Manfish: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Peternakan
Volume 2 No 2 September 2024
e-ISSN: 3046-5338; p-ISSN: 3046-5052, Hal 69-79
DOI: https://doi.org/10.62951/manfish.v2i2.47
Available Online at: https://journal.asrihindo.or.id/index.php/Manfish

Krisis Biodiversitas Perairan: Investigasi Solusi Berbasis Komunitas untuk Pemulihan Ekosistem Aquatik

Okniel Zebua [1*], Asokhiwa Zega [2], Ratna Dewi Zebua [3], Destriman Laoli [4], Januari Dawolo [5], Betzy Victor Telaumbanua [6]
[1,2,3,4,5,6] Universitas Nias, Indonesia

Jln. Yos Sudarso Ombolata Ulu 188/E Gunungsitoli, 22815
Email : nielzebua02@email.com, asokhiwazega@gmail.com, ratnadewizebua1@gmail.com, destriman_laoli@yahoo.co.id, january.dawolo.@gmail.com, victor.betzy26@gmail.com

Abstract. *Crisis aquatic biodiversity is a critical environmental issue, triggered by human activities such as overfishing, pollution, and climate change, which have serious impacts on the stability of ecosystems and the climate change, which has serious impacts on the stability of ecosystems and the livelihoods of coastal communities. livelihoods of coastal communities. This research aims to examine community-based solutions in restoring degraded aquatic ecosystems, with a focus on the integration of sustainable aquaculture technologies and aquaponic systems. The methodology used was a comprehensive literature analysis of scientific articles, journals and relevant publications. The research findings show that sustainable fisheries management, habitat restoration, environmental education and awareness, implementation of environmentally education and environmental awareness, the application of environmentally friendly technologies, and the development of supportive policies are the main strategies for sustainable fisheries management. development of supportive policies are key strategies in improve conservation effectiveness. The implications of this research show that a community-based approach is not only effective for the conservation of aquatic biodiversity, but also provides practical guidance for policymakers and non-governmental organizations in designing and implementing community-based policy makers and non-governmental organizations in designing and implementing more holistic and effective ecosystem restoration programs that are more holistic and sustainable.*

Keywords: *Sustainable aquaculture, Biodiversity, Community, Conservation, Ecosystem Restoration*

Abstrak. Krisis biodiversitas perairan merupakan isu lingkungan yang kritis, dipicu oleh aktivitas manusia seperti penangkapan ikan berlebihan, pencemaran, dan perubahan iklim, yang berdampak serius pada kestabilan ekosistem dan mata pencaharian masyarakat pesisir. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah solusi berbasis komunitas dalam memulihkan ekosistem akuatik yang terdegradasi, dengan fokus pada integrasi teknologi akuakultur berkelanjutan dan sistem akuaponik. Metodologi yang digunakan adalah analisis literatur komprehensif terhadap artikel ilmiah, jurnal, dan publikasi relevan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan perikanan secara berkelanjutan, restorasi habitat, pendidikan dan kesadaran lingkungan, penerapan teknologi ramah lingkungan, serta pengembangan kebijakan yang mendukung merupakan strategi utama dalam meningkatkan efektivitas konservasi. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis komunitas tidak hanya efektif untuk konservasi biodiversitas akuatik, tetapi juga memberikan panduan praktis bagi pembuat kebijakan dan organisasi non-pemerintah dalam merancang dan mengimplementasikan program pemulihan ekosistem yang lebih holistik dan berkelanjutan.

Kata kunci: Akuakultur berkelanjutan, Biodiversitas, Komunitas, Konservasi, Pemulihan ekosistem.

1. LATAR BELAKANG

Krisis biodiversitas perairan telah muncul sebagai isu lingkungan yang mendesak dalam beberapa dekade terakhir. Penurunan biodiversitas yang dramatis di ekosistem akuatik, akibat dari aktivitas manusia yang intensif seperti penangkapan ikan

Received: July 02,2024; Revised: July 30,2024; Accepted: August 06 2024; Online Available: August 08, 2024;

yang berlebihan, pencemaran, dan perubahan iklim, telah menyebabkan kerusakan yang signifikan pada kestabilan ekosistem dan mengancam mata pencaharian masyarakat pesisir yang bergantung pada sumber daya akuatik (Irawan et al., 2019; Zega et al., 2024). Krisis ini tidak hanya mempengaruhi spesies ikan dan organisme akuatik lainnya, tetapi juga mempengaruhi fungsi ekosistem yang penting seperti siklus nutrisi dan pengaturan kualitas air.

Dalam konteks ini, penelitian menunjukkan bahwa lebih dari 30% spesies ikan dan organisme akuatik mengalami penurunan jumlah populasi yang signifikan (Zebua et al., 2023). Penurunan ini berdampak pada rantai makanan akuatik dan mengurangi kemampuan ekosistem untuk menyediakan layanan ekosistem yang esensial bagi manusia. Misalnya, penurunan populasi ikan predator dapat mengakibatkan ledakan populasi spesies ikan kecil yang pada gilirannya mempengaruhi kualitas dan kesehatan terumbu karang (Zega et al., 2024). Dampak ini juga meluas ke masyarakat pesisir, yang sering kali bergantung pada perikanan untuk pendapatan dan konsumsi makanan sehari-hari.

Untuk mengatasi masalah ini, berbagai pendekatan konservasi telah dikembangkan. Salah satu strategi yang semakin diperhatikan adalah pendekatan berbasis komunitas, yang melibatkan masyarakat lokal dalam perencanaan, implementasi, dan pemantauan proyek konservasi. Pendekatan ini menekankan pentingnya partisipasi masyarakat dalam upaya konservasi, karena pengetahuan lokal dan kepedulian komunitas dapat meningkatkan keberhasilan proyek konservasi (Zebua et al., 2023; Zega et al., 2024). Partisipasi komunitas memungkinkan penerapan solusi yang lebih sesuai dengan kondisi lokal dan dapat meningkatkan kepemilikan dan tanggung jawab terhadap hasil konservasi.

Sebagai contoh, penelitian tentang penerapan teknologi akuakultur berkelanjutan menunjukkan bahwa sistem akuaponik, yang mengintegrasikan budidaya ikan dan hidroponik, dapat meningkatkan produktivitas pangan secara berkelanjutan dengan meminimalkan dampak lingkungan (Zega et al., 2023). Teknologi ini mengurangi kebutuhan akan input eksternal seperti pakan dan pupuk, serta mengelola limbah dengan cara yang lebih efisien. Dalam sistem akuaponik, limbah ikan digunakan sebagai sumber nutrisi untuk tanaman, sementara tanaman berfungsi untuk menyaring air yang kemudian dikembalikan ke kolam ikan. Model ini menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan

ketahanan pangan sambil mengurangi tekanan pada sumber daya perairan alami (Zega et al., 2024).

Namun, meskipun teknologi akuakultur berkelanjutan dan akuaponik telah menunjukkan potensi besar, penerapannya dalam konteks pemulihan biodiversitas perairan dari perspektif berbasis komunitas masih memerlukan kajian mendalam. Sebagian besar studi sebelumnya lebih fokus pada manfaat teknologi tersebut dalam konteks produksi pangan dan pengelolaan limbah, sementara pengaruhnya terhadap pemulihan biodiversitas dan partisipasi komunitas sering kali kurang terjelajahi (Fariadi et al., 2024; Zega et al., 2024). Hal ini menunjukkan adanya gap dalam literatur yang memerlukan perhatian lebih lanjut.

Gap ini menandakan perlunya penelitian yang lebih komprehensif untuk mengeksplorasi bagaimana teknologi akuakultur berkelanjutan dan sistem akuaponik dapat diintegrasikan dengan pendekatan berbasis komunitas untuk meningkatkan keberhasilan pemulihan biodiversitas perairan. Studi yang ada belum sepenuhnya mengidentifikasi bagaimana kolaborasi antara teknologi inovatif dan partisipasi komunitas dapat menciptakan sinergi yang efektif dalam upaya konservasi. Penelitian yang mendalam mengenai hal ini dapat memberikan wawasan baru dan mengarah pada pengembangan strategi konservasi yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Berdasarkan masalah yang diidentifikasi dan kekurangan dalam literatur, peneliti merasa terdorong untuk melakukan penelitian yang memfokuskan pada solusi berbasis komunitas untuk pemulihan ekosistem akuatik dengan penekanan pada inovasi teknologi terbaru. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan pengetahuan dengan menganalisis bagaimana teknologi akuakultur berkelanjutan dan sistem akuaponik dapat diintegrasikan dengan pendekatan berbasis komunitas. Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan strategi konservasi yang lebih efektif dan berkelanjutan serta mendorong pelibatan aktif masyarakat dalam upaya konservasi ekosistem perairan.

Dengan memahami cara teknologi inovatif dapat bekerja bersamaan dengan partisipasi komunitas, penelitian ini berpotensi untuk menawarkan solusi yang lebih holistik dan inklusif untuk krisis biodiversitas perairan. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada pemulihan ekosistem tetapi juga pada peningkatan kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada sumber daya perairan. Melalui kajian ini, diharapkan

dapat memberikan panduan yang berguna untuk kebijakan dan praktik konservasi di masa depan serta mendorong implementasi solusi yang lebih terintegrasi dan berkelanjutan.

2. KAJIAN TEORITIS

Dalam kajian tentang krisis biodiversitas perairan dan upaya pemulihan ekosistem akuatik, berbagai teori dan konsep penting perlu dipahami untuk memberikan landasan yang kuat bagi penelitian ini. Berikut ini adalah teori-teori relevan yang mendasari topik penelitian serta ulasan tentang penelitian sebelumnya yang memberikan acuan dan landasan bagi penelitian ini.

Teori biodiversitas mengemukakan bahwa keberagaman spesies dalam suatu ekosistem berperan penting dalam menjaga kestabilan ekosistem. Menurut teori ini, ekosistem yang lebih beragam cenderung lebih stabil dan mampu memulihkan diri dari gangguan (Irawan et al., 2019; Zega et al., 2023). Keberagaman spesies berkontribusi pada fungsi ekosistem yang lebih baik, termasuk siklus nutrisi, kualitas air, dan kestabilan rantai makanan. Penurunan biodiversitas, sebaliknya, dapat menyebabkan gangguan ekosistem yang signifikan dan penurunan kualitas lingkungan (Zega et al., 2024; Zebua et al., 2023; Telaumbanua et al., 2023). Dalam konteks krisis biodiversitas perairan, penurunan spesies ikan dan organisme akuatik lainnya mempengaruhi kestabilan ekosistem dan mengancam mata pencaharian masyarakat pesisir (Laoli et al., 2023).

Pendekatan berbasis komunitas dalam konservasi menggarisbawahi pentingnya partisipasi masyarakat lokal dalam upaya perlindungan dan pemulihan lingkungan (Zebua et al., 2023; Zega et al., 2024). Pendekatan ini menekankan bahwa masyarakat lokal sering kali memiliki pengetahuan lokal yang berharga dan kepedulian yang dapat meningkatkan efektivitas proyek konservasi (Zebua et al., 2019). Penelitian oleh Zega et al. (2024) menunjukkan bahwa melibatkan komunitas dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek konservasi dapat meningkatkan kepemilikan dan tanggung jawab terhadap hasil konservasi (Telaumbanua et al., 2023). Pendekatan ini juga dapat meningkatkan keberhasilan program konservasi dengan mengakomodasi kebutuhan dan harapan masyarakat lokal (Laoli et al., 2023).

Teknologi akuakultur berkelanjutan merupakan salah satu solusi yang diusulkan untuk mengatasi krisis biodiversitas dan meminimalkan dampak lingkungan dari aktivitas budidaya ikan (Zega et al., 2023; Zebua et al., 2023). Teknologi ini mencakup berbagai

metode yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi produksi sambil mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Zebua et al., 2023; Telaumbanua et al., 2023). Sistem akuaponik, misalnya, mengintegrasikan budidaya ikan dengan hidroponik, sehingga memanfaatkan limbah ikan sebagai sumber nutrisi untuk tanaman dan mengurangi kebutuhan akan input eksternal seperti pupuk dan pakan (Zega et al., 2024). Model ini menawarkan pendekatan inovatif untuk meningkatkan ketahanan pangan sambil mengelola limbah secara lebih efisien dan mengurangi tekanan pada sumber daya perairan alami (Laoli et al., 2023).

Pengelolaan dan pemulihan ekosistem akuatik memerlukan pendekatan yang holistik dan terintegrasi untuk mengatasi berbagai ancaman terhadap biodiversitas (Zebua et al., 2023). Menurut penelitian oleh Zebua et al. (2023), pemulihan ekosistem akuatik harus melibatkan berbagai strategi, termasuk pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan, rehabilitasi habitat, dan pengendalian pencemaran (Zega et al., 2024). Penelitian ini juga menyoroti pentingnya pendekatan berbasis komunitas dalam meningkatkan efektivitas program pemulihan, karena masyarakat lokal dapat memainkan peran kunci dalam melindungi dan mengelola sumber daya perairan mereka (Telaumbanua et al., 2023; Laoli et al., 2023).

Inovasi teknologi dalam akuakultur dan sistem akuaponik menawarkan potensi besar untuk mendukung pemulihan biodiversitas perairan, tetapi integrasi teknologi dengan partisipasi komunitas masih memerlukan penelitian lebih lanjut (Zega et al., 2024; Zebua et al., 2023). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teknologi inovatif dapat meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan, tetapi keberhasilan implementasinya sering kali tergantung pada keterlibatan masyarakat lokal dan dukungan mereka terhadap proyek-proyek konservasi (Zega et al., 2023; Zebua et al., 2019; Telaumbanua et al., 2023). Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana teknologi inovatif dapat diintegrasikan dengan pendekatan berbasis komunitas untuk mencapai hasil yang lebih baik dalam pemulihan biodiversitas (Laoli et al., 2023).

Dalam kajian ini, hipotesis tidak dinyatakan secara eksplisit, tetapi berdasarkan ulasan teori dan penelitian sebelumnya, dapat diharapkan bahwa kombinasi teknologi akuakultur berkelanjutan dengan pendekatan berbasis komunitas akan memberikan solusi yang lebih efektif untuk pemulihan ekosistem akuatik dan peningkatan keberagaman spesies (Zebua et al., 2023; Zega et al., 2024). Penelitian ini akan mengisi gap

pengetahuan dengan menganalisis sinergi antara teknologi dan partisipasi komunitas, serta memberikan panduan untuk pengembangan strategi konservasi yang lebih terintegrasi dan berkelanjutan (Telaumbanua et al., 2023; Laoli et al., 2023).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui analisis literatur yang mendalam terhadap artikel-artikel ilmiah, jurnal, dan publikasi yang relevan dengan inovasi dalam teknologi akuakultur berkelanjutan serta penerapan sistem akuaponik. Sumber data yang digunakan mencakup berbagai jenis publikasi seperti Google Scholar, jurnal terakreditasi, buku teks, serta disertasi. Analisis deskriptif diterapkan untuk mengorganisasi dan mensistematisasi data yang dikumpulkan dari sumber-sumber tersebut. Proses ini bertujuan untuk menyajikan informasi secara jelas dan terstruktur, memungkinkan pemahaman yang komprehensif mengenai topik yang dibahas. Tinjauan ini berfungsi sebagai kajian kritis terhadap pengetahuan dan temuan yang ada dalam literatur teoritis dan akademik, dengan penekanan pada penyajian data yang terintegrasi dan interpretasi yang mendalam untuk memberikan pemahaman yang lebih baik kepada pembaca.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Krisis biodiversitas perairan telah menjadi perhatian global yang mendesak, terutama mengingat dampaknya terhadap ekosistem dan kesejahteraan manusia. Berdasarkan tinjauan literatur yang komprehensif, ditemukan bahwa degradasi ekosistem aquatik disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk aktivitas manusia seperti overfishing, polusi, dan perubahan iklim. Penelitian ini mengeksplorasi solusi berbasis komunitas sebagai pendekatan yang efektif untuk memulihkan ekosistem aquatik yang terdegradasi.

Solusi Berbasis Komunitas untuk Pemulihan Ekosistem Aquatik

Solusi berbasis komunitas melibatkan partisipasi aktif dari masyarakat setempat dalam upaya konservasi dan pengelolaan sumber daya alam mereka sendiri. Strategi-strategi utama yang diidentifikasi dalam literatur meliputi:

1. Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Secara Berkelanjutan

Pengelolaan perikanan berbasis komunitas telah menunjukkan hasil yang positif dalam menjaga keseimbangan ekosistem. Masyarakat lokal, dengan pengetahuan mendalam mereka tentang lingkungan setempat, dapat mengatur kuota tangkapan,

mengawasi daerah tangkapan, dan menerapkan musim penangkapan tertentu untuk mencegah overfishing. Hal ini tidak hanya menjaga populasi ikan tetapi juga mendukung keberlanjutan sumber daya alam untuk generasi mendatang.

2. Restorasi Habitat

Upaya restorasi habitat melibatkan perbaikan kondisi fisik dan biologi habitat aquatik. Penanaman kembali mangrove dan lamun yang rusak merupakan salah satu cara yang efektif untuk meningkatkan biodiversitas. Mangrove, misalnya, menyediakan tempat berlindung bagi berbagai spesies ikan dan invertebrata, sementara lamun membantu menjaga kualitas air. Program pembersihan sungai dan laut yang dipimpin oleh komunitas juga berkontribusi dalam memulihkan habitat yang terdegradasi akibat polusi.

3. Pendidikan dan Kesadaran Lingkungan

Pendidikan dan kampanye kesadaran lingkungan adalah kunci untuk mengubah perilaku masyarakat yang merusak lingkungan. Melalui program-program pendidikan, masyarakat dapat belajar tentang praktik perikanan berkelanjutan, pengelolaan sampah, dan dampak negatif dari polusi. Kesadaran yang meningkat ini kemudian diterjemahkan menjadi tindakan yang lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan, yang pada akhirnya mendukung upaya konservasi.

4. Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan

Teknologi ramah lingkungan seperti sistem akuaponik, yang menggabungkan budidaya ikan dan tanaman dalam satu ekosistem tertutup, menawarkan solusi yang berkelanjutan untuk meningkatkan produksi pangan tanpa merusak lingkungan. Teknologi ini menjaga kualitas air, mengurangi kebutuhan akan pupuk dan pestisida kimia, serta meningkatkan produktivitas. Penerapan teknologi ini di komunitas perikanan dapat membantu mengurangi tekanan terhadap sumber daya alam dan mendukung keberlanjutan ekonomi.

5. Pengembangan Kebijakan dan Regulasi yang Mendukung

Kebijakan dan regulasi yang mendukung pengelolaan sumber daya alam berbasis komunitas sangat penting untuk keberhasilan upaya konservasi. Regulasi yang jelas dan penegakan hukum yang konsisten dapat mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam upaya konservasi. Misalnya, pemberian hak pengelolaan kepada komunitas lokal

dapat meningkatkan rasa tanggung jawab dan kepemilikan terhadap sumber daya alam, yang pada gilirannya mendorong tindakan konservasi yang lebih efektif.

Keterkaitan Hasil dengan Konsep Dasar

Temuan-temuan ini sejalan dengan teori ekologi dan prinsip-prinsip pengelolaan sumber daya berkelanjutan. Pengelolaan berbasis komunitas, atau co-management, menekankan bahwa masyarakat lokal memiliki pengetahuan dan kepentingan yang mendalam terhadap ekosistem mereka. Partisipasi mereka dalam pengelolaan sumber daya tidak hanya meningkatkan efektivitas konservasi tetapi juga memastikan keberlanjutan jangka panjang.

Implikasi Hasil Penelitian

Implikasi teoritis dari penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis komunitas dapat menjadi model yang efektif untuk konservasi biodiversitas aquatik. Secara praktis, hasil penelitian ini memberikan panduan bagi pembuat kebijakan, organisasi non-pemerintah, dan komunitas lokal dalam merancang dan mengimplementasikan program pemulihan ekosistem aquatik. Sebagai contoh, teknologi akuaponik dan program pendidikan lingkungan dapat diintegrasikan ke dalam kebijakan pengelolaan sumber daya perairan di berbagai wilayah. Selain itu, regulasi yang mendukung pengelolaan berbasis komunitas dapat meningkatkan partisipasi masyarakat dalam upaya konservasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa solusi berbasis komunitas memiliki potensi besar dalam memulihkan ekosistem aquatik yang terdegradasi. Melalui pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan, restorasi habitat, pendidikan lingkungan, penerapan teknologi ramah lingkungan, dan kebijakan yang mendukung, krisis biodiversitas perairan dapat diatasi secara efektif. Penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan strategi konservasi yang lebih spesifik dan aplikatif, dengan harapan dapat memberikan kontribusi nyata terhadap konservasi ekosistem aquatik dan kesejahteraan masyarakat setempat.

6. DAFTAR REFERENSI

Abidin, Z., Lumbessy, S. Y., Lestari, D. P., Alim, S., & Diniarti, N. (2023). Sosialisasi penggunaan ekstrak tanaman sebagai immunostimulan ikan. *Prosiding Pepadu, 5*(1), 14–18.

Arditya, D., et al. (2019). Optimal use of squid meal in pelletized feed for *Channa striata*. *Aquaculture Nutrition, 47*(2), 180–187.

Aurora, N. E., Mahfudz, L. D., & Sarjana, T. A. (2020). Potensi bawang putih dan *Lactobacillus achidophilus* sebagai sinbiotik terhadap karakteristik tulang ayam broiler. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia, 15*(4), 375–382. https://doi.org/10.31186/jspi.id.15.4.375-382

Budiyanti, S., O., Tatra, S. J., Nurhidayat, A., & Sukendar, W. (2022). Dengan dosis berbeda terhadap kelulusan hidup ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diinfeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Aquamarine, 9*(1), 14–21.

Chairany, N. (2020). Perbedaan penambahan ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) dan ekstrak kunyit (*Curcuma longa*) sebagai atraktan pada pakan komersil terhadap konsumsi. *Available at*: https://repository.unair.ac.id/103335/2/2.%20RINGKASAN.pdf

Dampati, P. S., & Veronica, E. (2020). Potensi ekstrak bawang hitam sebagai tabir surya terhadap paparan sinar ultraviolet. *KELUWIH: Jurnal Kesehatan Dan Kedokteran, 2*(1), 23–31. https://doi.org/10.24123/kesdok.v2i1.3020

Fadila, & Juhartini. (2021). Mutu organoleptik dan kandungan histamin penyedap rasa bubu ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*). *Hospital Majapahit, 13*(1), 21–34.

Fidyandini, H. P. (2021). Pelatihan penggunaan probiotik dan imunostimulan untuk pencegahan dan pengobatan penyakit ikan lele pada kelompok pembudidaya ikan Ulam Adi Jaya Kabupaten Mesuji. *Sakai Sambayan Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 5*(2), 116. https://doi.org/10.23960/jss.v5i2.265

Firlianty, Yasin, M. N., & Najamuddin, A. (2019). Pemanfaatan residu daging ikan gabus (*Channa striata*) untuk pembuatan cookies makanan balita di Kecamatan Bukit Batu Kota Palangkaraya. *Jurnal Pengabdi, 2*(1), 117. https://doi.org/10.26418/jplp2km.v2i1.32612

Fitriyanti, P. D., Desrina, D., & Prayitno, S. B. (2020). Pengaruh perendaman kombinasi ekstrak daun binahong dan bawang putih pada ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Sains Akuakultur Tropis, 4*(1), 61–67. https://doi.org/10.14710/sat.v4i1.6912

Fradila, R., Nuraini Sasmita, F., Dwiana Maydinar, D., & Studi Ners STIKES Tri Mandiri Sakti Bengkulu, P. (2023). Pengaruh bawang putih tunggal terhadap tekanan darah lansia di Puskesmas Pasar Ikan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat, 6*.

Gafur, A., Hadijah, H., & Budi, S. (2023). Performa hematologis udang vannamei *Litopaneus vanname* yang diberi ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) dosis berbeda. *Journal of Aquaculture and Environment, 6*(1), 17–21. https://doi.org/10.35965/jae.v6i1.3158

Hismah, N., Amrullah, A., & Dahlia, D. (2022). Penggunaan ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) untuk meningkatkan performa imunitas dan pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Agrokompleks, 22*(2), 18–24. https://doi.org/10.51978/japp.v22i2.456

Ilyas, R. R. M., Karina, S., & Nurfadillah. (2020). Efektifitas ekstrak bawang putih (*Allium sativum*) terhadap daya tetas telur ikan tengadak (*Barbonyimus sp.*) yang terserang jamur *Saprolegnia sp. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah, 5*(1), 26–33.

Irawan, A., Johannes, H., & Ambariyanto, A. (2019). Ancaman perikanan tangkap skala kecil terhadap keanekaragaman hayati ikan di Padang Lamun Bontang, Kalimantan Timur. *Jurnal Akuakultur, 12*, 286–229.

Laoli, D., Waruwu, E., Telaumbanua, B. V., Zebua, R. D., & Nazara, R. V. (2023). Productivity of snakehead fish (*Channa striata*) as a source of wound healing. *Asian Journal of Aquatic Sciences, 6*(2), 288–292.

Mokolensang, F. G. P., Mulyani, Y. A., & Noor, N. M. (2018). Pemanfaatan larva lalat soldat hitam (*Hermetia illucens*) sebagai bahan pakan ikan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia, 23*(1), 52–59.

Prajayati, V. T. F., Hasan, O. D. S., & Mulyono, M. (2020). Magot flour performance in increasing formula feed efficiency and growth of nirwana race tilapia (*Oreochromis sp.*). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada, 22*(1), 27–36. https://doi.org/10.22146/jfs.55428

Saputra, A., Tatag, B., Reza, S., & Naufal, D. R. (2018). The role of water hyacinth and probiotics in enhancing growth rate of *Channa striata*. *Journal of Aquaculture and Fisheries Science, 56*(2), 78–85.

Telaumbanua, B. V., Telaumbanua, P. H., Lase, N. K., & Dawolo, J. (2023). Penggunaan probiotik EM4 pada media budidaya ikan. *Triton: Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan, 19*(1), 36–42.

Wallady, S., et al. (2022). Combined effects of earthworms and commercial feed on growth rate of *Channa striata*. *Aquaculture Reports, 72*(3), 145–152.

Yuliawati, E., Afriyansyah, B., & Mujiono, N. (2021). Komunitas gastropoda mangrove di Sungai Perpat dan Bunting, Kecamatan Belinyu, Kabupaten Bangka. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia, 6*(2), 85–95.

Zebua, R. D., Syawal, H., & Lukistyowati, I. (2019). Pemanfaatan ekstrak daun kersen (*Muntingia calabura* L) untuk menghambat pertumbuhan bakteri *Edwardsiella tarda*. *Jurnal Ruaya, 7*(2), 11–20.

Zebua, R. D., Waruwu, E., Telaumbanua, B. V., & Laoli, D. (2023). Potential for developing phytopharmacy based on marine resources: Review. *Asian Journal of Aquatic Sciences, 6*(3), 352–360. https://doi.org/10.31258/ajoas.6.3.352-360

Zega, A., Dewi, R., Sri, A., Gea, A., Telaumbanua, B. V., Mendrofa, J. S., Laoli, D., Lase, R. C., Dawolo, J., Telaumbanua, D. D., Zebua, O., Studi, P., Daya, S., Nias, U., Program, S., Sumber, S., Akuatik, D., & Nias, U. (2024). Anatomi ikan kerapu (*Epinephelus* sp.): Memahami organ dalam tubuh ikan dan posisinya. *Jurnal Perikanan Tropis, 15*(1), 105–111.

Zega, A., Sri, A., Gea, A., Telaumbanua, B. V., Laoli, D., Zebua, D., Dawolo, J., Telaumbanua, D. D., Gulo, B., John, A., Halawa, S., & Zai, D. (2024). Sustainable aquaculture technology innovation: Utilizing aquaponic systems to increase fish and crop production. *Jurnal Ruaya, 12*(2), 177–183.

Zega, A., Telaumbanua, B. V., Laoli, D., & Ratna Dewi Zebua. (2023). Parameter kualitas fisik perairan di Sungai Boyo. *Jurnal Perikanan Tropis, 10*(1), 56–65.

Zega, A., Zebua, O., Telaumbanua, B. V., Laoli, D., Zebua, R. D., & Telaumbanua, P. H. (2024). Analysis of the suitability of Marisa Beach tourism objects in North Nias Regency. *Berkala Perikanan Terumbu, 52*(1), 2205–2209.