

Evaluasi Kualitas Air dan Tantangan Ekologi dalam Budidaya Ikan Lele di Pokdakan Margo Mulyo Abadi, Desa Berahan Kulon, Wedung, Demak

Evaluation of Water Quality and Ecological Challenges in Catfish Cultivation at The Margo Muldo Abadi Fish Farming Group, Berahan Kulon, Wedung, Demak

Arum Nur Widya, Gesti Nola Salsabila, Cahyo Wulandari*

Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Diterima: 16 November 2025; Direvisi: 2 Mei 2026; Disetujui: 6 Mei 2026

Abstract

The KKN-PPM UGM team of Wedung plays a role in supporting development in the aquaculture sector, particularly in catfish cultivation. Catfish, with their fast growth, relatively easy aquaculture techniques, and high market demand, have become an important fishery commodity. Pond systems are a method of catfish farming that is still widely used by the public because it is considered efficient in terms of land and water use. However, this system also faces ecological challenges, especially related to water quality, which is crucial for fish growth, health, and survival. Through this community service activity, the team conducted a study of aquatic ecology and monitored water quality in catfish cultivation pond managed by the Margo Mulyo Abadi Fish Farming Group (Pokdakan) in Berahan Kulon, Wedung, Demak. This activity was carried out to determine the current conditions and problems that occur as a reference for the implementation of further community service programs in the development of catfish aquaculture in this village. The implementation of the activity included regular weekly water quality monitoring in four selected ponds for a month, in July 2025. The data obtained were analyzed using the Indonesian National Standard (SNI) reference and related literature to assess the suitability of the parameters with the needs of catfish cultivation. The measurement results showed that the pond depth was 100 cm with salinity is 0 ppt, pH 7, and alkalinity of 180 mg/L. These results are still within the optimal range for catfish cultivation. However, there were several parameters that were less suitable, such as water temperature reaching 28–33°C, low clarity (12–16 cm), 0 m/s current speed and quite high nitrite levels reaching 1 mg/L. These conditions can impact stress, growth disorders, and fish mortality. Through these results, the team conveyed to farmers and provided recommendations regarding the importance of sustainable water quality management. Regular monitoring and good water quality management can increase sustainable productivity and maintain the sustainability of the aquatic environment.

Keywords: Catfish farming; Aquatic ecology; Water quality; Pokdakan

Abstrak

Program pengabdian KKN-PPM UGM Unit Wedung 2025 turut berperan dalam mendukung pengembangan di sektor akuakultur, khususnya pada budidaya ikan lele. Ikan lele dengan sifat pertumbuhan yang cepat, teknik pemeliharaan yang relatif mudah, serta permintaan pasar yang tinggi menjadi komoditas perikanan yang penting. Keramba merupakan sistem budidaya ikan lele yang masih banyak digunakan masyarakat karena dinilai efisien dalam pemanfaatan lahan dan badan air. Namun, sistem ini juga menghadapi tantangan ekologis,

ISSN 3025-633X (print), ISSN 3025-6747 (online)

*Penulis korespondensi: Cahyo Wulandari

Jl. Flora Bulaksumur, Kocoran, Caturtunggal, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

Email: wulan_soil@ugm.ac.id

terutama terkait kualitas air yang sangat menentukan keberhasilan pertumbuhan, kesehatan, dan kelangsungan hidup ikan. Melalui kegiatan pengabdian ini, tim KKN-PPM UGM melakukan kajian ekologi perairan serta monitoring kualitas air pada keramba budidaya ikan lele yang dikelola oleh Kelompok Pembudidaya Ikan (Pokdakan) Margo Mulyo Abadi di Desa Berahan Kulon, Wedung, Demak. Kegiatan ini dilaksanakan untuk mengetahui kondisi terkini dan permasalahan yang terjadi sebagai acuan pelaksanaan program pengabdian selanjutnya dalam pengembangan akuakultur lele di desa tersebut. Pelaksanaan kegiatan meliputi pemantauan kualitas air secara berkala setiap minggu pada empat kolam terpilih selama satu bulan, yaitu pada bulan Juli 2025. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan acuan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan literatur terkait untuk menilai kesesuaian parameter dengan kebutuhan budidaya ikan lele. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kedalaman keramba 100 cm memiliki salinitas air 0 ppt, pH 7, dan alkalinitas 180 mg/L. Hasil tersebut masih dalam kisaran optimal untuk budidaya lele. Namun, terdapat beberapa parameter yang kurang sesuai, seperti suhu perairan mencapai 28–33°C, kecerahan rendah (12–16 cm), kecepatan arus 0 m/s dan kadar nitrit yang cukup tinggi mencapai 1 mg/L. Kondisi ini dapat berdampak pada stres, gangguan pertumbuhan, hingga kematian ikan. Melalui hasil tersebut, tim KKN-PPM UGM Unit Wedung 2025 menyampaikan kepada pembudidaya dan memberikan rekomendasi terkait pentingnya pengelolaan kualitas air secara berkelanjutan. Monitoring berkala dan manajemen kualitas air yang baik diharapkan mampu meningkatkan produktivitas budidaya secara berkelanjutan serta menjaga kelestarian lingkungan perairan.

Kata kunci: Budidaya ikan lele; Ekologi perairan; Kualitas air; Pokdakan

1. PENDAHULUAN

Akuakultur global kini berkembang makin beragam dan intensif seiring hadirnya berbagai inovasi teknologi (Araujo dkk., 2022). Dalam beberapa dekade terakhir, sektor ini menunjukkan pertumbuhan pesat dan peran penting dalam mendukung ketahanan pangan. Budidaya ikan lele menjadi salah satu usaha perikanan yang memiliki prospek ekonomi cukup menjanjikan. Lele banyak dibudidayakan karena pertumbuhannya yang cepat, teknik pemeliharaan yang relatif mudah, serta permintaan pasar yang tinggi baik di tingkat lokal maupun nasional. Lele juga dijadikan alternatif protein hewani dalam asupan pangan masyarakat. Di Desa Berahan Kulon, Kecamatan Wedung, terdapat kelompok pembudidaya ikan (Pokdakan) Margo Mulyo Abadi yang aktif mengembangkan usaha budidaya lele menggunakan keramba. Keramba dipilih sebagai sistem budidaya karena memiliki keunggulan dalam efisiensi lahan serta kemampuan memanfaatkan badan air secara optimal (Soejarwo, dkk., 2022). Namun, keramba juga menghadapi berbagai tantangan seperti fluktuasi kualitas air, ketersediaan oksigen terlarut, serta potensi pencemaran yang dapat mengganggu kesehatan ikan. Dengan demikian, kondisi perairan menjadi sangat penting untuk diperhatikan.

Keberlanjutan budidaya perikanan sangat ditentukan oleh kesesuaian kondisi perairan, meliputi parameter fisika dan kimia perairan, maupun parameter biologinya (Boyd, dkk., 2020; Fynnisa, dkk., 2024). Hal ini berlaku untuk semua jenis sistem budidaya, termasuk budidaya dengan keramba. Kualitas air sangat berpengaruh terhadap laju pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan efisiensi pakan dalam proses budidaya. Namun, hal ini masih sangat jarang disadari oleh masyarakat pembudidaya ikan di Desa Berahan Kulon. Para pembudidaya tidak melakukan pemantauan kualitas air budidaya secara rutin. Mereka hanya mengandalkan air hujan sehingga tidak terjadi sirkulasi air budidaya. Di saat yang bersamaan, pemberian pakan terus-menerus dilakukan agar ikan yang dibudidayakan dapat mencapai bobot maksimal. Sayangnya, tidak semua pakan dapat termakan oleh ikan. Pakan yang tidak termakan menyebabkan limbah mencemari perairan sehingga menyebabkan air budidaya berwarna pekat. Oleh karena itu, sirkulasi air diperlukan sebagai upaya pengencer bahan organik sisa pakan dan buangan metabolisme tubuh ikan (Herlina, dkk., 2023). Kondisi ini diidentifikasi oleh tim KKN-PPM UGM sebagai sebuah masalah yang berpotensi menghambat budidaya ikan lele yang dikembangkan oleh masyarakat Berahan Kulon.

Tim KKN-PPM UGM menginisiasi program pemantauan kualitas air secara berkala untuk mengetahui kondisi perairan budidaya ikan lele. Program ini penting karena keberhasilan budidaya

lele dipengaruhi oleh kualitas air budidayanya. Budidaya yang berhasil ditandai dengan produksi lele yang dapat memenuhi permintaan pasar sehingga berdampak pada perekonomian masyarakat. Oleh karena itu, program ini menjadi langkah awal dalam mendorong keberhasilan budidaya ikan lele serta membantu masyarakat untuk memiliki keterampilan dalam monitoring kualitas air budidaya secara mandiri. Selain itu, hasil dari program ini juga menjadi acuan untuk tim KKN-PPM UGM selanjutnya dalam mengaktualisasi program pengabdian dalam pengembangan perikanan budidaya, khususnya ikan lele, di Desa Berahan Kulon.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian yang dilaksanakan oleh tim KKN-PPM UGM Unit Wedung dilakukan pada bulan Juli 2025. Tim mahasiswa bekerja sama dengan Pokdakan Margo Mulyo Abadi, yang berlokasi di Desa Berahan Kulon, Kecamatan Wedung, Kabupaten Demak. Tim memantau kualitas air dari keramba milik anggota pokdakan tersebut. Parameter yang diukur meliputi suhu, kecepatan arus, kedalaman, kecerahan, salinitas, pH, alkalinitas, dan nitrit. Pengukuran dilakukan bersama anggota pokdakan secara *in situ* dengan alat ukur. Pengukuran *in situ* dilakukan dengan tujuan mendapatkan hasil *real time* sehingga dapat menggambarkan kondisi sebenarnya. Keterlibatan anggota juga bertujuan agar anggota pokdakan dapat mengetahui cara penggunaan alat monitoring kualitas air sehingga mereka dapat mempraktikkannya secara mandiri ke depannya. Alat pengukuran yang digunakan berupa *secchi disk*, refraktometer, kertas pH, reagen *strips*, dan alat pengukur arus berupa bola pingpong dan meteran. Pengukuran dilakukan setiap pekan dalam satu bulan.

Data pengukuran yang didapatkan kemudian dianalisis dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan beberapa literatur ilmiah terkait dengan kualitas perairan budidaya ikan lele. Langkah ini dilakukan untuk membandingkan dan menilai kondisi perairan budidaya tersebut. Hasil analisis kemudian disampaikan kepada beberapa anggota kelompok pokdakan sebagai bentuk penyampaian informasi dan edukasi dari kondisi faktual perairan keramba budidaya ikan lele. Melalui langkah komunikasi ini, disampaikan berbagai permasalahan yang dapat menjadi tantangan para pembudidaya serta beberapa rekomendasi dari tim KKN-PPM UGM terkait perlunya monitoring kualitas air secara rutin. Dengan demikian, langkah ini menjadi sesi diskusi dan transfer informasi dari tim KKN-PPM UGM kepada beberapa anggota pokdakan yang sekaligus menjadi pembudidaya ikan. Langkah ini juga akan dilanjutkan pada periode KKN-PPM UGM selanjutnya dengan program keberlanjutan dari pengembangan perikanan budidaya untuk masyarakat Desa Berahan Kulon.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian oleh Tim KKN-PPM UGM dilakukan dengan pengukuran kualitas air yang berlokasi di keramba budidaya ikan lele Pokdakan Margo Mulyo Abadi (**Gambar 1**) dengan sampel berjumlah empat keramba. Kegiatan pengukuran terdiri dari pengukuran kedalaman, kecerahan, kecepatan arus, suhu, salinitas, kecerahan, pH, nitrit, dan alkalinitas (**Gambar 2**). Hasil pengukuran kualitas air keramba budidaya ikan lele milik Pokdakan Margo Mulyo Abadi tersaji dalam **Tabel 1** yang kemudian dianalisis kesesuaiannya terhadap SNI kualitas air budidaya ikan lele.

Terdapat beberapa parameter yang sesuai dengan standar kualitas perairan untuk budidaya ikan lele, tetapi juga ditemukan hasil pengukuran parameter yang tidak sesuai dengan standar acuannya. Kedalaman keramba budidaya yang digunakan yaitu 100 cm. Hasil parameter ini sesuai dengan SNI 6484.5-2011 (BSN, 2011) yang menjelaskan bahwa kedalaman optimal untuk pembesaran ikan lele berkisar 75 cm—150 cm. Aspek kedalaman ini sangat berhubungan dengan penetrasi cahaya matahari di badan air. Cukupnya penetrasi cahaya matahari menyebabkan fotosintesis fitoplankton dapat berjalan dengan maksimal sehingga oksigen terlarut dalam air juga tersedia. Kondisi ini akan

berdampak pada pertumbuhan biota yang optimal. Oleh karena itu, kedalaman kolam yang ideal memegang peranan penting dalam menjaga distribusi oksigen secara merata ke seluruh lapisan perairan. Kondisi ini sangat krusial terutama pada budidaya dengan padat tebar tinggi dan kebutuhan oksigen yang lebih besar (Gulo & Waruwu, 2025).



Gambar 1. Lokasi keramba budidaya ikan lele Pokdakan Margo Mulyo Abadi



Gambar 2. Pengukuran kualitas air budidaya ikan lele Pokdakan Margo Mulyo Abadi

Tabel 1. Rerata hasil pengukuran kualitas air budidaya ikan lele Pokdakan Margo Mulyo Abadi

| Parameter | Satuan | Hasil | Standar Baku Mutu (SNI) |
|----------------|--------|-------|-------------------------|
| Kedalaman | cm | 100 | 75–150 |
| Kecerahan | cm | 12–16 | 25–50 |
| Kecepatan arus | m/s | 0 | |
| Suhu | °C | 28–33 | 20–30 |
| Salinitas | Ppt | 0 | 0–5 |
| pH | | 7 | 6,5–8,5 |
| Nitrit | mg/L | 1 | maksimal 1 |
| Alkalinitas | mg/L | 180 | |

Kecerahan perairan berhubungan dengan kedalaman keramba dan faktor lain, seperti warna air dan tingkat kekeruhannya. Hasil pengukuran kecerahan air berkisar di angka 12–16 cm. Hasil ini menunjukkan kecerahan air yang rendah atau kondisi air yang keruh dibandingkan dengan standar acuan SNI 01-6484.5-2002 (BSN, 2002) yang menyatakan bahwa kecerahan optimal untuk budidaya ikan lele berada di kisaran 25–50 cm. Kondisi air yang keruh dapat terjadi karena jarang penggantian air sehingga menimbulkan kekeruhan pada badan air. Kekeruhan yang tinggi dapat diakibatkan dari sisa pakan yang tidak termakan, sisa metabolisme ikan, dan faktor pengotor lainnya. Hal tersebut berakibat pada rendahnya penetrasi cahaya dan rendahnya fotosintesis fitoplankton sehingga pakan alami menjadi berkurang (Afdan, dkk., 2023). Selain itu kecerahan air yang rendah dapat mengganggu pandangan ikan (Indriati & Hafiludin, 2022) sehingga pertumbuhan menjadi tidak optimal dan berdampak signifikan pada produktivitas budidaya.

Arus merupakan parameter penting dalam budidaya perikanan karena berfungsi menjaga sirkulasi air. Sirkulasi air yang baik menjaga kualitas lingkungan tetap stabil dan mendukung

kehidupan ikan (Lesmana, dkk., 2022). Selain itu, aliran air membantu membuang sisa metabolisme dan kotoran biota budidaya agar tidak menumpuk di dasar keramba sehingga risiko pencemaran maupun penurunan kualitas air, khususnya kecerahan, dapat diminimalisasi. Arus juga berperan dalam membawa oksigen terlarut ke dalam perairan sehingga ketersediaannya penting untuk mendukung proses respirasi dan pertumbuhan ikan. Hasil pengukuran kecepatan arus menunjukkan 0 m/s. Kondisi ini mengindikasikan tidak adanya arus air yang berakibat pada tidak adanya sirkulasi pada perairan budidaya. Sisa pakan dan sisa metabolise ikan akan mengendap di dasar keramba atau dasar perairan. Akumulasi limbah ini dapat memicu penurunan kualitas air, seperti peningkatan kekeruhan, peningkatan konsentrasi amonia, serta cepatnya perkembangan bakteri patogen yang dapat membahayakan kesehatan ikan.

Suhu perairan menjadi parameter yang sangat memengaruhi keberlanjutan dan keberhasilan budidaya perikanan. Parameter ini menjadi pemicu utama stres pada ikan yang dapat berakibat pada kematian massal. Oleh karena itu, pemantauan suhu perairan menjadi hal yang penting. Hasil pengukuran suhu perairan yang didapatkan menunjukkan kisaran angka 29–33°C. Kisaran suhu tersebut tergolong tinggi dibandingkan dengan acuan dari SNI 6484.5-2011 (BSN, 2011) tentang produksi pembesaran ikan lele sebesar 20°C–30°C untuk suhu perairan. Kondisi ini terjadi karena intensitas paparan sinar matahari yang tinggi sehingga berdampak pada tingginya suhu udara dan suhu air. Suhu yang tinggi di perairan dapat menyebabkan kandungan oksigen menurun. Namun, jika suhu terlalu rendah, proses metabolisme ikan juga dapat terganggu (Soedibya & Pranomo, 2018). Oleh karena itu, untuk mendukung keberhasilan sumber daya dibutuhkan suhu perairan yang optimal agar nafsu makan ikan meningkat dan pertumbuhan yang lebih cepat dapat terangsang.

Pengukuran parameter salinitas air juga dilakukan untuk memantau kandungan garam di perairan budidaya. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa salinitas di keempat kolam sebesar 0 ppt. Hal ini berarti kondisi perairan budidaya ikan lele di Desa Berahan Kulon berupa perairan tawar. Menurut Sitio, dkk. (2017) lele masih mampu hidup dan memiliki toleransi cukup luas pada salinitas 0–8 ppt. Hasil tersebut juga sesuai dengan baku mutu sehingga lele masih dapat dibudidayakan di perairan tawar Desa Berahan Kulon. Selain salinitas, pH atau kadar keasaman juga diukur dari air budidaya. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa air budidaya lele memiliki pH 7. Hasil ini sesuai dengan standar baku mutu kualitas air yang ditetapkan dalam SNI 6484.5-2011 (BSN, 2011) tentang produksi pembesaran ikan lele dengan pH sebesar 6,5–8,5. Rentang tersebut merupakan kondisi ideal bagi ikan lele sehingga dapat didukung dengan baik pertumbuhannya (Li, dkk., 2023). Kadar pH air yang stabil juga dapat menekan kematian massal ikan, meningkatkan kesehatan ikan, dan meningkatkan produktivitas budidaya perikanan (Hutama & Febriawan, 2023). Kestabilan pH dipengaruhi oleh alkalinitas. Nilai alkalinitas yang diperoleh selama pengukuran sebesar 180 mg/L. Berdasarkan penelitian oleh Sitio, dkk. (2017) nilai alkalinitas yang berada pada kisaran 64,32–239,80 mg/L masih dinilai baik untuk media budidaya ikan sehingga tidak menimbulkan perubahan drastis untuk pH.

Parameter kimia lain yang diukur dari air budidaya ikan lele di Desa Berahan Kulon adalah konsentrasi nitrit. Konsentrasi nitrit pada air budidaya sebesar 1 mg/L. Hasil ini masih dalam kisaran standar baku mutu kualitas air pembesaran ikan lele, yaitu konsentrasi nitrit dalam air maksimal 1 mg/L. Hasil tersebut disinyalir terjadi karena penumpukan limbah budidaya dan minimnya sirkulasi air budidaya yang digunakan. Kondisi ini menjadi berbahaya jika dibiarkan terus-menerus karena air dapat bersifat toksik bagi komoditas perikanan yang dibudidayakan. Oleh karena itu, parameter ini menjadi perhatian tim KKN-PPM UGM yang kemudian disampaikan kepada para pembudidaya ikan. Rekomendasi yang diberikan didasarkan pada temuan Kusumawati, dkk. (2018) yang menjelaskan bahwa konsentrasi nitrit yang dianjurkan dalam budidaya ikan lele sebaiknya dipertahankan di bawah 1 mg/L agar kualitas air tetap dapat mendukung kelangsungan hidup ikan.

Hasil pemantauan kualitas air dan kondisi ekologi perairan pada keramba budidaya ikan lele milik Pokdakan Margo Mulyo Abadi telah dianalisis. Interpretasi dan rekomendasi disusun dalam bentuk *booklet* oleh tim KKN-PPM UGM. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pembacaan hasil oleh pembaca, khususnya bagi para pembudiaya dan para anggota pokdakan. *Booklet* ini berisi ringkasan hasil pemantauan seluruh parameter kualitas air beserta pembahasan singkat mengenai kesesuaiannya dengan kondisi lapangan, SNI, dan literatur pendukung. *Booklet* kemudian diserahkan kepada pihak Pokdakan Margo Mulyo Abadi dibersamai dengan sesi penyampaian hasil pemantauan kualitas air di beberapa keramba yang telah dilakukan.

4. KESIMPULAN

Secara umum, hasil kajian tim KKN-PPM UGM menunjukkan bahwa kondisi perairan pada keramba budidaya ikan lele milik Pokdakan Margo Mulyo Abadi di Desa Berahan Kulon cukup baik untuk mendukung kegiatan budidaya meskipun terdapat beberapa parameter yang perlu diperhatikan, seperti kecepatan arus, kecerahan, dan suhu perairan. Oleh karena itu, rekomendasi yang dapat disampaikan kepada para pembudidaya adalah penambahan peneduh di sekitar keramba atau pengaturan kepadatan tebar agar ikan tidak terpapar suhu ekstrim secara langsung. Selain itu, perlu dilakukan pergantian air secara rutin untuk mengurangi kekeruhan air serta pembuatan sirkulasi air budidaya, seperti dengan adanya saluran *inlet outlet*, sehingga tidak hanya mengandalkan air hujan sebagai sumber air budidaya. Namun, rekomendasi ini mendapatkan tanggapan dari pembudidaya bahwa pelaksanaannya memerlukan dana dan keuangan, yang menjadi keterbatasan kelompok. Oleh karena itu, hasil dari program ini juga menjadi acuan untuk perancangan program KKN-PPM UGM di tahun selanjutnya untuk dapat berperan dalam menangani permasalahan yang sudah berhasil diidentifikasi serta dapat meningkatkan keterampilan dan kemampuan masyarakat dalam melakukan pemantauan kualitas air keramba secara mandiri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Gadjah Mada; Bapak Imam Wibowo selaku ketua Pokdakan Margo Mulyo Abadi yang kebersamai dalam proses observasi dan monitoring; dan Tim KKN PPM UGM 2025 JT-098 yang telah membantu dalam kegiatan observasi dan wawancara.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdan, R. K., Khairuddin, F., Lubis, M. F. M., & Hasibuan, F. R. (2023). Pengaruh kualitas air terhadap produksi ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Biologi*, 1(1), 1–8. <https://doi.org/10.47134/biology.v1i1.1932>
- Araujo, G. S., Silva, J. W. A. D., Cotas, J., & Pereira, L. (2022). Fish farming techniques: Current situation and trends. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(11), 1598. <https://doi.org/10.3390/jmse10111598>
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 01-6484.5. *Ikan lele dumbo (Clarias gariepinus x. C. fuscus) - Bagian 5: Produksi kelas pembesaran di kolam*. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). SNI 6484.5-2011. *Ikan lele dumbo (Clarias spp.) - Bagian 5: Produksi pembesaran di kolam*. BSN.
- Boyd, C.E. 2020. *Water Quality: An Introduction*, 3rd ed. Kluwer Academic Publishers.
- Fynnisa, Z., Nugroho, E. D., Sakaria, F. S., Juniatmoko, R., Situmorang, M. T. N., Sinurat, J., Setyono, B. D. H., Palapa, F. S., Arida, V., Laksani, M. R. T., Zulharnah, Octorina, P., & Siahaya, A. N. 2024. *Ekologi Perairan*. CV WIDINA MEDIA UTAMA.

- Gulo, B., & Waruwu, I. (2025). Pengaruh desain kolam terhadap kecepatan pertumbuhan ikan nila pada sistem budidaya intensif. *Manfish: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Peternakan*, 3(1), 1–10. <https://doi.org/10.62951/manfish.v3i1.103>
- Herlina, S., Widaryati, R., & Agus, E. (2023). Peningkatan produktivitas usaha budidaya ikan nila di kolam melalui perbaikan pengelolaan kualitas air. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Belida Indonesia*, 3(2), 19–26.
- Hutama, A. S., & Febriawan, D. (2023). Sistem monitoring pH air pada budidaya lele berbasis IoT. *Jurnal Teknik Informatika Dan Komputer*, 2(1), 24–29. <https://doi.org/10.22236/jutikom.v2i1.11439>
- Indriati, P. A., & Hafiludin, H. (2022). Manajemen kualitas air pada pembenihan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) di Balai Benih Ikan Teja Timur Pamekasan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 3(2), 27–31. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v3i2.15812>
- Kusumawati, A. A., Suprpto, D., & Haeruddin, H. (2018). Pengaruh ekoenzim terhadap kualitas air dalam pembesaran ikan lele (*Clarias gariepinus*). *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 7(4), 307–314. <https://doi.org/10.14710/marj.v7i4.22564>
- Lesmana, L. J. A., Widigdo, B., Krisanti, M., & Adrianto, L. (2022). Kesesuaian budidaya lobster sistem keramba jaring apung di Teluk Jor, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. *Journal of Aquatic and Fisheries Sciences*, 1(2), 49–57. <https://doi.org/10.32734/jafs.v1i2.8854>
- Li, H., Zhang, J., Ge, X., Chen, S., & Ma, Z. (2023). The effects of short-term exposure to pH reduction on the behavioral and physiological parameters of juvenile black rockfish (*Sebastes schlegelii*). *Biology*, 12(6), 876. <https://doi.org/10.3390/biology12060876>
- Sitio, M. H. F., Jubaedah, D., & Syaifudin, M. (2017). Kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan lele (*Clarias sp.*) pada salinitas media yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 5(1), 83–96.
- Soedibya, P. H. T., & Pramono, T. B. (2018). *Budidaya Perairan Tawar*. Cetakan Kedua. Universitas Jenderal Soedirman.
- Soejarwo, P. A., Koesjemdrajana, S., Apriliani, T., Yuliaty, C., Deswati, R. H., Sari, Y. D., Sunoko, R., & Sirait, J. (2022). Pengelolaan perikanan budidaya keramba jaring apung (KJA) dalam upaya penyelamatan Danau Maninjau. *Jurnal Kebijakan Sosek KP*, 12(1), 79–87.