

APLIKASI TEKNOLOGI AKUAPONIK PADA BUDIDAYA IKAN DI POKDAKAN AN NUR PAMEKASAN, MADURA, JAWA TIMUR

**Luthfiana Aprilianita Sari¹, Akhmad Taufiq Mukti¹, Woro Hastuti Satyantini¹, Fio Surya
Pratama Semendo Panhar², Naufal Falatehan² dan Fitrul Azizi Firdaus²**

¹*Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine, Universitas Airlangga, Kampus C Jalan
Mulyorejo, Surabaya 60115 East Java, Indonesia*

²*Program Study of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Marine, Universitas Airlangga, Kampus C Jalan Mulyorejo,
Surabaya 60115 East Java, Indonesia*

* Penulis Korespondensi : luthfianaas@fpk.unair.ac.id

Abstrak

Akuaponik merupakan teknologi yang menerapkan sistem resirkulasi menggunakan prinsip integrasi tanaman dan dipadukan dengan budidaya ikan. Teknologi ini bertujuan untuk mendapatkan hasil ganda dari sayuran dan ikan yang menghasilkan keuntungan. Teknologi ini juga dapat memanfaatkan ruang dan air serta budidaya yang berkelanjutan. Penelitian dilakukan pada kelompok mitra Program Kemitraan Masyarakat (PKM) yaitu kelompok pembudidaya ikan An Nur (Pokdakan) yang berlokasi di Desa Kaduara Barat, Kecamatan Larangan, Kabupaten Pamekasan, Madura, Provinsi Jawa Timur. Kelompok mitra memiliki sekitar 15 anggota, yang masing-masing memiliki pengalaman dalam budidaya ikan selama sekitar 3-4 tahun. Metode yang dipergunakan pada penelitian ini merupakan metode observasi dengan pengumpulan data meliputi data utama serta sekunder. Data dikumpulkan dengan cara observasi, wawancara, konseling dan studi kepustakaan. Teknologi akuaponik menerapkan sistem resirkulasi yang bertujuan untuk mengelola kembali air yang digunakan agar dapat digunakan serta memenuhi kebutuhan untuk kegiatan budidaya. Sistem resirkulasi tidak membutuhkan lahan yang luas dan penggunaan volume air yang dibutuhkan tidak terlalu banyak. Penambahan volume air baru hanya dilakukan pada saat terjadi penguapan atau rembesan. Selain itu, sistem resirkulasi kualitas air dapat ditingkatkan dengan sistem filtrasi melalui filtrasi mekanis dan biologis (tanaman). Teknologi akuaponik merupakan salah satu alternatif untuk memperoleh hasil pertanian dan perikanan secara bersamaan pada ketersediaan lahan dan air yang terbatas.

Kata kunci: *blue economic, integrated multi-trophic aquaculture, fisheries management, sustainable production*

Abstract

Aquaponics is a technology that applies a recirculation system using the principle of plant integration and combined with fish farming. This technology aims to obtain a double yield of vegetables and fish that generate profits. This technology can also take advantage of space and water as well as sustainable cultivation. The study was conducted on partner groups of the Program Kemitraan Masyarakat (PKM), namely kelompok pembudidaya ikan An Nur's (Pokdakan) located in West Kaduara Village, Larangan District, Pamekasan Regency, Madura, East Java Province. The partner group has about 15 members, each of whom has experience in fish farming for about 3-4 years. The method used in this study is an observation method with data collection including primary data and secondary data. Data were collected by means of observation, counseling, interviews, and literature study. Aquaponic technology applies a recirculation system aimed at re-managing the water used so that it can be used as well as the requirements for aquaculture activities. The recirculation system does not require a large area and the use of the required volume of water is not too much. The addition of a new volume of water is only carried out in the event of evaporation or seepage. In addition, the water quality recirculation system can be improved with a filtration

system through mechanical and biological filtration (plant). Aquaponic technology is an alternative to obtain agricultural and fishery products simultaneously on limited land and water availability.

Keywords: *blue economic, integrated multi-trophic aquaculture, fisheries management, sustainable production*

1. Pendahuluan

Akuaponik merupakan teknologi budidaya yang memiliki konsep dasarnya yaitu dengan menggabungkan teknologi budidaya serta hidroponik dalam satu sistem. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengontrol kualitas air, meningkatkan hasil budidaya dengan mengoptimalkan fungsi air dan keterbatasan zona air sebagai media pemeliharaan (Wang et al., 2022). Sisa pakan serta residu metabolisme ikan pada perairan dapat mempengaruhi secara negative yaitu penurunan kualitas air tetapi secara positif dapat digunakan menjadi pupuk bagi tanaman air. Air budidaya yang diberikan ke media pertumbuhan tanaman dapat menjadi filter vegetasi alami. Hal tersebut dikarenakan tanaman dapat menyerap zat beracun dari sumber air sehingga air dapat menjadi bersih serta sesuai untuk digunakan dalam media budidaya (Nugroho dkk., 2012).

Teknologi Akuaponik ini sangat bermanfaat bagi pembudidaya khususnya adalah kelompok pembudidaya ikan (Pokdakan) An Nur yang berada di Desa Kaduara Barat, Kecamatan Larangan, Kabupaten Pamekasan, Madura, Provinsi Jawa Timur. Pokdakan An Nur. Permasalahan yang dihadapi oleh kelompok mitra adalah belum maksimal hasil produktivitas usaha budidaya ikan yang telah dijalankan secara tradisional. Kendala yang dihadapi kelompok mitra peningkatan kualitas sumberdaya manusia dan penggunaan teknologi dalam budidaya. Teknologi Akuaponik diharapkan dapat memberikan nilai tambah serta meningkatkan produktivitas lahan budidaya. Budidaya ikan dapat dikembangkan lebih efektif, efisien, dan ekonomis.

Kelebihan teknologi akuaponik yaitu dapat mengontrol kualitas air berupa mereduksi amonia dengan cara menyerap air limbah melalui akar tanaman (Dauhan et al., 2014) dan mengganti amonia menjadi nitrat melalui proses oksidasi (Hu et al., 2015). Tanaman bertindak sebagai biofilter atau filter alami dengan cara menyerap amonium, dan bakteri nitrifikasi dapat mengurangi konsentrasi amonia melalui proses oksidasi yang mengganti amonia sebagai nitrat yang dapat dimanfaatkan tanaman (Wongkiew et al., 2017). Sistem akuaponik telah mengalami perkembangan yang merupakan salah satu upaya efisiensi aktivitas budidaya. Terdapat beberapa tipe akuaponik antara lain wick system atau sistem sumbu (Lee et al, 2010), water culture system atau sistem rakit apung, drip irrigation system atau sistem irigasi tetes, aeroponic system (Kurniawan dkk,

2018), ebb and Flow system atau sistem pasang surut (Daud dkk, 2018), nutrient film technique (NFT) (Puerta et al, 2007). Manfaat yang akbar dari teknologi akuaponik bagi Pokdakan An Nur maka perlu dilakukan studi tentang penggunaan teknologi akuaponik pada budidaya ikan pada Pokdakan An Nur Pamekasan, Madura, Jawa Timur, Indonesia.

2. BAHAN DAN METODE

Metode yang dipergunakan dalam penelitian ini berupa metode observasional. Pengumpulan data terdiri dari dua yaitu data primer dan sekunder. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, konsultasi dan studi kepustakaan. Kelompok mitra memiliki anggota sekitar 15 orang yang masing-masing telah memiliki pengalaman budidaya ikan selama sekitar 3-4 tahun.

Teknologi akuaponik dibedakan menjadi 2 yaitu sistem resirkulasi dan sistem satu media.

Sistem resirkulasi

Sistem resirkulasi ialah sistem yang menerapkan pemanfaatan air dalam budidaya ikan dan sayur secara daur ulang. Sistem resirkulasi terbagi menjadi 2 jenis yaitu:

A. Resirkulasi sistem terbuka

Resirkulasi terbuka merupakan suatu sistem yang berlangsung secara outdoor atau di udara terbuka. Kegiatan akuaponik dengan sistem terbuka sering dilakukan pada operasi skala massal atau besar. Sistem ini menggunakan kolam ikan sebagai tempat menanam tanaman dalam pot (Mukti dkk, 2019). Faktor alam dapat mempengaruhi sistem ini misalnya curah hujan dan intensitas sinar matahari. Curah hujan dapat meningkatkan volume perairan sedangkan panas sinar matahari dapat menurunkan volume perairan akibat penguapan (Habiburrahman, 2018)

B. Resirkulasi sistem tertutup

Resirkulasi tertutup merupakan suatu sistem yang dilakukan secara indoor atau di udara tertutup atau tempat tertutup untuk menjaga kualitas air. Sistem ini diarahkan untuk menghemat air karena tidak menguap dari paparan sinar matahari (Habiburrahman, 2018).

Sistem Satu Media

Sistem satu media yaitu sistem yang hanya menggunakan media air yang telah tersedia. Cara kerja sistem ini hanya memasukkan media tanam ke dalam kolam ikan. Air kolam digunakan sebagai media tanam dan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Media tanam yang tidak telah mengalami kekeruhan air atau penurunan kualitas air harus dibuang, karena dapat menimbulkan masalah bagi ikan (Habiburrahman, 2018).

Berdasarkan cara penanaman tanaman, teknologi akuaponik dapat dimodifikasi dari metode hidroponik yang mana terbagi menjadi beberapa sistem (Purbajanti dkk, 2017) yaitu:

1. Wick System (Sistem Sumbu)

Sistem sumbu pasif yang memiliki arti tidak ada bagian yang bergerak. Pupuk atau nutrisi dalam air ditarik ke dalam media pertumbuhan menggunakan sumbu atau bahan lainnya, yang biasanya terbuat dari kain flanel atau jenis bahan yang mudah menyerap. Media tanam untuk sistem sumbu biasanya ialah batu kerikil, sekam bakar, *hydroton*, *perlite*, *cocopeat*, dan *vermiculite*. Kelemahan penggunaan sistem ini adalah jika menggunakan tanaman besar maka akan menggunakan lebih banyak air untuk meningkatkan kekuatan penyerapan sumbu (Kurniawan dkk., 2018). Gambar sistem sumbu dapat dilihat pada Gambar 2.

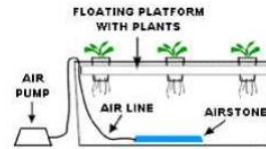


Gambar 2. Modifikasi hidroponik untuk akuaponik dengan sistem sumbu (Lee *et al*, 2010).

2. Water Culture System (Sistem Rakit Apung)

Sistem rakit apung ini adalah sistem yang paling sederhana dari berbagai sistem akuaponik. Media yang digunakan untuk menopang tanaman terbuat dari *styrofoam* atau bahan lain yang dapat mengapung di atas kolam ikan. Pompa akuarium digunakan untuk memasok oksigen ke akar tanaman yang mana pompa dicolokkan ke *reservoir*. Sistem ini menggunakan tanaman dengan jenis sayuran jangka pendek seperti kangkung, selada, dan jenis sawi lainnya (Kurniawan dkk., 2018). Sistem rakit apung ialah metode pengairan secara terus menerus dengan tujuan agar gas dari luar berdifusi ke dalam air. Hal tersebut menjadi upaya agar tanaman dapat memanfaatkan gas dalam proses fotosintesis (Farida dkk., 2017). Kelemahan sistem rakit apung ini adalah tidak dapat bekerja secara efektif dengan tanaman besar atau

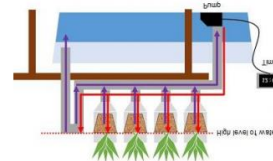
tanaman jangka panjang (Kurniawan dkk., 2018). Sistem rakit apung dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Modifikasi hidroponik untuk akuaponik dengan sistem rakit apung (Kurniawan dkk, 2018)

3. Ebb and Flow System (Sistem Pasang Surut)

Sistem pasang surut ialah sistem yang bekerja dengan mengalirkan nutrisi atau pupuk mengalir di dalam pot dan kemudian mengalirkannya kembali ke *reservoir*. Pengairan air dengan pompa akuarium dengan pengatur waktu untuk mengairi air. Sistem bekerja dengan memompa air ke dalam pot tanaman saat *timer* menyala, dan mengembalikan air nutrisi dari pot tanaman ke kolam nutrisi saat *timer* mati. *Timer* dapat diatur untuk melakukan proses tersebut selama beberapa kali dalam sehari. Hal tersebut tergantung pada ukuran dan jenis tanaman, suhu dan kelembaban, dan jenis media yang digunakan. Gunakan media tanam yang dapat menyimpan atau menahan air dalam waktu cukup lama untuk mengantisipasi saat *timer* padam dikarenakan gangguan listrik. Hal tersebut dilakukan agar akar tanaman tetap bisa memperoleh air untuk bertahan hidup di media tanam. Masalah dapat muncul jika media tanam cepat kering saat listrik padam (Kurniawan dkk., 2018). Gambar akuaponik sistem pasang surut dapat dilihat pada Gambar 4.

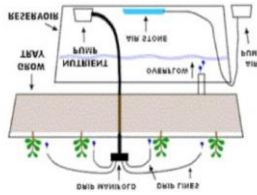


Gambar 4. Modifikasi hidroponik untuk akuaponik dengan sistem pasang surut (Daud dkk, 2018).

4. Drip Irrigation System (Sistem Irigasi Tetes)

Sistem irigasi tetes merupakan suatu sistem yang sederhana dan paling banyak digunakan di dunia. Prinsip dasar penggunaan sistem ini adalah penyaluran nutrisi ke tanaman melalui penetasan (*stick drip*) ke setiap tanaman, dan aliran nutrisi dari reservoir nutrisi ke setiap tanaman diatur melalui manifold menggunakan pompa. Aliran air diatur oleh *timer* yang terhubung dengan pompa. *Recovery system* jika terjadi kelebihan tetesan air akan diproses ulang dan ditempatkan di reservoir nutrisi untuk diarahkan kembali ke tanaman, sedangkan *Non-recovery system* akan memungkinkan

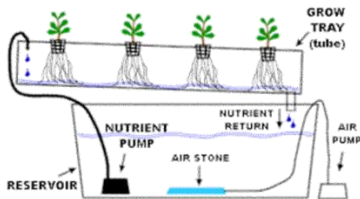
tetes air berlebih tetap mengalir ke tanah (Kurniawan dkk., 2018). Sistem irigasi tetes dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Modifikasi hidroponik untuk akuaponik dengan sistem irigasi tetes (Kurniawan dkk., 2018).

5. Nutrient Film Technique System (NFT)

Sistem NFT ialah sistem yang bekerja mengalirkan nutrien yang sebelumnya telah ditampung dalam bak, menggunakan pompa ke tanaman untuk membuat aliran kontinu dangkal/tipis melalui akar tanaman. Jika terjadi pemadaman listrik dan pompa tidak dapat mengalirkan air, sistem ini rentan dan dapat mengeringkan akar tanaman. DFT (*Deep Flow Technique*) mirip dengan NFT system, tetapi dengan syarat ketebalan air lebih tinggi. Pada teknik DFT ini semua akar tanaman terendam air, dan ketinggian air diperkirakan lebih dari 30 cm, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik, namun sistem irigasi ini tidak dapat diterapkan pada semua jenis tanaman karena semua akar tanaman akan terendam air (Kurniawan dkk. 2018). Gambar sistem NFT dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Modifikasi hidroponik untuk akuaponik dengan sistem NFT (Puerta *et al*, 2007)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari studi ini adalah Pokdakan An Nur mampu membuat rangkaian dan persemaian tanaman akuaponik.

Pembuatan Rangkaian Sistem Akuaponik

Studi diawali dengan pembersihan media pemeliharaan ikan berupa kolam beton. Kolam dibersihkan, disikat kemudian diberi desinfektan, dibilas air bersih dan dikeringkan (Septiani dkk., 2016). Media pemeliharaan yang telah siap kemudian dipasang bersama dengan pipa air sebagai media hidroponik dan pipa penghubung menjadi rangkaian sistem akuaponik.

Peletakan pipa pada kolam budidaya dapat dilihat di Gambar 7.



Gambar 7. Penyusunan atau pembuatan model akuaponik di kolam budidaya ikan lele oleh Pokdakan An Nur secara mandiri

Persemaian Tanaman

Studi ini menggunakan tanaman kangkung sebagai tanaman akuaponik. Sebelum ditanam dalam media tanam, kangkung disemai selama 5 hari (Sagita dkk., 2014). Media tanam yang digunakan harus mengandung kalium (K) dan fosfor (P), dapat menyimpan air lebih banyak dibandingkan media tanam yang ada, memiliki substrat partikel yang memadat saat disiram secara deras, dan memiliki drainase yang bagus untuk sistem perakaran bebas tumbuh dalam menyerap air ke dalam tanaman (Saroh dkk. 2016). Setiap netpot diisi dengan 10 biji tanaman dengan jarak tanam 10 cm (Setijaningsih, 2012).



Gambar 8. Persemaian bibit tanaman untuk budidaya sistem akuaponik di kolam budidaya ikan lele oleh Pokdakan An Nur secara mandiri

Bailey and Ferrarezi (2017) mengatakan sistem akuaponik dirancang untuk menghasilkan ikan dan tumbuhan dalam satu proses budidaya dengan memanfaatkan sistem resirkulasi. Sistem akuaponik menintensifkan produksi pada lahan yang kecil, menghemat air, pengurangan limbah yang terbuang ke lingkungan dan memanfaatkan nutrien dari sisa pakan dan sisa metabolisme ikan menjadi nutrien yang baik untuk tumbuhan (Babatunde *et al.*, 2022; Listorini dkk., 2017). Sistem akuaponik merupakan suatu teknologi yang menggabungkan produksi pangan akuakultur dan akuaponik dalam suatu sistem yang terintegrasi (Kralik *et al.*, 2022). Penggabungan sistem ini memiliki sifat simbiotik, setiap komponen memiliki manfaat untuk menambah keunggulan antara satu sama lainnya (Zhang

et al., 2022). Air yang digunakan dalam sistem akuakultur akan mengalir ke sistem akuaponik .

Sistem akuaponik merupakan lingkungan yang cocok untuk tumbuhnya bakteri yang mengubah limbah pada air budidaya menjadi senyawa yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman (Putra dkk, 2018). Limbah utama dalam budidaya adalah ammonia dan larut dalam air (Ardyanti dkk, 2018). Bakteri penitrifikasi mengubah ammonia menjadi nitrit dan nitrat yang akan di gunakan untuk pertumbuhan tanaman sayuran. Limbah yang dibuang mengandung banyak unsur hara makro dan mikro (Ramadhan & Sari, 2018). Sistem akuaponik bertujuan menyediakan area nitrifikasi dan serapan hara oleh tanaman dan meningkatkan kualitas air yang kemudian dikembalikan pada kolam budidaya dan digunakan oleh ikan. Kualitas air yang optimal dapat menunjang pertumbuhan ikan yang di budidayakan (Bailey and Ferrarezi, 2017).

4. KESIMPULAN

Akuaponik menjadi solusi yang sangat efektif dalam pemanfaatan air dan ruang sebagai media budidaya. Teknologi akuaponik merupakan perpaduan antara teknologi resirkulasi dalam akuakultur dengan teknologi hidroponik pada agrikultur. Prinsip dasar yang bermanfaat adalah kotoran ikan dan sisa pakan dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman melalui sistem resirkulasi air kolam yang disalurkan ke media tanaman, secara mutualis juga menyaring air, sehingga air tersebut kembali ke dalam kolam dalam kondisi yang lebih layak untuk kehidupan ikan

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan hibah pada Program Kemitraan Masyarakat, Thn Usulan 2022, Thn. Pelaksanaan 2022. Sesuai dengan Keputusan Rektor Universitas Airlangga Nomor 973/Un3/2022 Tentang Pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat Pendanaan Direktorat Riset, Teknologi Dan Pengabdian Masyarakat Tahun 2022. Terimakasih pula kami sampaikan kepada Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga yang telah memfasilitasi sarana prasarana dalam menunjang keberhasilan program ini selama satu tahun.

DAFTAR PUSTAKA

Ardyanti, R., Nindarwi, D. D., Sari, L. A., & Sari, P. D. W. (2018). Manajemen Pembelian Lele Mutiara (*Clarias Sp.*) Dengan Aplikasi Probiotik Di Unit Pelayanan Teknis Pengembangan Teknologi Perikanan Budidaya (Upt Ptpb) Kepanjen, Malang, Jawa Timur. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 7(2), 84-89.

- Babatunde, T. A., Abdulkarim, B., Wagini, N. H., Argungu, L. A., & Lawal, U. (2022). Response of germination and seedling growth of Jute plant (*Corchorus olitorius L.*) on three different substrates in the tilapia aquaponic system. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10, 100366.
- Bailey, D. S and R. S. Ferrarezi. 2017. Valuation of vegetable crops produced in the UVI Commercial Aquaponic System. *Journal of Aquaculture Reports* 7 :77-82.
- Daud, M., Handika, V., & Bintoro, A. (2018). Design and realization of fuzzy logic control for Ebb and flow hydroponic system. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 7(9), 138-144.
- Dauhan, R. E. S., Effendi, E., Suparmono. 2014. Efektifitas Sistem Akuaponik Dalam Mereduksi Konsentrasi Amonia Pada Sistem Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp.*) Dengan Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan Pakcoy (*Brassica rapachinensis*) Dalam Sistem Resirkulasi. *Ecolab*. 9(2): 47-104.
- Farida, N. F., Abdullah, S. H., & Priyati, A. (2017). Analisis Kualitas Air Pada Sistem Pengairan Akuaponik [Analysis of Water Quality in Aquaponic Irrigation System]. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5(2), 385-394.
- Habiburrohman, H. (2018). *Aplikasi Teknologi Akuaponik Sederhana Pada Budidaya Ikan Air Tawar Untuk Optimalisasi Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica juncea L.)* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Hu, Z., Lee, J. W., Chandran, K., Kim, S., Brotto, A. C., & Khanal, S. K. (2015). Effect of plant species on nitrogen recovery in aquaponics. *Bioresource technology*, 188, 92-98.
- Kralik, B., Weisstein, F., Meyer, J., Neves, K., Anderson, D., & Kershaw, J. (2022). From water to table: A multidisciplinary approach comparing fish from aquaponics with traditional production methods. *Aquaculture*, 552, 737953.
- Kurniawan, A., E. Asriani, dan S.P. Sari. (2018). Buku Ajar: Bioflok dan Akuaponik untuk Bangka Belitung. Malang. Media Nusa Creative.
- Lee, C. W., I. S. So., S. W. Jeong., dan M. R. Huh. (2010). Application of Subirrigation Using Capillary Wick System to Pot Production. *Journal of Agriculture&Life Science* 44(3) pp.7-14.
- Listiorini, L., Suryani, Y., & Ika, D. (2017). Optimalisasi Budidaya dan Diversifikasi Produk Turunan Ikan Lele. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 23(1), 214-219.
- Mukti, A. T., Arief, M., Sari, L. A., Dewi, N. N., & Rahayu, A. P. (2019). Perbedaan Metode Pemeliharaan Ikan Hias Pada Kelompok

- Pembudidaya Ikan Hias Di Desa Karang Sentul, Kecamatan Gondang Wetan, Kabupaten Pasuruan, Propinsi Jawa Timur. *Grouper: Jurnal Ilmiah Fakultas Perikanan Universitas Islam Lamongan*, 10(1), 11-17.
- Nugroho, R.A., Pambudi, L.T., Chilmawati, D. dan Haditomo, A.H.C. 2012. Aplikasi teknologi aquaponic pada budidaya ikan air tawar untuk optimalisasi kapasitas produksi. *Saintek Perikanan*. 8(1): 46-51.
- Puerta, A. R., Sato, S., Shinohara, Y., & Maruo, T. (2007). A modified nutrient film technique system offers a more uniform nutrient supply to plants. *HortTechnology*, 17(2), 227-233.
- Purbajanti, E. D., Slamet, W., & Kusmiyati, F. (2017). *Hydroponic bertanam tanpa tanah*. Semarang: EFPress Digimedia
- Putra, E. M., Mahasri, G., & Sari, L. A. (2018). Infestasi Ektoparait Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Dipelihara Dengan Menggunakan Sistem Akuaponik Dan Tanpa Akuaponik. *Journal of aquaculture and fish health*, 7(1), 42-49.
- Ramadhan, R., & Sari, L. A. (2018). Teknik Pembenihan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Secara Alami di Unit Pelaksana Teknis Pengembangan Budidaya Air Tawar (UPT PBAT) Umbulan, Pasuruan. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 7(3), 124-132.
- Sagita, A., W. N., Satria, P. R. Nonny, P. Kukuh, A. N. Farida, N. Adi dan H. Sri. 2014. Pengembangan Teknologi Akuakultur Biofilter-Akuaponik (Integrating Fish And Plant Culture) Sebagai Upaya Mewujudkan Rumah Tangga Tahan Pangan. Seminar Nasional Tahunan ke-IV Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan.
- Saroh, M., Syawaluddin dan H. S. Imelda. 2016. Pengaruh Jenis Media Tanam dan Larutan Ab Mix dengan Konsentrasi Berbeda Pada Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L) dengan Hidroponik Sistem Sumbu. *Jurnal Agrohitia*. 1(1): 33-35.
- Septiani, G., H. H., Esti, P. A. Catur dan Agustina. 2016. Ekstrak Daun Pepaya dan Kangkung untuk Meningkatkan Daya Tetas Telur dan Kelangsungan Hidup Larva Lele. *Jurnal Veteriner*. 17(2): 285-291.
- Setijaningsih L. dan L. H. Suryaningrum. 2015. Pemanfaatan Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias batrachus*) untuk Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Dengan Sistem Resirkulasi. *Berita Biologi*, 14 (3): 287-293.
- Wang, S. X., Zhang, J. Y., Du, X. K., Liu, D. J., Liu, L. X., & Shen, X. H. (2022). Comparative analysis of the intestinal microbiota in goldfish and crucian carps between different aquaponics and traditional farming. *Aquaculture Reports*, 25, 101240.
- Wongkiew, S., Hu, Z., Chandran, K., Lee, J. W., & Khanal, S. K. (2017). Nitrogen transformations in aquaponic systems: A review. *Aquacultural Engineering*, 76, 9-19.
- Zhang, Y., Zhang, Y. K., & Li, Z. (2022). A new and improved aquaponics system model for food production patterns for urban architecture. *Journal of Cleaner Production*, 342, 130867.