



EFEKTIVITAS PENGGUNAAN FITOREMEDIASI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
KELANGSUNGAN HIDUP IKAN LELE SANGKURIANG (*Clarias gariepinus*) PADA
BUDIDAYA SISTEM AKUAPONIK

Skripsi

Oleh :

AINAYAH ALFATIHAH

21901061071



PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2023

ABSTRAK

Ainayah Alfatihah (NPM:21901061071) Efektivitas Penggunaan Fitoremediasi Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) Pada Budidaya Sistem Akuaponik

Pembimbing I: Dr. Husain Latuconsina, S.Pi., M.Si

Pembimbing II: Hamdani Dwi Prasetyo S. Si., M. Si

Ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) merupakan hasil perkawinan antara lele dumbo betina F2 dengan jantan F6. Menurunnya kualitas air dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). Salah satu cara untuk mencegah menurunnya kualitas air yaitu dengan cara fitoremediasi dengan teknik budidaya sistem akuaponik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan fitoremediasi terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada budidaya sistem akuaponik menggunakan tanaman *Ipomoea reptans* Poir dan *Brassica rapa* L. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen, Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan yaitu; A (kontrol), B (*Ipomoea reptans* Poir), dan C (*Brassica rapa* L). Analisis data menggunakan SPSS ver 29 yang meliputi uji Anova dan kruskal wallis yang bertujuan untuk membandingkan ada tidaknya perbedaan pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) antar perlakuan, dan uji korelasi yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kualitas air dengan sintasan dan pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa penggunaan fitoremediasi efektif terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). Pertumbuhan ikan lele sangkuriang tertinggi didapat pada perlakuan kangkung (*Ipomoea reptans* Poir) dan kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) tertinggi didapat pada perlakuan pakcoy (*Brassica rapa* L).

Kata kunci: Akuaponik, kelangsungan hidup, dan Pertumbuhan

ABSTRACT

Ainayah alfatihah (21901061071) The Effectiveness of the Use of Phytoremediation on the Growth and Survival of Sangkuriang Catfish (*Clarias gariepinus*) in Aquaponics System Cultivation

Pembimbing I: Dr. Husain Latuconsina, S.Pi., M.Si

Pembimbing II: Hamdani Dwi Prasetyo S. Si., M. Si

Sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus*) is the result of a marriage between F2 female African catfish and F6 male catfish. Decreasing water quality can affect the growth and survival of sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus*). One way to prevent the decline in water quality is by means of phytoremediation with the cultivation technique of the aquaponic system. This study aims to determine the effectiveness of the use of phytoremediation on the growth and survival of sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus*) in aquaponic system cultivation using *Ipomoea reptans* Poir and *Brassica rapa* L. The method used was an experimental method, Completely Randomized Design (CRD) with 3 treatments that is; A (control), B (*Ipomoea reptans* Poir), and C (*Brassica rapa* L). Data analysis used SPSS ver 29 which included the Anova and Kruskal Wallis tests which aimed to compare whether there were differences in the growth of sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus*) between treatments, and a correlation test which aimed to determine the relationship between water quality and survival and growth of sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus*). Statistical test results showed that the use of phytoremediation was effective on the growth and survival of sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus*). The highest growth of sangkuriang catfish was obtained in the water spinach (*Ipomoea reptans* Poir) treatment and the highest survival of sangkuriang catfish (*Clarias gariepinus*) was obtained in the pakcoy (*Brassica rapa* L) treatment.

Keywords: *Aquaponics, Growth, Survival*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pesatnya perkembangan pembangunan perekonomian dan pemukiman di daerah perkotaan berdampak pada semakin berkurangnya lahan pertanian yang ada. Lahan-lahan yang dulunya merupakan lahan pertanian, dialihfungsikan menjadi pemukiman penduduk, akibatnya lahan pertanian menjadi semakin sempit dan ketahanan pangan pada beberapa wilayah khususnya perkotaan terganggu. Cara budidaya sistem akuaponik di pekarangan rumah menjadi sebuah solusi untuk memecahkan permasalahan ketahanan pangan (Yudasmara, 2021).

Akuaponik merupakan teknik produksi pangan yang inovatif dan alternatif yang mengintegrasikan metode tradisional akuakultur dan hidroponik untuk menanam ikan dan tanaman dalam satu sistem (Salam, 2014). Akuakultur yang normal, ekskresi ikan dan sisa pakan menumpuk dalam air dan meningkatkan toksisitas jika tidak dihilangkan. Berbeda dengan budidaya sistem akuaponik, tanaman berfungsi sebagai fitoremediasi dimana bakteri mengubah limbah metabolisme ikan menjadi nutrisi yang dapat diserap oleh tanaman dan menjaga air tetap bersih. Mekanisme penyerapan nutrisi ini memungkinkan pertumbuhan ikan, tanaman, dan mikroba berkembang secara simbiotik sekaligus membersihkan air dan mencegah penumpukan nitrogen yang beracun bagi ikan (Saputra, 2021).

Keuntungan pada budidaya sistem akuaponik ini diantaranya yaitu ramah lingkungan, menghemat air dan lahan, dan keseimbangan ekologi antara ikan, bakteri, dan tanaman (Effendi, 2015). Keunggulan lainnya pada budidaya sistem akuaponik ini adalah pemanfaatan nitrogen yang tinggi untuk pertumbuhan tanaman. Dalam sistem budidaya hanya 25% pakan yang dapat dimanfaatkan untuk biomassa ikan, dan lebih dari 70% pakan akan diekskresikan kedalam lingkungan berupa amonia dan dengan bantuan bakteri pengoksidasi amonia kemudian diubah menjadi nitrat (NO_3^-) dan nitrit (NO_2^-). Nitrit kemudian akan diserap oleh tanaman untuk pertumbuhannya, sehingga hasil yang didapat dari sistem budidaya akuaponik ini adalah ikan dan tanaman (Hu Zhen, 2015).

Ikan lele merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Hal ini tidak lain dikarenakan harganya yang murah, dagingnya yang lunak, dan durinya yang sedikit. Selain itu, ikan lele memiliki keunggulan diantaranya yaitu adaptasi perubahan lingkungan yang baik, pertumbuhan cepat, dan teknik pemeliharaan yang sangat sederhana (Nazila, 2018). Salah satu jenis ikan lele yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). Hal ini dikarenakan pertumbuhannya yang relatif cepat yaitu benih ikan lele sangkuriang yang berumur 26 hari memiliki panjang 3-5 cm (Kordi, 2010).

Air limbah dari produksi budidaya ikan lele mengandung unsur hara makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tanaman. Unsur hara yang terkandung di dalam air limbah budidaya ikan lele diantaranya yaitu C-organik (0,06-0,62%), Nitrogen (0,49-1,32%), fosfat (0,6-0,35%), kalium (0,22-4,97%) (Gusnawan, 2021). Pada sistem akuaponik, limbah tersebut akan diserap oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Penyerapan nitrogen dalam akuaponik secara langsung dipengaruhi oleh spesies tanaman (Hu Zhen, 2015). Syarat penggunaan tanaman pada sistem akuaponik yaitu mampu melakukan fitoremediasi seperti mengekstrak, menurunkan, atau menghilangkan senyawa organik dan anorganik dari limbah (Zidni, 2019). Jenis tanaman yang akan digunakan dalam sistem akuaponik ini adalah tanaman hortikultura (kangkung dan pakcoy). Kedua jenis tanaman tersebut mampu menyaring penumpukan zat-zat organik seperti sisa pakan (Rini, 2018). Penggunaan jenis tanaman tersebut didasarkan pada kemampuannya dalam mengurai bahan organik, lama waktu sistem akuaponik dijalankan yang berakibat pada efektivitas pengelolaan limbah pada masing-masing tanaman (Hapsari, 2020), dan memiliki nilai ekonomi.

Penelitian sistem akuaponik sederhana didalam ember dengan jenis tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) pernah dilakukan oleh Setyani (2021). Penelitian tersebut menggunakan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dengan ukuran benih 4-6 cm dan ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*) dengan ukuran benih 3-5 cm, serta tanaman kangkung sebagai fitoremediasinya. Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan berat mutlak ikan lele sebesar 87,94 gr/ekor dengan tingkat kelangsungan hidup sebesar 66,66 %. Sementara ikan nila memiliki pertumbuhan mutlak 13,66 gr/ekor dengan kelangsungan hidup ikan sebesar

46,66%. Contoh penelitian di atas menggunakan kangkung sebagai fitoremediasi sekaligus sebagai hasil produk samping dari budidaya ikan.

Penelitian mengenai efektivitas penggunaan tanaman kangkung pada sistem akuaponik di dalam ember sudah banyak dilakukan, namun masih sedikit informasi mengenai efektivitas penggunaan tanaman pakcoy pada budidaya sistem akuaponik di dalam ember. Pemilihan tanaman kangkung dan pakcoy pada budidaya dalam ember ini dapat dipertimbangkan berdasarkan kemampuannya dalam meremediasi limbah organik dan anorganik serta produk samping yang dihasilkan dapat dimanfaatkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diulas maka dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat perbedaan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada sistem akuaponik ?
2. Bagaimana kualitas air budidaya selama masa pemeliharaan ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang dibuat, maka dapat diperoleh tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) pada sistem akuaponik.
2. Untuk mengetahui kualitas air budidaya selama masa pemeliharaan.

1.4 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat dan pembudidaya ikan khususnya ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*), serta para petani tanaman hortikultura untuk menggunakan sistem akuaponik dalam kegiatan bertaniya agar hasil yang didapatkan lebih optimal dan meningkatkan hasil panen dari jenis komoditas yang berbeda yaitu ikan dan tumbuhan serta mengurangi pencemaran pada lingkungan.

1.5 Hipotesis Penelitian

Penggunaan tanaman yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*).

1.6 Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya fokus terkait pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*).
2. Variabel bebas pada penelitian ini hanya jenis tanaman, dan waktu tidak termasuk variabel.
3. Kualitas air yang diteliti hanya fokus pada kebutuhan ikan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan :

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan fitoremediasi efektif terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). Pertumbuhan ikan lele sangkuriang tertinggi didapat pada perlakuan kangkung (*Ipomoea reptans* Poir) dan kelangsungan hidup ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*) tertinggi didapat pada perlakuan pakcoy (*Brassica rapa* L).
2. Kualitas air budidaya selama pemeliharaan tergolong sesuai sehingga mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*).

5.2 Saran

Perlu penelitian lebih lanjut mengenai jumlah ikan pada satu wadah pemeliharaan, jumlah tanaman dalam satu wadah pemeliharaan, serta sistem akuaponik yang digunakan untuk menghasilkan pertumbuhan ikan lele, kangkung, dan pakcoy yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aida, S. N. 2020. *Ensiklopedi Sawi: Deskripsi, Filosofi, Manfaat, Budidaya, dan Peluang Bisnisnya*. Jogjakarta: Karya Bakti Makmur (KBM) Indonesia.
- Ainuddin, dan Widyawati. 2017. Studi Pencemaran Logam Berat Merkuri (Hg) di Perairan Sungai Tabobo Kecamatan Malifut Kabupaten Halmahera Utara. *Journal Ecosystem*, 17 (1): 653-659.
- Asni, Rahim, dan Marwayanti. 2020. Sistem Akuaponik Dapat Meningkatkan Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Veteriner*, 21 (1): 136-142.
- Azhari, D., dan Tomaso, A. M. 2018. Kajian Kualitas Air Dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochormis niloticus*) Yang Dibudidayakan Dengan Sistem Akuaponik. *Jurnal Akuatika Indonesia*, vol. 3 (2): 84-90.
- Damanik, B. H., Hamdani, H., Riyantini, I., dan Herawati, H. 2018. Uji Efektivitas Bio Filter Dengan Tanaman Air Untuk Memperbaiki Kualitas Air Pada Sistem Akuaponik Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9(1): 134-142.
- Djoharam, V., Riani, E., dan Yani, M. 2018. Analisis Kualitas Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Pesanggrahan di Wilayah Provinsi DKI Jakarta. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8 (1): 127-133.
- Effendi, H., Utomo, B. A., Darmawangsa, G. M., dan Karo-karo, R. E. 2015. Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp*) Dengan Kangkung (*Ipomoea aquatica*) Dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) Dalam Sistem Reskulasi. *Ecolab*, 9(2): 80-92.
- FAO. 2014. *Small-Scale Aquaponic Food Production: Integrated Fish and Plant Farming*.
- Francisca, N. E., dan Muhsoni, F. F. 2021. Laju Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Orechormis niloticus*) Pada Salinitas yang Berbeda. *Juvenile*, 2 (3): 166-175.

- Ghofur, M., dan Azmi, U. 2020. Kepadatan Optimum Ikan dan Tanaman Air pada Pemeliharaan Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*) dengan Sistem Akuaponik. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 5(1): 13-17.
- Gumelar, W. R., Nurruhwati, I., Sunarto, dan Zahidah. 2017. Pengaruh Penggunaan Tiga Varietas Tanaman Pada Sistem Akuaponik Terhadap Konsentrasi Total Amonia Nitrogen Media Pemeliharaan Ikan Koi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, vol. 8 (2): 36-42.
- Gusnawan, R., Indrawanis, E., dan Okalia, D. 2021. Pengaruh Air Limbah Kolam Lele Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Melon Kuning (*Cucumis melo L.*). *Jurnal Green Swarnadwipa*, 10(2): 260-267.
- Hamuna, B., Tanjung, R., Suwito, Maury, H., dan Alianto. 2018. Kajian Kualitas Air Laut Dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Ilmu Lingkungan*, 16 (1): 35-43.
- Hapsari, B. M., Hutabarat, J., dan Harwanto, D. 2020. Performa Kualitas Air, Pertumbuhan, dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 4(1): 78-89.
- Hu Zhen, Lee, J. W., Chandran, K., Kim, S., Brotto, A. C., dan Khanal, S. K. 2015. Effect of Plant Species on Nitrogen Recovery in Aquaponics. *Bioresource Technology*, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2015.01.013>
- Irawan, D., Sari, S.P., Prasetyono, E., dan Syarif, A. F. 2019. Performa Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Seluang (*Rasbora einthovenii*) Pada Perlakuan pH Yang Berbeda. *Journal of Aquatropica Asia*, 4(2): 15-21.
- Khomsah, M., dan Chusnah, M. 2021. *Efektivitas Berbagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Kangkung Darat (Ipomoea reptans Poir) Dengan Hidroponik Sistem DFT (Deep Flow Technique)*. Jombang: LPPM.
- Kordi, K. M. Ghufrani H. 2010. *Budidaya Perairan: Buku Kedua*. Bandung: Citra Aditya Bakti.

- Kordi, K. M. Ghufran H. 2010. *Panduan Lengkap Memelihara Ikan Air Tawar di Kolam Terpal*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Kordi, K. M. Ghufran H. 2010. *Budidaya Ikan Lele di Kolam Terpal*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Latuconsina, H. 2020. *Ekologi Perairan Tropis: Biodeversitas, Adaptasi, Ancaman, dan Pengelolaannya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Mahyuddin, K. 2013. *Panduan Lengkap Agribisnis Lele*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Malau, S. 2005. *Perancangan Percobaan*. Universitas HKBP Nommensen, Medan.
- Megawati, D., Masykuroh, K., dan Kurnianto, D. 2020. Rancangan Bangun Sistem Monitoring pH dan Suhu Air Pada Akuaponik Berbasis *Internet of Things* (IoT). *TELKA*. Vol. 6 (2): 124-137.
- Mulqan, M., Rahimi, S. A., dan Dewiyanti, I. 2017. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Gesit (*Oreochromis niloticus*) Pada Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1): 183-193.
- Mulyani, Y. S., Yulisman, & Fitriani, M. 2014. Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Dipuaskan Secara Periodik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2 (1): 1-12.
- Nazila, S., dan Zulfiadi. 2018. Pengaruh Tanaman Berbeda Pada Sistem Akuaponik Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Lele (*Clarias sp*). *Aquatic Sciences Journal*, 5(1): 14-18.
- Nugraha, D., Supardjo, M. N., dan Subiyanto. 2012. Pengaruh Perbedaan Suhu Terhadap Perkembangan Embrio, Daya Tetas Telur dan Kecepatan Penyerapan Kuning Telur Ikan Black Ghost (*Apteronotus albifrons*) Pada Skala Laboratorium. *Journal of Management of Aquatic Resources*, 1 (1): 1-6.

- Payadnya, P. A. A, dan Jayantika, G. A. N. T. 2018. *Panduan Penelitian Eksperimen Beserta Analisis Statistik dengan SPSS*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Pratopo, L. H., dan Thoriq, A. 2021. Produksi Tanaman Kangkung dan Ikan Lele Dengan Sistem Akuaponik. *PASPALUM: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 9(1): 68-76.
- Puspitasari, D., dan Purnomo, N. H. 2018. Kajian Kesesuaian Kualitas Air Untuk Budidaya Ikan Gurame di Desa Ngranti Kecamatan Boyolangu Kabupaten Tulungagung. *Swara Bhumi*, 5(9):1-7.
- Rini, D. S., Hasan, H., Prasetio, E. 2018. Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tumbuhan Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Tengadak (*Barbonymus swanefeldii*). *Jurnal Ruaya*, 6 (2): 14-20.
- Sa'adah, N., dan Widyaningsih, S. 2018. Pengaruh Pemberian CO₂ Terhadap pH Air pada Pertumbuhan *Caulerpa racemosa* var. *uvifera*. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(1): 17-22.
- Salam, MA., Hashem, S., Asadujjaman, M., dan Li, F. 2014. Recovery of Nutrients From Fish Farming Wastewater: Aquaponic System for Integration of Plants and Fish. *Journal Fish & Marine*, 6(4): 355-360.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, XXX (3) : 21 – 26.
- Saputra, A. B., Sumoharjo, dan Ma'ruf, M. 2021. Daya Dukung Sistem Akuaponik Untuk Pembesaran Ikan Nila (*Oreochormis niloticus*) Skala Komersial. *J. Aquawarman*, 7 (2): 97-108.
- Setyani, D., Mantuh, Y., dan Augusta, T. S. 2021. Budidaya Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Dan Ikan Nila Hitam (*Oreochormis niloticus*) Dalam Ember (Budikdamber). *Ziraa'ah*, 46(2): 157-164.
- Setyohadi, D., dan Wiadnya, D. G. R. 2018. *Pengkajian Stok dan Dinamika Populasi Ikan Lemuru*. Malang: UB Press.

- Siegers, W. H., Prayitno, Y., dan Sari, A. 2019. Pengaruh Kualitas Air Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila Nirwana (*Oreochromis sp.*) Pada Tambak Payau. *The Journal of Fisheries Development*, vol. 3 (2): 95-104.
- Sinaga, E. L. R., Muhtadi, A., Bakti, D. 2016. Profil Suhu, Oksigen Terlarut, dan pH Secara Vertikal Selama 24 Jam di Danau Kelapa Gading Kabupaten Asahan Sumatera Utara. *Omni-Akuatika*, 12 (2): 114-124.
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2014). *Small-Scale Aquaponic Food Production Integrated Fish and Plant Farming*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Sudarwati, H., Natsir, M. H., dan Nurgiartiningsih, A. V. M. 2019. *Statistika dan Rancangan Percobaan (Penerapan dalam Bidang Peternakan)*. Malang: UB Press.
- Sunardi, O., Adimihardja, S. A., dan Mulyaningsih, Y. 2013. Pengaruh Tingkat Pemberian ZPT Gibberelin (GA3) Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica Forsk L.*) Pada Sistem Hidroponik *Floating Raft Technique* (FRT). *Jurnal Pertanian*, 4 (1): 33-47.
- Supriatna, Mahmudi, M., Musa, M., dan Kusriani. 2020. Hubungan pH Dengan Parameter Kualitas Air Pada Tambak Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research*, vol. 14(3): 368-374.
- Utami, K. P., Hastuti, S., dan Nugroho, R. A. 2018. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Tawes (*Puntius javanicus*) Pada Sistem Resirkulasi. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 2(2): 53-63.
- Wulandari, M., Harfadli, M., dan Rahmania. 2020. Penentuan Kondisi Kualitas Perairan Muara Sungai Sumber, Balikpapan, Kalimantan Timur dengan Metode Indeks Pencemaran (Pollution Index). *Specta Journal of Technology*, 4 (2).



Wulansari, K., Razak, A., dan Vauziah. 2022. Pengaruh Suhu Terhadap Pertumbuhan Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias gariepinus*) dan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus* x *Clarias fiscus*). *Konservasi Hayati*, vol. 18 (1): 31-39.

Yudasmara, G. A., Martini, N. D., Amelia, J. M., dan Suryantini, L. 2021. Pelatihan Teknologi Akuaponik Bagi Petani Perkotaan Di Kelurahan Liligundi Singaraja Bali. *Prosceeding Senadimas Undiksha*, hal : 1380-1385.

Zidni, I., Iskandar, Rizal, A., Andriani, Y., Ramadan, R. 2019. Efektivitas Sistem Akuaponik Dengan Jenis Tanaman Berbeda Terhadap Kualitas Air Media Budidaya Ikan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 9 (1): 81-94.

