

Aquaponik Tambak Terpadu: Strategi Edukatif dan Produktif dengan Budidaya Ikan dan Sayuran dalam Media Ember di Desa Sewurejo

Irene Maria Permata Putri¹, Milam Oktapi Purwo Putri², Hanif Abiyyu Rachdi Pradana³, Zakiyah Nur Farhani⁴, Hidayatur Bintang Ardhana⁵, Lintang Wirayuda⁶, Renita Puspa Wahyuningtyas⁷, Alif Vani Karisma Putri⁸, Raisa Farahfahlevi⁹, Ade Yonathan Anugrah Adi¹⁰

^{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10} Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

Received : 15 September 2025, Revised : 20 September 2025, Published : 27 September 2025

Corresponding Author

Nama Penulis: Irene Maria Permata Putri

E-mail: iirnmaria@gmail.com

Abstrak

Penerapan sistem akuaponik tambak terpadu merupakan salah satu upaya inovatif untuk mendorong kemandirian pangan dan juga meningkatkan kapasitas masyarakat desa. Kegiatan ini dilakukan di Desa Sewurejo, Kecamatan Mojogedang, Kabupaten Karanganyar dengan menggunakan media ember yang berisi ikan lele yang dikombinasikan dengan sayuran selada dan sawi pada bagian atas ember. Kegiatan ini mencakup tahap persiapan, pelaksanaan, hingga evaluasi melalui pendekatan partisipatif. Hasil pelaksanaan menunjukkan bahwa kegiatan ini tidak hanya mampu menghasilkan ikan dan sayuran secara bersamaan, tetapi juga memberikan manfaat edukatif berupa peningkatan keterampilan warga dalam budidaya terpadu yang berkelanjutan. Penerapan Effective Microorganisms 4 (EM4) pada tambak terbukti meningkatkan kualitas air dan memperbaiki tingkat kelangsungan hidup ikan lele. Program ini menumbuhkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan sumber daya alam secara efisien

Kata Kunci - akuaponik, tambak, ikan lele, selada

Abstract

The implementation of an integrated aquaponics pond system is one of the innovative efforts to promote food self-sufficiency and increase the capacity of rural communities. This activity was carried out in Sewurejo Village, Mojogedang District, Karanganyar Regency, using buckets containing catfish combined with lettuce and mustard greens on top of the buckets. This activity included the stages of preparation, implementation, and evaluation through a participatory approach. The results of the implementation show that this activity is not only capable of producing fish and vegetables simultaneously, but also provides educational benefits in the form of improving residents' skills in sustainable integrated cultivation. The application of Effective Microorganisms 4 (EM4) in ponds has been proven to improve water quality and increase the survival rate of catfish. This program raises community awareness of the importance of efficient natural resource management.

Keyword - aquaponics, fish ponds, catfish, lettuce

How to Cite : Putri, I. M. P., Putri, M. O. P., Pradana, H. A. R., Farhani, Z. N., Ardhana, H. B., Wirayuda, L., Wahyuningtyas, R. P., Putri, A. V. K., Farahfahlevi, R., & Adi, A. Y. A. (2025). Aquaponik Tambak Terpadu: Strategi Edukatif dan Produktif dengan Budidaya Ikan dan Sayuran dalam Media Ember di Desa Sewurejo. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bhinneka*, 4(1), 808–813. <https://doi.org/10.58266/jpmb.v4i1.517>

Copyright ©2025 Irene Maria Permata Putri, Milam Oktapi Purwo Putri, Hanif Abiyyu Rachdi Pradana, Zakiyah Nur Farhani, Hidayatur Bintang Ardhana, Lintang Wirayuda, Renita Puspa Wahyuningtyas, Alif Vani Karisma Putri, Raisa Farahfahlevi, Ade Yonathan Anugrah Adi

PENDAHULUAN

Desa Sewurejo, Kecamatan Mojogedang, Kabupaten Karanganyar merupakan wilayah yang memiliki potensi pertanian dan perikanan yang cukup baik. Ketersediaan lahan di Desa Sewurejo ini terbilang cukup luas, sehingga masyarakat tidak mengalami kesulitan dalam menjalankan kegiatan bercocok tanam maupun beternak. Namun, perkembangan teknologi budidaya terpadu yang menggabungkan dua sektor, yaitu pertanian dan perikanan masih jarang diterapkan di desa ini. Padahal, penerapan teknologi tersebut tidak hanya menghasilkan produk ganda, seperti ikan dan sayuran saja, tetapi juga berfungsi sebagai media edukasi untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan masyarakat. Sistem ini juga sangat potensial untuk mendukung ketahanan pangan keluarga dan juga menjadi peluang usaha mikro berbasis lingkungan (Purnamasari et al., 2025).

Salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah sistem akuaponik tambak terpadu berbasis ember. Sistem budidaya ini memanfaatkan ember plastik sebagai media utama untuk memelihara ikan lele. Sistem aquaponik merupakan sistem budidaya yang menggabungkan akuakultur dengan hidroponik (Hamdani et al., 2022). Metode ini sederhana dalam penerapannya dan juga hemat tempat, sehingga masih cocok untuk berbagai kalangan, termasuk yang belum pernah melakukan. Kotoran ikan lele pada sistem ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber pupuk organik bagi pertumbuhan tanaman di atasnya. Sebaliknya, tanaman berfungsi sebagai biofilter alami yang menyerap senyawa organik berlebih, sehingga kualitas air akan tetap terjaga bagi ikan (Rozie et al., 2021). Oleh karena itu, budidaya tambak dan aquaponik yang digabungkan dianggap sebagai budidaya yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah (Kusuma et al., 2025).

Tanaman yang digunakan pada sistem ini adalah selada dan sawi. Sawi merupakan sayuran yang banyak manfaatnya karena menjadi sumber vitamin, mineral dan serat yang dibutuhkan untuk kesehatan tubuh dan peningkatan kualitas hidup (Rizal, 2017). Kedua tanaman ini termasuk dalam jenis sayuran daun yang banyak dibudidayakan dalam sistem pertanian modern karena pertumbuhannya yang relatif cepat, serta memiliki nilai gizi yang tinggi. Selada merupakan tanaman yang memiliki beragam manfaat. Selada memiliki kandungan gizi berupa fosfor, iodium, seng, tembaga, besi, kobalt, kalsium, mangan, hingga potasium (Wijaya, 2018). Sementara itu, sawi dipilih karena memiliki siklus tanam yang singkat dan cocok untuk sistem akuaponik. Sawi hijau digunakan karena umumnya dapat dipanen pada umur satu bulan setelah tanam (Trisno et al., 2024). Selada dan sawi juga mampu tumbuh optimal hanya dengan nutrisi alami dari kotoran ikan tanpa perlu pupuk tambahan secara signifikan.

Penggunaan *Effective Microorganisms 4* (EM4) dalam budidaya ikan lele berperan penting sebagai agen biologis yang memperbaiki kualitas air tambak dan kesehatan ikan. EM4 terdiri dari beberapa mikroorganisme menguntungkan yang bersifat fermentasi yaitu bakteri asam laktat (*Lactobacillus casei*) dan khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) yang bekerja secara sinergis dalam mengurai bahan organik dan menekan pertumbuhan patogen (Anis dan Hariani, 2019). EM4 memiliki mekanisme dalam menghasilkan enzim untuk membantu pencernaan pakan. Bakteri EM4 pada saluran pencernaan ikan budidaya dapat mengubah mikroekologi usus sehingga mikroba menguntungkan berkembang biar dengan baik karena bakteri EM4 menghasilkan enzim amilasi, protease, dan selulose (Telaumbanua et al., 2023). Penambahan EM4 juga efektif dalam menekan amonia dan nitrit, sehingga dapat menstabilkan kualitas air secara alami dan mengurangi bau serta kekeruhan tambak. Selain itu, pemberian EM4 mampu mempercepat pertumbuhan ikan dan menurunkan tingkat mortalitas melalui mekanisme kompetisi mikroba dan peningkatan imunitas ikan (Wilisetyadi et al., 2022). EM4 tidak hanya meningkatkan produktivitas budidaya, tetapi juga mendukung praktik akuaponik yang lebih ramah lingkungan.

Tujuan diterapkannya sistem ini di Desa Sewurejo adalah untuk memperkenalkan teknologi sederhana yang dapat diterapkan dalam skala rumah tangga maupun kelompok kecil. Hal ini penting agar masyarakat memiliki alternatif diversifikasi pangan, meningkatkan keterampilan dalam mengelola teknologi ramah lingkungan, serta memperoleh hasil ekonomi tambahan melalui produksi ikan dan sayuran.

METODE

Metode yang digunakan untuk Budidaya Ikan dan Sayuran dengan Media Ember diantaranya :

1. Persiapan

Tahap persiapan dilakukan dengan membuat tambak ikannya terlebih dahulu dengan

mempersiapkan ember plastik berkapasitas 50 liter sebagai wadah untuk budidaya ikan, keran air untuk sirkulasi air, media tanam berupa *rockwool*, benih ikan lele berukuran 5-7 cm, serta penyemaian benih dan bibit tanaman, seperti sawi, selada, bayam, dan kangkung. Selain itu, dipersiapkan juga larutan EM4 yang berfungsi untuk menjaga stabilitas kualitas air dan mempercepat proses dekomposisi limbah organik.

2. Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan dimulai dengan mengundang warga Dusun Gragalan, Desa Sewurejo dan memberikan sosialisasi terlebih dahulu mengenai bagaimana cara menyemai benih tanaman secara tepat, menggunakan media apa saja. Sosialisasi juga dilakukan mengenai tambak ikannya, bagaimana cara merawat ikan lele, merawat dan mengganti air tambak ketika sudah mengalami perubahan bau dan warna atau tiap 2 minggu sekali dilakukan penggantian air. Tidak hanya itu, dijelaskan juga bagaimana konsep kerja ekosistem akuaponik tambak ini, bagaimana tanaman menyerap akan memanfaatkan air dan kotoran ikan sebagai sumber pupuk organik bagi pertumbuhannya. Setelah selesai dilakukan sosialisasi, akuaponik tambak dalam ember tersebut dibagikan ke tiap-tiap rumah masyarakat.

3. Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk menilai sejauh mana keberhasilan budidaya akuaponik tambak dengan media ember yang telah dilaksanakan. Evaluasi ini mencakup beberapa aspek, seperti pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele, perkembangan tanaman yang dinilai berdasarkan kecepatan tumbuh, warna daun, dan jumlah tanaman yang berhasil tumbuh dengan baik. Selain itu kualitas air juga menjadi indikator yang perlu dievaluasi dengan memperhatikan bau, warna, dan kejernihan air

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyemaian benih untuk tanaman kangkung, bayam merah, dan selada dilakukan di media berupa *cocopeat* yang terbuat dari serat kelapa dan media *rockwool*. Menurut Pambudy & Susanto (2024), penggunaan *rockwool* baik digunakan karena kemampuannya dalam menahan air (*water holding capacity*) dengan baik. Menurut (Warjoto et al., 2020), media *rockwool* terbuat dari bahan batu bara, batu kapur, dan batu basalt sehingga dapat membentuk serat dengan menggunakan suhu tinggi pada pembuatannya. Media ini dipilih karena lebih ramah lingkungan, ekonomis dan unggul dalam membantu penyimpanan nutrisi karena bentuk serat pada media tersebut. Namun penggunaan media ini perlu perhatian yang cukup mengenai pengaturan kondisi kelembaban media untuk pertumbuhan tanaman dan potensi zat yang menghambat pertumbuhan. Penyemaian dapat dilakukan pada tempat yang teduh dan lembab pada suhu 20-25 derajat C. Menurut Fadhillillah et al., (2019). Tahapan penyemaian tanaman dari benih ini membutuhkan waktu 7 hingga 14 hari yang tergantung pada siap tidaknya bibit dipindahkan dan setelah itu siap dipindahkan. Penyiraman juga dilakukan dengan hati-hati jangan dibiarkan sampai kering atau terlalu tergenang agar tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman.



Gambar 1. Sosialisasi Manfaat Akuaponik

Persiapan dan pembuatan tambak dengan media ember perlu disiapkan sambil menunggu proses penyemaian benih tanaman sayuran untuk dijadikan akuaponik. Persiapan akuaponik dimulai

dengan proses pembuatan wadahnya dengan cara melubangi tutup ember menggunakan bor *holesaw* yang digunakan untuk meletakkan sayuran yang dikombinasikan dengan tambak ikan atau budidaya ikan dalam ember. Menurut Fynnisa *et al.* (2024), bor *holesaw* yang biasa digunakan adalah bor dengan ukuran 22 mm untuk pipa dengan ukuran 4 *inch*. Wadah atau ember yang digunakan berukuran sedang dan dibuat keran pada bagian bawah ember. Keran ini berfungsi untuk membuang air yang sudah keruh untuk diganti dengan air yang bersih. Bibit ikan yang digunakan adalah ikan lele yang berumur 1 bulan. Menurut Munir *et al.* (2020), penggunaan bibit ikan lele usia satu bulan dikarenakan setelah usia satu bulan ikan dapat berkembang pesat sehingga dibutuhkan penyortiran pada pertumbuhan ikan lele tersebut. Proses mempersiapkan ekosistem sederhana berupa akuaponik ini, perlu dilakukannya aklimatisasi pada ikan lele agar mampu beradaptasi dengan tempat baru. Hal ini perlu membiarkan air dicampur dengan EM4 selama satu hari satu malam. Menurut Ponidi & Rizaly (2023), EM4 merupakan bahan yang terbuat dari kultur campuran yang mengandung berbagai macam mikroorganisme yang aman bagi lingkungan. Hal tersebut yang menyebabkan penggunaan EM4 memiliki sifat yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman.



Gambar 2. Foto Kegiatan Akuaponik

Bibit ikan lele yang sudah siap digunakan dan bersamaan dengan pertumbuhan tanaman yang telah disemai, sudah mencukupi untuk dapat dilakukan pemasangan atau aplikasi akuaponik. Tanaman sayuran yang sudah memenuhi kriteria siap dipindahkan ke dalam net pot yang di letakkan di lubang pada tutup ember yang sudah disediakan. Menurut Wulandari *et al.* (2021), pemindahan tanaman ke *net pot* pada saat tanaman mempunyai daun sejati sehingga tanaman mempunyai ruang tumbuh secara optimal. Tanaman yang dipindahkan yang telah memiliki daun sejati juga agar pertumbuhan tanaman tidak terganggu akibat *transplant shock*. Menurut Mainhart *et al.* (2024), *transplant shock* dapat terjadi apabila sistem akar belum berkembang secara cukup saat tanaman dipindahkan, sementara daun sejati dan masa pertumbuhan belum aktif yang akan menyebabkan stres karena ketidakseimbangan antara akar dan daun akibat kehilangan kemampuan untuk menyerap air dan nutrisi dalam jumlah yang sesuai. Proses pemindahan yang dilakukan secara tepat akan membuat tanaman mampu beradaptasi lebih cepat dengan lingkungan baru.

Selain pemindahan tanaman, ikan lele juga dimasukkan ke dalam ember yang airnya sudah dicampur dengan EM4, kemudian tanaman yang telah dipindah dalam net pot akan diletakkan pada bagian tutup ember yang telah dilubangi. Menurut Susilawati dan Mustarin. (2023), pemberian EM4 pada sistem akuaponik tambak dapat memperbaiki kualitas air dan meningkatkan kualitas hidup ikan melalui perbaikan nilai oksigen terlarut (DO). Ikan yang dimasukkan ke dalam ember ini rata-rata sebanyak 15 ekor pada masing-masing ember. Penebaran ikan lele kedalam ember disesuaikan dengan volume air dan ketersediaan oksigen terlarut. Selain itu, keseimbangan antara jumlah ikan, volume air, dan keberadaan mikroorganisme dari EM4 sangat penting untuk menjaga siklus nutrisi yang optimal bagi pertumbuhan tanaman dan kesehatan ikan.

Pelaksanaan kegiatan pembuatan ekosistem sederhana berupa tambak dengan hidroponik berupa akuaponik juga dilakukasn sosialisasi. Sosialisasi ini membahas mengenai bagaimana cara perawatan air untuk budidaya ikan dan perawatan tanaman. Menurut Muhtarom *et al.* (2023), perawatan ini bertujuan agar terdapat keseimbangan antara ikan, tanaman, dan kualitas air yang

dilakukan dengan cara pemantauan dan perhatian secara konsisten. Perawatan air ini mencakup pergantian air yang sudah keruh yang perlu diganti setiap 2 minggu sekali. Menurut Prihatin *et al.* (2022), pelaksanaan perawatan kejernihan air dapat dijadwalkan sehingga amoniak zat sisa pakan ikan yang tidak terurai dapat dihilangkan. Perawatan ini perlu diperhatikan agar ikan tidak mengalami stres dan mati. Selain itu air yang diganti ini juga mempengaruhi bau yang dihasilkan karena adanya kotoran ikan yang menumpuk. Perawatan tanaman ini harus dilakukan secara spesifik dengan cara mengganti atau menyulam tanaman yang sudah mati dan dilakukan pemangkasan untuk mengefisienkan pertumbuhan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pembuatan ekosistem sederhana berupa penggabungan pembuatan tambak ikan melalui budidaya ikan dalam ember dengan hidroponik untuk dijadikan sistem budidaya akuaponik. Budidaya ini melibatkan tanaman kangkung, bayam merah, selada, dan pakcoy sebagai media tanaman dalam *net* pot. Selain itu juga pemanfaatan ikan lele untuk tambak sederhananya. Hasil yang diperoleh dari adanya kegiatan ini yaitu peningkatan pengetahuan mengenai cara budidaya sederhana yang memanfaatkan bahan yang sederhana juga. Selain itu juga dapat meningkatkan penyediaan kebutuhan pangan secara mandiri bari masyarakat dengan memanfaatkan pekarangan rumah.

Saran yang dapat diberikan adalah perlunya pengembangan sistem akuaponik tambak berbasis ember dalam skala yang lebih luas, sehingga hasilnya tidak hanya untuk konsumsi rumah tangga, tetapi juga berpotensi menjadi usaha ekonomi produktif. Monitoring jangka panjang terhadap kualitas air, pertumbuhan tanaman, dan kelangsungan hidup ikan lele perlu dilakukan secara rutin agar sistem akuaponik tambak dapat berjalan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sebelas Maret yang telah memberikan kesempatan serta telah memberikan dukungan finansial dan moral dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini. Terima kasih kepada dosen pembimbing lapangan atas bimbingan dan arahnya. Tanpa adanya dukungan tersebut, kegiatan ini tidak dapat berjalan sebagaimana mestinya. Semoga dengan adanya kegiatan ini mampu membantu meningkatkan kesejahteraan masyarakat dalam pemenuhan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anis, M. Y., & Hariani, D. (2019). Pemberian pakan komersial dengan penambahan EM4 (Effective Microorganism 4) untuk meningkatkan laju pertumbuhan lele (*Clarias sp.*). *Jurnal Riset Biologi dan Aplikasinya*, 1(1), 1-8.
- Fadhilillah, R. H., Dwiratna, S., & Amaru, K. (2019). Performance of floating raft fertigation system on water spinach plants (*Ipomea reptans* Poir.) cultivation. *Jurnal Online Pertanian Tropik*, 6(2), 165-179.
- Fynnisa, Z., Ramadhan, A., Nasution, A., Rahmadani, E., Setiawan, H., Khoir, M., Hartini, R., Pakpahan, S. R. H. & Dahwafi, W. (2024). Pembuatan Lubang Biopori Guna Meningkatkan Resapan Air Hujan Di Dusun Satu A Desa Banjar. *Jurnal Garuda Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 59-65.
- Hamdani, H., Suryadi, I. B. B., Zahidah, z., Andriani, Y., Dewanti, L. P., & Sugandhy, R. (2022). Manajemen Kualitas Air dalam Budidaya Akuaponik Sistem Pasang Surut. *Jurnal Berdaya*, 2(1), 1-7.
- Kusuma, P. S. W., Hariani, D., Sopandi, T., Binawati, D. K., Ajiningrum, P. S., Andriani, V., & Yachya, A. (2025). PKM-Optimalisasi Pertumbuhan Dan Hasil Panen Melalui Kontrol Air Dan Pakan Efektif Pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Dalam Ember Dipadukan Sistem Akuaponik. *Jurnal Abadimas Adi Buana*, 8(02), 157-171.
- Mainhart, D. E., Christoffersen, B. O., Thompson, R. A., Reemts, C. M., & Fierro-Cabo, A. (2024). Preparing for the Worst: Enhancing Seedling Traits to Reduce Transplant Shock in Semi-Arid Regions. *Forest*, 15(9), 3-24.
- Muhtarom, H. Z., Tanjung, A., & Setiawan, R. F. (2023). Peningkatan Kewirausahaan dalam Bidang Pertanian: Strategi Inovatif untuk Pembangunan Pertanian Berkelanjutan". *Journal of Community Service (JCOS)*, 1(3), 249-255.

- Munir, M., Yusuf, M., & Suwardana, H. (2020). Penguatan teknik budidaya ikan lele (*Clarias sp*) sistem kolam terpal berbasis penyuluhan dan pendampingan di desa Patihan Kecamatan Widang Kabupaten Tuban. *Jurnal Ilmiah Abdi Mas TPB Unram*, 2(2).
- Pambudy, B., & Susanto, A. (2024). Pengaruh jenis media tanam dan konsentrasi nutrisi AB-MIX terhadap pertumbuhan selada hijau (*Lactuca Sativa L.*) menggunakan sistem hidroponik rakit apung. *Journal of Biopesticides and Agriculture Technology*, 1(2), 55-70.
- Ponidi, P., & Rizaly, A. (2023). Pengembangan Mikroba Em4 Untuk Fermentasi Pupuk Organik di Desa Carang Wulung Wonosalam. *Jurnal Kreativitas Dan Inovasi (Jurnal Kreanova)*, 3 (2), 76-80.
- Prihatin, J. Y., Pambudi, S., Supriyanto, B., & Widodo, L. (2022). Pemberdayaan Pengoptimalan TTG Aquaponik Sistem Grow Up Filtrasi Fluida pada Masyarakat kecamatan Serengan. *Abdi Masya*. 1(4), 172-177.
- Purnamasari, M., Ibanah, I., Hamzah, M. N., Resmi, A. D., Qolbuniah, N. D., Maulidina, N. S., & Sari, L. P. (2025). Integrasi Budidaya Ikan Dan Sayuran Dalam Ember (BUDIKDAMBER) Sebagai Upaya Peningkatan Ketahanan dan Kemandirian Pangan Masyarakat di Desa Sumber Tengah. *Jurnal Bakti Dirgantara*, 2(2), 96-102.
- Rizal, S. (2017). Pengaruh nutrisi yang diberikan terhadap pertumbuhan tanaman sawi pakcoy (*Brassica rapa l.*) Yang ditanam secara hidroponik. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 14(1), 38-44.
- Rozie, F., Syarif, I., Al Rasyid, M. U. H., & Satriyanto, E. (2021). Sistem akuaponik untuk peternakan lele dan tanaman kangkung hidroponik berbasis IOT dan sistem inferensi fuzzy. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 8(1), 157-166.
- Susilawati, E., & Mustarin, A. (2023). Pengaruh Pemberian EM4 dengan Dosis Berbeda dalam Sistem Akuaponik terhadap FCR (Feed Conversion Ratio) dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Lemuru*, 5(3), 479-494.
- Telaumbanua, B. V., Telaumbanua, P. H., Lase, N. K., & Dawolo, J. (2023). Penggunaan probiotik EM4 pada Media Budidaya Ikan: Review. Triton. *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*. 19(1), 36-42.
- Trisno, E., Abri, A., & Nasution, M. A. (2024). Respon Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau *Brassica juncea L.* Pada Budidaya Ikan Nila *Oreochromis niloticus* Dengan Aplikasi Eko-Enzim Teknologi Akuaponik Sederhana. *PALLANGGA: Journal of Agriculture Science and Research*, 2(1), 01-10.
- Warjoto, R. E., Barus, T., & Mulyawan, J. (2020). Pengaruh media tanam hidroponik terhadap pertumbuhan bayam (*Amaranthus sp.*) dan selada (*Lactuca sativa*). *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 20(2), 118-125.
- Wijaya, R. (2018). Hasil Dan Pertumbuhan Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*) Dalam Sistem Akuaponik Ikan Nila, Ikan Lele Dan Ikan Pelangi. *Median: Jurnal Ilmu Ilmu Eksakta*, 10(3), 14-22.
- Wilisetyadi, L. W., Setyowati, D. N., & Azhar, F. (2022). The Effect of EM4 Probiotic Administration for Growth and Survival of Vaname Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fish Health*, 2(2), 40-46.
- Wulandani, B. R. D., Citra, D. K., Anwariah, Z., & Ulpiana, M. D. (2021). Pemanfaatan gelas plastik menjadi net pot hidroponik bernilai ekonomis berbasis zero waste di Kelurahan Semayan, Kecamatan Praya, Kabupaten Lombok Tengah. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(3).