

## Pelatihan Budidaya Ikan Lele Sistem Aquaponik dan Manajemen Usaha Bagi Kelompok Masyarakat di Kelurahan Amban, Kabupaten Manokwari

Thomas Frans Pattiasina<sup>1</sup>, Wilson Palelingan Aman<sup>2</sup>, Ludia T. Wambrau<sup>3</sup>, Reymas M. R. Ruimassa<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universitas Papua, Manokwari, Indonesia; th.pattiasina@unipa.ac.id

<sup>2</sup> Universitas Papua, Manokwari, Indonesia; w.palelingan@unipa.ac.id

<sup>3</sup> Universitas Papua, Manokwari, Indonesia; l.wambrau@unipa.ac.id

<sup>4</sup> Universitas Papua, Manokwari, Indonesia; r.ruimassa@unipa.ac.id

---

### ARTICLE INFO

#### *Keywords:*

Aquaponics;  
Production Managemen;  
Independence Food

---

#### *Article history:*

Received 2024-09-25

Revised 2024-10-27

Accepted 2024-11-25

---

### ABSTRACT

Catfish is one of the leading commodities of inland fisheries in Manokwari Regency. However, community cultivation businesses are still conventional, with minimal business capital, low human resource capacity and technological capabilities, and business management that has not run well. The purpose of this activity is to provide training and assistance on the application of appropriate technology in catfish farming as well as good and correct business management to the fish farming community in Amban Village, especially KUT PETRA. This community service will be carried out in 3 stages, namely: the preparation stage, the implementation stage and the evaluation stage. The preparation stage includes the preparation of training materials, the preparation of activity administration and the socialization of activity plans to partners. The implementation stage includes training activities, work practices and assistance for catfish farming aquaponic systems and business financial management. The evaluation stage is carried out based on the results of monitoring. The results that have been achieved from this activity are the implementation of catfish cultivation technology training activities with aquaponic systems and business financial management, and have been continued with practical work activities for making aquaponic system aquaculture media construction and business financial bookkeeping. The activity has been carried out well and partners have benefited in the form of knowledge and skills in catfish farming technology, aquaponic systems and the ability to manage business finances. The next activity that will still be carried out is business assistance and fulfillment of the outputs of this community service activity.

*This is an open access article under the [CC BY](#) license.*



---

#### **Corresponding Author:**

Thomas Frans Pattiasina

Universitas Papua, Manokwari, Indonesia; th.pattiasina@unipa.ac.id

---

## 1. PENDAHULUAN

Kabupaten Manokwari merupakan salah satu sentra perikanan darat di Provinsi Papua Barat. Volume produksi budidaya air tawar di Kabupaten Manokwari pada tahun 2021 sebesar 565 ton dengan nilai produksi sebesar 31,2 miliar rupiah, merupakan yang tertinggi diantara kabupaten/kota di Papua Barat (BPS Papua Barat, 2023). Lahan untuk pengembangan budidaya air tawar masih tersedia cukup luas dan didukung dengan potensi sumber daya air yang memadai. Potensi lahan untuk pengembangan budidaya air tawar di Kabupaten Manokwari diperkirakan seluas 1.187,37 ha. Produksi perikanan budidaya air tawar di Kabupaten Manokwari pada umumnya merupakan kontribusi dari perikanan rakyat. Hal ini menunjukkan bahwa usaha perikanan rakyat memegang peranan penting dalam upaya peningkatan produksi perikanan di Kabupaten Manokwari (DPK Kabupaten Manokwari, 2013).

Jenis-jenis komoditas budidaya air tawar yang cukup potensial dan umumnya diusahakan oleh masyarakat pembudidaya ikan adalah ikan nila, ikan lele dan ikan mas. Diantara ketiga komoditi tersebut, ikan lele merupakan komoditi yang saat ini banyak diminati dan dibudidayakan oleh masyarakat di Kabupaten Manokwari. Pada tahun 2012, produksi ikan lele menempati urutan keempat setelah ikan Mujair, Ikan Mas dan Ikan Nila. Saat ini ikan lele menempati urutan kedua setelah ikan Nila, dimana produksi ikan lele sebesar 159 ton dengan nilai produksi 7,83 miliar rupiah (1,2). Faktor yang menjadikan ikan lele sebagai komoditas unggulan adalah pertumbuhannya cepat dan peluang pasar yang luas.

Kelompok Usaha Tani (KUT) PETRA adalah salah satu kelompok masyarakat di Kelurahan Amban, Distrik Manokwari Barat, Kabupaten Manokwari yang memiliki usaha di bidang pertanian. KUT Petra mulai menjalankan usaha budidaya ikan lele sejak tahun 2021 sebagai upaya diversifikasi usaha dan karena melihat adanya peningkatan permintaan pasar ikan lele di Manokwari dan wilayah sekitar. Hingga kini telah ada beberapa kolam ikan lele yang dikelola oleh KUT PETRA di atas lahan mereka dan sudah beberapa kali panen. Meskipun sudah bisa menghasilkan dari usaha budidaya ikan lele, namun produksi tersebut belum optimal dan belum sesuai yang diharapkan. Hal ini terkendala oleh beberapa faktor penting, yaitu usaha budidaya masih bersifat konvensional, dengan modal usaha yang masih minim, kapasitas sumberdaya manusia dan kemampuan teknologi yang masih rendah, serta manajemen usaha yang belum berjalan dengan baik.

Universitas Papua (UNIPA) Manokwari, melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) berupaya untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui Skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat Tahun 2024, dari dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi. Tujuan kegiatan ini adalah untuk memberikan pelatihan dan pendampingan tentang penerapan teknologi tepat guna dalam budidaya ikan lele serta manajemen usaha yang baik dan benar kepada masyarakat pembudidaya ikan di Kelurahan Amban, khususnya KUT PETRA untuk meningkatkan produksi usaha budidaya ikan lele dan pendapatan mereka.

## 2. METODE

Sasaran kegiatan pemberdayaan masyarakat ini adalah masyarakat pembudidaya ikan yang tergabung dalam Kelompok Usaha Tani (KUT) PETRA di Kelurahan Amban, Distrik Manokwari Barat, Kabupaten Manokwari. Dalam mengatasi permasalahan yang terjadi pada masyarakat sebagaimana yang telah diuraikan sebelumnya, maka program pemberdayaan masyarakat ini dilaksanakan melalui tahapan pendekatan metode yang dapat membantu dalam menyelesaikan masalah, yaitu metode pelatihan dan pendampingan budidaya ikan lele skala rumah tangga melalui penerapan sistem aquaponik.

Kegiatan pelatihan dilaksanakan dalam 3 tahap, yaitu: tahap identifikasi permasalahan, tahap persiapan, serta tahap pelaksanaan dan evaluasi, yang diuraikan sebagai berikut:

a) Tahap analisis situasi dan identifikasi permasalahan

Pada tahap ini dilakukan proses analisis situasi dan identifikasi permasalahan mendasar yang dihadapi oleh pembudidaya ikan, dari aspek teknis maupun manajemen. Identifikasi permasalahan dilakukan dengan metode observasi dan wawancara langsung dengan pembudidaya ikan. Hasil identifikasi masalah digunakan sebagai acuan untuk menentukan pilihan metode atau teknik budidaya yang akan diterapkan, serta mempersiapkan materi-materi pelatihan.

b) Tahap persiapan

Tahap persiapan mencakup kegiatan penyiapan materi-materi pelatihan, penyiapan administrasi kegiatan dan sosialisasi rencana kegiatan kepada mitra. Dalam tahap ini juga dilakukan desain konstruksi media budidaya ikan, serta persiapan peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan konstruksi sistem atau media budidaya.

c) Tahap pelaksanaan dan evaluasi

Pelatihan dilaksanakan dalam dua bentuk kegiatan, dimana bentuk kegiatan yang pertama adalah pemaparan materi dan diskusi, dan bentuk kegiatan kedua adalah praktik kerja. Setiap kegiatan diawali dengan pre-test dan diakhiri dengan post-test untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan peserta pelatihan tentang teknik budidaya ikan lele dan manajemen keuangan usaha. Setelah itu dilanjutkan dengan penyampaian materi-materi oleh para narasumber, serta diskusi terkait materi-materi yang disampaikan. Kegiatan praktik kerja mencakup pembuatan konstruksi media budidaya lele dan praktik pencatatan keuangan usaha budidaya ikan lele yang melibatkan peserta pelatihan. Hal ini dimaksudkan agar peserta pelatihan nantinya dapat membuat konstruksi budidaya dan pencatatan keuangan usaha secara mandiri.

Evaluasi dilakukan berdasarkan hasil pre-test dan post-test dalam kegiatan pelatihan teknik budidaya ikan lele dan pelatihan manajemen keuangan. Disamping itu evaluasi juga dilakukan berdasarkan monitoring/pemantauan terhadap pelaksanaan setiap kegiatan. Kegiatan ini dimonitoring secara intensif oleh tim pelaksana untuk memastikan agar pelaksanaan kegiatan dapat berjalan sesuai program kerja pelatihan. Evaluasi kegiatan dilakukan sejalan dengan monitoring, sehingga jika ada kendala dapat diselesaikan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Analisis Situasi dan Permasalahan Usaha

Berdasarkan observasi dan wawancara dengan anggota-anggota kelompok KUT PETRA, diperoleh gambaran situasi yang cukup jelas tentang aspek teknis dan manajemen usaha. Ditinjau dari aspek teknis budidaya, dapat digambarkan bahwa kolam pemeliharaan ikan lele yang diusahakan umumnya belum dikelola dengan baik. Kurangnya pengetahuan tentang cara merawat kolam menyebabkan kondisi kolam dibiarkan seadanya. Tanaman air eceng gondok sengaja ditumbuhkan di dalam kolam dengan maksud untuk menjadi peneduh bagi ikan saat panas matahari terik dan menyerap kotoran supaya kolam tetap bersih. Namun perkembangan eceng gondok tidak dikontrol sehingga memenuhi kolam (Gambar 1). Pengelolaan kualitas air belum dilaksanakan secara baik, sehingga ini berdampak pada tingkat kematian ikan yang tinggi, terutama pada ukuran ikan yang masih kecil.

Ditinjau dari aspek manajemen usaha, tergambar bahwa usaha budidaya ikan lele oleh masyarakat di Kelurahan Amban belum dikelola dengan baik, khususnya pengelolaan keuangan. Selama ini pengeluaran untuk biaya investasi dan biaya operasional budidaya ikan lele, demikian juga penjualan produksi ikan lele tidak catat atau dibukukan oleh pengusaha, sehingga tidak diketahui usaha tersebut untung atau rugi, dan berapa besar keuntungan yang diperoleh atau kerugian yang dialami. Kegiatan pencatatan keuangan kadang dipandang sebagai beban tambahan yang kurang bermanfaat dan sulit untuk dilakukan. Umumnya masyarakat mengandalkan ingatannya untuk menghitung berapa banyak pengeluaran atau hasil perolehan penjualannya. Akan tetapi, pencatatan keuangan pengusaha ikan lele bisa bermanfaat untuk mengetahui alokasi pengeluaran untuk masing-masing kebutuhan dan harganya sehingga bisa dicari strategi yang bisa

mengefisienkan biaya. Permasalahan lainnya juga adalah masyarakat belum memisahkan keuangan usaha dengan keuangan keluarga.



Gambar 1. Kondisi Sarana Budidaya Ikan Lele Milik KUT PETRA, (1) Kolam ikan lele kecil; (2,3) kolam ikan lele sedang yang dipenuhi tanaman air; (4) Gudang

Mengacu pada fakta-fakta diatas, maka teridentifikasi dua permasalahan utama yang dihadapi oleh mitra dalam usaha budidaya ikan lele, yaitu: 1) teknologi budidaya yang diterapkan konvensional dengan keterbatasan pengetahuan tentang metode budidaya ikan lele yang baik dan benar, yang mencakup pembibitan dan pemilihan bibit ikan, persiapan wadah/kolam, pemeliharaan, serta pengelolaan kualitas air dan kolam (Gambar 1); 2) belum adanya pengetahuan tentang pengelolaan keuangan usaha budidaya ikan lele yang baik dan benar. Permasalahan ini merupakan point penting dalam proses produksi dan manajemen usaha budidaya ikan lele yang harus dipecahkan, agar produksi ikan lele oleh mitra dapat berjalan baik dan meningkat hasilnya sehingga dapat memberikan manfaat yang optimal secara ekonomis.

### Pemilihan Sistem Budidaya Ikan

Berangkat dari tinjauan aspek teknis budidaya ikan dari mitra, maka teknologi budidaya ikan lele sistem aquaponik dipilih untuk diterapkan dalam pengembangan usaha budidaya. Hal ini didasarkan pada pertimbangan aspek kemudahan dalam penerapan dan hasil atau nilai tambah yang akan diperoleh oleh pembudidaya ikan. Teknologi budidaya dengan sistem aquaponik adalah satu inovasi terbaru dalam budidaya ikan lele. Sistem aquaponik adalah integrasi antara sistem budidaya ikan (aquaculture) dan sistem budidaya tanaman hidropomok (Graber A & Junge R, 2009).

Sistem budidaya ikan aquaponik memungkinkan ikan lele dipelihara bersama dengan tanaman yang tumbuh di wadah air yang sama. Tanaman akan memanfaatkan nutrisi yang dihasilkan oleh ikan sebagai pupuk alami, sementara air yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman selanjutnya dialirkan kembali ke kolam ikan. Budidaya sistem aquaponik ini menghasilkan produk berupa ikan dan juga tanaman sayuran. Dengan menggunakan sistem aquaponik, budidaya ikan lele dapat menjadi lebih efisien, menghasilkan nilai tambah dan berkelanjutan, dibandingkan dengan sistem konvensional yang selama ini diterapkan (Wongkiew et al., 2017; Krastanova et al., 2022).

### Pelatihan Budidaya Ikan Sistem Aquaponik dan Manajemen Usaha

Tujuan kegiatan ini adalah untuk memberikan pengetahuan tentang teknik budidaya ikan lele pada skala rumah tangga dengan sistem aquaponik dan pengetahuan tentang manajemen usaha dan keuangan. Kegiatan dilaksanakan selama satu hari, yaitu pada tanggal 7 September 2024, bertempat di Auditorium Petrus Amban (Gambar 2). Kegiatan ini dilaksanakan dengan metode ceramah, dimana narasumber menyampaikan paparan materi, dan kemudian dilanjutkan dengan diskusi terkait materi yang disampaikan. Peserta yang terlibat dalam pelatihan sebanyak 38 orang dan tidak

terbatas pada para anggota KUT PETRA saja, tetapi juga warga yang berminat untuk mengikuti pelatihan tersebut. Materi yang disampaikan dalam pelatihan meliputi aspek teknis budidaya dan manajemen, yaitu: 1) Prospek dan teknik budidaya ikan lele, 2) Konstruksi media budidaya ikan lele sistem akuaponik, 3) Manajemen usaha dan pencatatan keuangan. Secara detail materi-materi pelatihan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Materi dan Rincian Isi Materi Pelatihan Teknik Budidaya Ikan Lele dan Manajemen Usaha

| No. | Materi                                               | Rincian Isi Materi                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Prospek dan teknik budidaya ikan lele                | Prospek usaha budidaya ikan lele, pemilihan benih ikan, penebaran benih ikan, volume air, manajemen kualitas air, pengaturan pakan, pengendalian hama dan penyakit ikan, panen                                                                                                                             |
| 2.  | Konstruksi media budidaya ikan lele sistem akuaponik | Gambaran sistem budidaya ikan akuaponik, kelebihan dan kelemahan sistem akuaponik, jenis-jenis desain sistem akuaponik (sistem berbasis media, sistem rakit, teknik lapisan nutrisi-NFT), kebutuhan alat dan bahan, inovasi sistem akuaponik, permasalahan umum sistem akuaponik, tips perawatan akuaponik |
| 3.  | Manajemen usaha dan pencatatan keuangan              | Pemilihan jenis usaha/produk, strategi penjualan produk, pencatatan keuangan usaha, permasalahan pencatatan keuangan usaha dan solusinya                                                                                                                                                                   |

Melalui pemaparan materi pertama, yaitu prospek dan teknik budidaya ikan lele para peserta diberikan gambaran tentang prospek usaha budidaya ikan lele. Peserta juga dimotivasi dan ditantang untuk dapat serius dalam menjalankan usaha budidaya ikan lele. Selanjutnya peserta dibekali dengan pengetahuan tentang budidaya ikan lele secara teknis dan hal-hal penting yang perlu diberikan perhatian dalam menerapkan teknik budidaya ikan lele. Sebagai kelanjutan dari materi yang pertama, materi kedua tentang Konstruksi media budidaya ikan lele sistem akuaponik mencakup hal-hal teknis yang spesifik tentang sistem akuaponik yang merupakan perpaduan antara sistem aquaculture dan sisyem budidaya tanaman hidroponik. Melalui materi ini peserta diperkenalkan dengan desain-desain sistem akuaponik, serta konstruksi media akuaponik. Bagian penting lainnya adalah peserta di berikan pemahaman tentang permasalahan umum yang ditemukan dalam penerapan sistem akuaponik dan bagaimana mengatasinya.



Gambar 2. Kegiatan Pelatihan Teknik Budidaya Ikan dan Manajemen Usaha

Berbeda dengan materi pertama dan kedua, materi ketiga fokus pada aspek manajemen usaha dan pencatatan keuangan usaha budidaya ikan lele. Melalui materi ini, peserta diberikan wawasan tentang pemilihan jenis usaha dan produk sesuai dengan potensi pasar dan kapasitas sumberdaya manusia. Peserta juga diberikan pengetahuan tentang strategi-strategi yang tepat dalam penjualan



produk dari usaha mereka. Bagian yang paling penting adalah tentang pentingnya pencatatan keuangan dan bagaimana pencatatan dilakukan. Metode pencatatan keuangan yang diberikan kepada peserta adalah pencatatan keuangan sederhana, yang sudah disesuaikan dengan kondisi pengusaha local atau usaha mikro. Peserta diberikan contoh-contoh permasalahan yang umumnya ditemukan dalam pencatatan dan pengelolaan keuangan usaha dan bagaimana menyelesaikan masalah tersebut. Dari diskusi terungkap bahwa dari pengalaman peserta pencatatan dan pengelolaan keuangan usaha terkendala karena keuangan usaha tidak dipisahkan dengan keuangan keluarga, selain itu juga ada banyak alokasi dari dana usaha untuk aktivitas social dan budaya.

Pengetahuan yang diperoleh oleh peserta pelatihan akan lebih lengkap jika peserta dibimbing dan diberi kesempatan untuk mempraktekannya. Oleh karena itu sebagai kelanjutan dari pelatihan melalui ceramah dan diskusi, dilaksanakan kegiatan praktik kerja yang melibatkan peserta pelatihan secara langsung. Tujuan praktik kerja adalah membekali peserta pelatihan dengan keterampilan teknis dalam menerapkan sistem budidaya aquaponik, serta memiliki kemampuan dalam mengelola usaha, secara khusus dalam mengelola keuangan usaha. Kegiatan praktik kerja dilaksanakan pada awal bulan Oktober 2024.

Praktik kerja teknik budidaya ikan lele focus pada pembuatan konstruksi media budidaya sistem aquaponik. Sistem akuaponik adalah perpaduan antara akuakultur (budidaya ikan) dan budidaya tanaman secara hidroponik pada satu tempat, dimana prinsip dasar akuaponik adalah dapat dilakukan pada waktu yang bersamaan dengan cara memanfaatkan limbah kotoran ikan dan sisa makanan ikan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman yang dibudidayakan. Aquaponik memberikan keuntungan yang lebih dimana dapat dipanen ikan sekaligus sayuran segar (Nugroho et al., 2012; Rahmadhani et al., 2020). Desain konstruksi media aquaponik yang dikerjakan dalam kegiatan praktik adalah desain Teknik Lapisan Nutrisi (NFT).

Kelebihan dari desain ini diantaranya adalah hemat air, akar terkena udara, memaksimalkan serapan oksigen, bisa untuk sistem vertical, kapasitas lebih besar untuk luasan ruang yg sama, pertumbuhan tanaman lebih baik karena akar kontak udara setiap saat. Sementara kekurangan desain ini adalah mengandalkan sistem pompa untuk sirkulasi, tidak cocok untuk tanaman dengan perakaran besar, memerlukan pemantauan untuk mengecek penyumbatan pipa, dan suhu air yang mengalir dalam pipa sulit dikontrol. Untuk mengatasi kekurangan dari desain NFT ini, maka Tim PkM memodifikasi desain dengan cara melengkapinya dengan sistem penyaring air bertingkat. Hal ini dimaksudkan agar kualitas air dapat terjaga baik dalam waktu yang lama. Modifikasi desain NFT dengan penyaring bertingkat tersebut yang diterapkan dalam praktik kerja (Gambar 3).



Gambar 3. Praktek Pembuatan Wadah Aquaponik

Praktik manajemen usaha dan pencatatan keuangan fokus pada beberapa poin pening, yaitu: menghitung penerimaan, biaya dan keuntungan laba usaha. Peserta dilatih untuk membedakan dan menghitung jenis-jenis biaya dalam usaha, seperti biaya modal/pokok, biaya rutin usaha, biaya promosi dan biaya lainnya. Selanjutnya peserta dilatih untuk melakukan pencatatan keuangan dengan pembukuan keuangan sederhana. Pembukuan keuangan berfungsi sebagai alat pengingat

dan sebagai sarana pemisah keuangan usaha dan pribadi, serta sebagai bahan informasi perkembangan usaha.

Metode pembukuan yang diterapkan dalam kegiatan praktik kerja adalah metode single entry. Metode ini adalah suatu sistem pembukuan yang sederhana di mana setiap transaksi hanya dicatat satu kali, baik sebagai pendapatan atau pengeluaran. Biasanya, metode ini digunakan oleh usaha kecil karena tidak memerlukan pencatatan detail yang rumit. Namun demikian, metode ini tidak memberikan informasi lengkap tentang aset, kewajiban, atau ekuitas, sehingga kurang cocok untuk bisnis yang lebih besar atau yang membutuhkan laporan keuangan terperinci. Di bagian akhir dari praktik pembukuan sederhana peserta dilatih untuk membuat laporan keuangan atau laporan rugi laba, serta dilatih untuk menyisihkan sebagian keuntungan untuk pengembangan usaha.



Gambar 4. Praktek Manajemen keuangan Usaha

#### 4. KESIMPULAN

Tahapan kegiatan yang telah terlaksana dari kegiatan PkM ini adalah pelatihan dan praktek kerja teknik budidaya lele dengan sistem aquaponik dan manajemen usaha. Mitra dapat menerima teknologi dan inovasi yang disampaikan oleh Tim dengan baik yang terlihat dari pengetahuan dan kemampuan kerja.

**Acknowledgments:** Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini didanai oleh Direktorat Riset, Teknologi Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset Dan Teknologi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset Dan Teknologi melalui Skema Pemberdayaan Berbasis Masyarakat Tahun 2024. Terima kasih disampaikan kepada pengurus dan anggota kelompok usaha tani (KUT) Petra di Kelurahan Amban Kabupaten Manokwari atas kerjasama baiknya.

#### REFERENSI

- Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Papua Barat. (2023) Papua Barat dalam Angka.
- Dinas Perikanan dan Kelautan (DPK) Kabupaten Manokwari. (2013). Penyusunan Masterplan Pengembangan Minapolitan Budidaya di Kabupaten Manokwari.
- Graber, A. and Junge, R., (2009). Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Desalination*, 246(1-3), 147-156.
- 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.
- Krastanova, M., Sirakov, I., Ivanova-Kirilova, S., Yarkov, D., & Orozova, P., (2022). Aquaponic systems: Biological and technological parameters. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 36(1), 305-316.
- Nugroho RA, Pambudi LT, Chilmawati D, Haditomo AH. (2012). Aplikasi Teknologi Aquaponic Pada Budidaya Ikan Air Tawar Untuk Optimalisasi Kapasitas Produksi. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 8(1), 46-51.

Rahmadhani, L.E., Widuri, L.I. & Dewanti, P., (2020). Kualitas mutu sayur kasepak (kangkung, selada, dan pakcoy) dengan sistem budidaya akuaponik dan hidroponik. *Jurnal Agroteknologi*, 14(01), 33-43.