengetahuan dan kesadaran masyarakat, dengan rata-rata nilai meningkat dari 48% pada pre-test menjadi 93% pada post-test, atau kenaikan sebesar 45%. Peserta menjadi lebih memahami keterpaduan antara sistem hidroponik dan budidaya ikan, serta manfaatnya bagi ketahanan pangan rumah tangga. Selain memberikan hasil budidaya yang efisien, kegiatan ini juga meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pertanian berkelanjutan dan diharapkan dapat menjadi model pemberdayaan yang dapat diterapkan di wilayah padat penduduk lainnya.

Kata kunci: Akuaponik, Budidaya Ikan, Lingkungan, Kangkung, Pemberdayaan.

Abstract

This community service program aimed to empower residents of RT. 20, Batu Ampar Subdistrict, Balikpapan City, through the application of aquaponic technology as an integrated cultivation system combining fish and plants in densely populated areas. Aquaponics was chosen because it integrates aquaculture and hydroponics in a mutually beneficial, land-efficient, and environmentally friendly ecosystem. The implementation included socialization of aquaponic principles, hands-on training to assemble the system using simple materials such as drums and PVC pipes, and practical activities of cultivating water spinach and tilapia fish. Evaluation was carried out using pre-test and post-test questionnaires consisting of ten questions covering understanding of principles, benefits, effectiveness, and ease of use of the aquaponic system. The results showed a significant improvement in participants' knowledge and awareness, with average scores increasing from 48% (pre-test) to 93% (post-test), representing a 45% improvement. Participants gained a deeper understanding of the interconnection between hydroponics and aquaculture, as well as the potential of aquaponics to support household food security. In addition to producing efficient cultivation outcomes, this program successfully enhanced community awareness of sustainable agriculture and is expected to serve as a replicable empowerment model for other densely populated urban areas.

Keywords: Aquaponic, Empowerment, Environment, Fish Cultivation, Water Spinach

1. Pendahuluan

Minimnya pemanfaatan lahan kosong di lingkungan masyarakat, khususnya di RT. 20 Kecamatan Batu Ampar, menunjukkan masih rendahnya kesadaran dan inisiatif warga dalam mengoptimalkan ruang yang tersedia untuk kegiatan produktif dan berkelanjutan. Banyak lahan kosong yang dibiarkan tidak terurus atau digunakan untuk hal yang kurang bermanfaat, padahal lahan sempit memiliki potensi besar untuk meningkatkan ketahanan pangan dan

ekonomi keluarga. Salah satu teknologi pertanian modern yang berpotensi diterapkan di kawasan padat penduduk adalah sistem akuaponik, yang memungkinkan budidaya tanaman dan ikan secara terpadu dalam satu siklus produksi (Pratopo & Thoriq, 2021).

Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa sistem akuaponik sangat sesuai diterapkan pada kondisi lahan terbatas di wilayah RT. 20, Kecamatan Batu Ampar. Melalui sistem ini, masyarakat dapat memanfaatkan pekarangan rumah atau lahan nonproduktif menjadi media budidaya yang menghasilkan dua komoditas sekaligus, yaitu ikan dan sayuran, sebagai sumber protein dan gizi rumah tangga (Sinaga et al., 2022). Selain efisien dalam penggunaan lahan, sistem ini juga memiliki keunggulan lain seperti efisiensi air, peningkatan kadar oksigen melalui aerasi, serta produktivitas tanaman yang lebih tinggi dibanding metode tanam konvensional (Hapsari et al., 2022).

Namun, penerapan akuaponik di lingkungan masyarakat Batu Ampar masih terkendala oleh rendahnya pemahaman dan pengetahuan terkait konsep, cara kerja, serta manfaat sistem ini. Sebagian besar warga belum memahami tahapan dasar seperti pemeliharaan ikan, pemilihan tanaman, sistem sirkulasi air, dan pengelolaan limbah organik. Kurangnya pelatihan, sosialisasi, dan akses terhadap informasi membuat masyarakat ragu untuk memulai budidaya akuaponik (Irawan et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan upaya intensif dalam bentuk edukasi, pendampingan, dan praktik langsung agar masyarakat mampu mengelola sistem akuaponik secara mandiri dan berkelanjutan.

Akuaponik sendiri merupakan sistem budidaya terpadu yang menggabungkan akuakultur (budidaya ikan) dan hidroponik (budidaya tanaman tanpa tanah) dalam satu ekosistem yang saling menguntungkan (Bangkit, 2017). Air dari wadah budidaya ikan dipompa ke media tanam, di mana limbah metabolisme ikan diubah secara biologis menjadi nutrisi yang dibutuhkan tanaman (Ferijal et al., 2017). Tanaman kemudian berfungsi sebagai penyaring alami yang menjaga kualitas air, sehingga air yang kembali ke kolam tetap bersih dan layak bagi ikan. Dengan demikian, sistem akuaponik bersifat berkelanjutan karena memanfaatkan limbah sebagai sumber nutrisi tanpa perlu pupuk kimia tambahan (Rokhmah & Ammatillah, 2018). Kegiatan akuaponik terbukti mampu menyediakan kebutuhan protein dan sayuran sekaligus dalam satu wadah budidaya (Setyati, 2020).

2. Metode Pelaksanaan

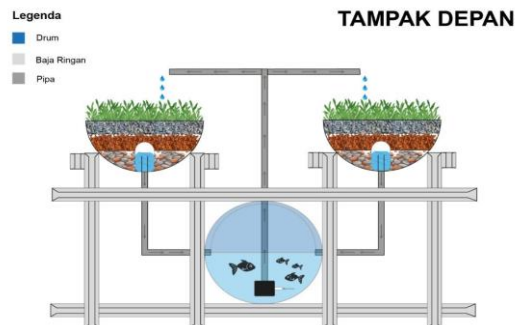
Kegiatan dilakukan di Jl. Soekarno Hatta Km. 3 RT. 20 Kelurahan Batu Ampar, Balikpapan Utara, Kota Balikpapan pada bulan April hingga Juni 2025. Bahan yang digunakan pada kegiatan ini adalah benih kangkung, bibit ikan lele dan ikan nila, pakan ikan, media tanam berupa beberapa lapisan batu koral dan koral pasir malang, dan air. Sedangkan untuk bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa sistem akuaponik yang terdiri dari 2 buah drum yang dibelah menjadi 2 bagian, Baja ringan 75/0,75 yang dipotong menyesuaikan bentuk sistem akuaponik yang telah dirancang, serta pembuatan rangka atap pada sistem akuaponik. Untuk menjaga volume air pada setiap bak yang digunakan sebagai media tanam, dibuatkan bell siphon yang dirancang sederhana.

Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

1. Pembuatan sistem akuaponik dimulai dengan memotong baja ringan 75/0,75 menggunakan gerinda dengan ukuran 65 cm sebanyak 8 potong, 120 cm sebanyak 4 potong, dan 50 cm sebanyak 8 potong. Rangkai baja ringan tersebut menggunakan baut baja ringan.
2. Pasang drum dengan memasukkan ke rangka akuaponik yang telah dibuat, lalu potong baja ringan dengan ukuran 100 cm sebanyak 4 potong, dan 70 cm sebanyak 2 potong untuk digunakan sebagai kanopi atau atap dari sistem akuaponik. Kemudian, baja ringan yang telah dipotong menggunakan gerinda disambungkan dan dipasang seng fiber.
3. Agar volume air pada drum yang digunakan sebagai media tanam tetap terjaga, maka dibuatkan sistem bell siphon sederhana sebanyak 2 buah yang akan digunakan pada drum media tanam di drum kanan dan drum kiri dengan memotong pipa ½ inch dengan

ukuran 15 cm, pipa 2 inch dengan ukuran 25 cm, dan pipa 2 ½ inch dengan ukuran 30 cm. Kemudian, drum di lubangi dan pipa ½ inch dimasukkan ke dalam drum dengan menyambungkannya dengan socket pipa ½ inch lalu di lem menggunakan lem epoxy agar air pada drum tidak keluar. Pipa 2 inch diberikan plastik lalu di solasi agar plastik tersebut tidak terlepas. Tujuan diberi plastik ini agar pipa tersebut memiliki daya hisap pada saat drum telah terisi air. Pipa 2 ½ inch di bolongi sisi nya yang diperuntukan agar pasir malang dan juga koral yang digunakan sebagai media tanam tidak ikut terhisap dan turun ke media budidaya ikan.

4. Rangkaian pipa air pada sistem dirancang untuk mendistribusikan air yang berasal dari drum media ikan yang mengandung amonia yang berasal dari feses ikan yang dapat digunakan sebagai pupuk organik bagi tanaman di atasnya. Pengaliran ini dimulai dengan meletakkan pompa pada satu sisi drum media budidaya ikan. Dari pompa, air akan dibawa mengalir ke drum media tanaman atas yang digunakan sebagai nutrisi bagi tanaman. Selain itu, pada saat air dialirkan ke drum media tanam, air akan otomatis terfilter kotorannya oleh batu koral dan pasir malang yang digunakan sebagai media tanaman. Setelah itu, air yang telah mengalir ke atas akan kembali di pompa turun ke media budidaya ikan menggunakan daya hisap dari bell siphon yang telah dibuat. Siklus ini memungkinkan pemanfaatan nutrisi secara berkelanjutan dan optimal, dan mendukung pertumbuhan tanaman dalam kondisi terkontrol.

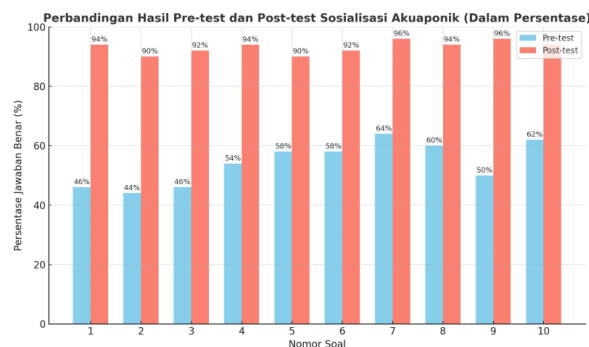


Gambar 4. Rancangan Sistem akuaponik

3. Hasil dan Pembahasan

Pada sistem akuaponik antara tanaman di atas dan kolam ikan di bawah saling berkaitan, tanaman kangkung dan ikan nila yang dibudidayakan akan membutuhkan satu dengan yang lain untuk hasil yang lebih optimal. Limbah kotoran dari ikan nila dan sisa pakan dari ikan diresirkulasi menuju subsistem hidroponik yang ditanami sayuran kangkung. Dalam penanaman kami menggunakan dua sistem, dimana sistem yang pertama benih kangkung disemai terlebih dahulu pada *traypot*, dan sistem yang kedua yaitu sistem tebar benih, dimana benih kangkung langsung ditebar di media tanam tanpa adanya proses semai.

Kuisiener Sosialisasi Akuaponik



Gambar 5. Hasil Pre-Post Test Sosialisasi Akuaponik


Dari hasil Sosialisasi Akuaponik, terlihat bahwa nilai pre-test peserta berada pada kisaran 40–55%, sedangkan nilai post-test meningkat hingga 80–95% pada setiap butir pertanyaan. Dengan demikian, terjadi peningkatan pemahaman masyarakat sebesar 35–50% setelah kegiatan sosialisasi dilakukan. Peningkatan ini menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian berhasil secara signifikan dalam meningkatkan pengetahuan dan pemahaman peserta mengenai sistem akuaponik. Peserta yang semula memiliki pemahaman dasar kini lebih memahami hubungan antara komponen hidroponik dan budidaya ikan, serta mampu menilai efektivitas dan manfaat sistem akuaponik dengan lebih baik.

Pertanyaan dalam kuesioner mencakup aspek-aspek seperti prinsip kerja, keunggulan, efektivitas, manfaat, kemudahan penggunaan, serta tingkat ketertarikan terhadap sistem akuaponik. Berdasarkan hasil tersebut, masyarakat menunjukkan peningkatan yang merata di seluruh aspek dengan rata-rata kenaikan pemahaman sekitar 45%. Hal ini mengindikasikan bahwa metode sosialisasi yang dilakukan efektif dalam memberikan pengetahuan praktis dan teoretis, sekaligus menumbuhkan minat masyarakat untuk menerapkan sistem akuaponik sebagai alternatif pertanian dan perikanan berkelanjutan di lingkungan rumah tangga maupun komunitas kecil.

Perkembangan Ikan Nila

Tabel 1 menunjukkan data perkembangan pertumbuhan kangkung pada media drum selama periode pengamatan. Dari hasil pengamatan terlihat adanya peningkatan tinggi tanaman serta jumlah daun yang cukup konsisten seiring berjalannya waktu. Hal ini menandakan bahwa kondisi media tanam dan nutrisi yang diberikan mendukung pertumbuhan vegetatif kangkung secara optimal. Informasi tersebut dapat dijadikan acuan dalam menentukan waktu panen dan mengevaluasi efektivitas sistem budidaya yang digunakan sebagaimana ditampilkan pada tabel.

Tabel 1 Perkembangan Pertumbuhan Kangkung

Progres	Deskripsi	Dokumentasi
Proses semai benih kangkung pada <i>traypot</i>	Tahap awal penanaman kangkung dilakukan dengan menyemai benih pada <i>traypot</i> menggunakan rockwool. Rockwool, yang berasal dari lelehan batuan basalt, sering dipakai dalam sistem pertanian modern seperti hidroponik dan akuaponik. Media ini bersifat steril, tahan lama, mampu menyimpan air, serta memiliki aerasi baik. Struktur berporinya mendukung akar memperoleh oksigen meski dalam kondisi jenuh air, sekaligus menjaga kelembapan optimal untuk pertumbuhan tanaman.	

<p>Pertumbuhan kangkung setelah 2 minggu</p>	<p>Gambar tersebut menunjukkan perkembangan tanaman kangkung yang dibudidayakan menggunakan sistem akuaponik selama dua minggu. Dari tampilan visualnya, terlihat bahwa kangkung tumbuh dengan sangat baik dan subur. Daun-daunnya berwarna hijau segar, memanjang, dan tumbuh rapat, menandakan bahwa tanaman ini mendapatkan nutrisi yang cukup dari air yang bersirkulasi dalam sistem akuaponik.</p>	
<p>Pemanenan kangkung</p>	<p>Kangkung yang sudah tumbuh akan dipanen dengan dua cara, yaitu sistem cabut dan sistem potong. Sistem cabut dilakukan dengan mencabut hingga akar, biasanya jika akan diganti dengan tanaman lain. Sistem potong hanya memotong batang, sehingga kangkung bisa tumbuh kembali dan dipanen lagi dalam 10–14 hari.</p>	

Tabel dan Gambar diatas merupakan sebuah tahapan penanaman kangkung pada media drum, dimana benih kangkung melalui proses semai pada *traypot* dengan *rockwool*. *Rockwool* merupakan material berbasis serat mineral yang berasal dari lelehan batuan basalt dan banyak dimanfaatkan sebagai media tanam dalam berbagai sistem pertanian modern, termasuk hidroponik dan akuaponik. Fungsi utamanya antara lain sebagai media tumbuh yang steril, tahan lama, serta memiliki kemampuan retensi air dan aerasi yang sangat baik. Struktur berpori dari *rockwool* memungkinkan akar tanaman memperoleh cukup oksigen meskipun dalam kondisi jenuh air, sekaligus menjaga kelembapan optimal tanpa mengganggu pertumbuhan (Sazali et al., 2024).

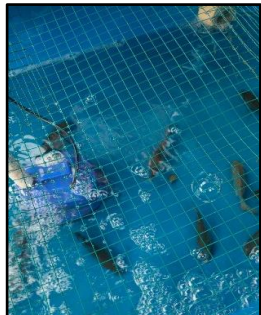

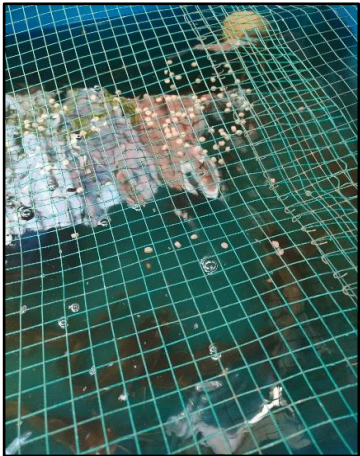
Selama proses pertumbuhan sekitar 1 bulanan, tanaman kangkung dapat dipanen. Gambar diatas merupakan proses pemanenan kangkung, sistem yang kami gunakan saat panen kangkung adalah sistem potong sehingga nanti dapat memanen kangkungnya kembali di 10 sampai 14 hari kedepan. Kangkung yang kami hasilkan baik karena dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti air, sinar matahari dan nutrisi kangkung yang didapatkan dari kotoran ikan.

Perkembangan Ikan Nila

Selain berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman kangkung, sistem akuaponik juga berpengaruh positif terhadap kelangsungan hidup ikan nila yang dibudidayakan. tingkat kelangsungan hidup ikan dapat dipengaruhi oleh faktor dalam dan luar ikan. Faktor dalam terdiri dari umur dan kemampuan ikan dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan. Faktor luar terdiri dari kondisi abiotik antara lain ketersediaan makanan dan kualitas media hidup. Diminggu pertama terdapat beberapa ikan nila yang mati karena disebabkan dari kemampuan ikan dalam beradaptasi dengan lingkungan baru dan juga pompa air yang terlalu cepat. Kematian sebagian ikan juga bisa disebabkan karena ikan terserang bakteri *Aeromonas hydrophila*. Infeksi *Aeromonas hydrophila* dapat terjadi akibat perubahan kondisi lingkungan, stres, perubahan temperatur air yang terkontaminasi dan ketika host

(inang) tersebut telah terinfeksi oleh virus, bakteri atau parasit lainnya (infeksi sekunder) (Pratopo et al., 2021).

Tabel 2 Perkembangan Ikan

Progres	Deskripsi	Dokumentasi
Benih Ikan Nila	Benih ikan nila berukuran 5–7 cm dimasukkan ke dalam drum berisi air setelah melalui proses aklimatisasi. Aklimatisasi dilakukan agar ikan dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan baru, mengurangi stres, serta beradaptasi terhadap perbedaan suhu, tekanan, pH, salinitas, dan kadar oksigen.	
Perkembangan Ikan Nila	Selama proses perkembangan 2 minggu terjadi beberapa kematian ikan nila yang disebabkan karena faktor dari kemampuan ikan nila dalam beradaptasi dan juga faktor dari luar seperti kualitas media air. Parameter kualitas air yang berpengaruh signifikan terhadap keberlangsungan hidup ikan adalah oksigen terlarut dalam air dan pH (Hendrajat et al. 2018).	
Perkembangan Ikan Lele	Ikan nila dipelihara sekitar 2 minggu, namun pada minggu ke-4 hingga ke-5 terjadi kerusakan pompa air sehingga ikan berukuran 9–11 cm dipanen untuk mencegah kematian massal. Setelah itu, nila diganti dengan lele karena lele lebih toleran terhadap kondisi lingkungan yang kurang ideal, lebih adaptif pada budidaya padat tebar, serta memiliki efisiensi konversi pakan yang baik, termasuk memanfaatkan pakan alternatif atau limbah organik.	

4. Kesimpulan

Penerapan teknologi akuaponik dalam kegiatan pengabdian masyarakat di RT. 20 Kelurahan Batu Ampar terbukti memberikan manfaat nyata dalam meningkatkan pemanfaatan lahan sempit, menunjang ketahanan pangan, serta mendorong partisipasi aktif masyarakat. Sistem budidaya terpadu antara ikan nila dan sayur kangkung yang dibangun menggunakan bahan sederhana ini menunjukkan hasil yang positif baik dari segi pertumbuhan tanaman maupun kelangsungan hidup ikan.

Selain itu, hasil kuisioner pre-test dan post-test menunjukkan adanya peningkatan pemahaman masyarakat yang signifikan terhadap sistem akuaponik. Nilai rata-rata pre-test yang sebelumnya berada pada kisaran 44–64% meningkat menjadi 90–96% setelah kegiatan sosialisasi, dengan rata-rata kenaikan pemahaman sekitar +40%. Peningkatan ini mencerminkan keberhasilan kegiatan dalam memperkuat pengetahuan masyarakat mengenai prinsip kerja, manfaat, serta efektivitas sistem akuaponik dalam budidaya ikan dan tanaman secara berkelanjutan. Dengan demikian, teknologi akuaponik layak untuk direplikasi di wilayah permukiman padat lainnya sebagai salah satu bentuk pemberdayaan masyarakat berbasis lingkungan yang berorientasi pada pertanian modern, efisien, dan ramah lingkungan.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Institut Teknologi Kalimantan atas dukungan dan kepercayaan yang diberikan kepada kami untuk menjalankan program Pengabdian kepada masyarakat ini. Tidak lupa kami sampaikan penghargaan dan terima kasih yang tulus kepada Ketua RT. 20 yang telah memberikan izin, dukungan, serta menerima kehadiran kami dengan sangat baik. Kami juga sangat berterima kasih kepada seluruh warga RT. 20 Kelurahan Batu Ampar atas keterlibatan aktif, keramahan, dan kerjasamanya selama kegiatan berlangsung. Terakhir, kami menyampaikan apresiasi kepada seluruh anggota tim Pengabdian kepada masyarakat atas dedikasi, kerja sama, dan semangat kebersamaan yang luar biasa dalam menjalankan program ini. Kami menyadari bahwa keberhasilan kegiatan ini tidak terlepas dari kontribusi semua pihak yang telah mendukung kami, dan semoga apa yang telah kami lakukan dapat memberikan manfaat nyata dan berkelanjutan bagi masyarakat setempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangkit, A. (2017). *Teknologi Akuaponik sebagai Solusi Pertanian Perkotaan*. Jurnal Agroteknologi, 9(2), 45–52.
- Ferijal, R., Sutanto, H., & Sari, D. (2017). *Pemanfaatan Limbah Organik pada Sistem Akuaponik untuk Pertanian Ramah Lingkungan*. Jurnal Agroqua, 15(1), 33–39.
- Hapsari, E., Widianingrum, R., & Rahmawati, A. (2022). *Performa Kualitas Air, Pertumbuhan, dan Kelulushidupan Ikan Nila (Oreochromis niloticus) pada Sistem Akuaponik dengan Jenis Tanaman Berbeda*. Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture, 6(2), 102–111. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/sat/article/view/6425>
- Irawan, F., Nurjani, N., & Basuni, B. (2022). *Pengaruh Komposisi Media Substrat terhadap Pertumbuhan dan Hasil Pakcoy Sistem Budidaya Akuaponik*. Jurnal Sains Pertanian Equator, 11(3), 220–229. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jspp/article/view/63867>
- Pratopo, L. H., & Thoriq, A. (2021). *Produksi Tanaman Kangkung dan Ikan Lele dengan Sistem Akuaponik di Desa Sidoraharjo, Kecamatan Kedamean, Kabupaten Gresik*. Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian, 9(1), 68–76. <https://jurnal.unipasby.ac.id/kanigara/article/view/6865>
- Rokhmah, N., & Ammatillah, N. (2018). *Pemanfaatan Limbah Ikan dalam Sistem Akuaponik Berkelanjutan*. Jurnal Keteknikan Pertanian, 6(4), 255–262.
- Sazali, N., Zainudin, M. S. M. M., Radzi, A. A. M., Hashim, M. A., Rizal, M. L. M., & Leni, D. (2024). *A Brief Discovery on the Evaluation of Rock Wool and Zeolite in a Hydroponic Drip System for The Cultivation of Lettuce (Lactuca Sativa)*. International Journal Of Technical Vocational And Engineering Technology, 5(2), 39–46.
- Setyati, W. (2020). *Efektivitas Sistem Akuaponik dalam Penyediaan Protein dan Sayuran Rumah Tangga*. Jurnal Teknologi Pertanian Berkelanjutan, 8(1), 21–29.
- Sinaga, H., Santikawati, S., & Nazara, J. M. (2022). *Aplikasi Teknologi Akuaponik Sederhana pada Budidaya Ikan Air Tawar untuk Optimalisasi Lahan Perkotaan*. Tapan Nauli: Jurnal Penelitian Terapan Perikanan dan Kelautan, 4(2), 51–60. https://stpsibolga.ac.id/ojs/index.php/TAPIAN_NAULI/article/view/81