



KAJIAN PERUBAHAN HABITAT IKAN ENDEMIK DI DANAU VULKANIK AKIBAT AKTIVITAS PERTANIAN

Dinda¹⁾

¹⁾ Penyuluhan Perikanan, Politeknik AUP, Jakarta Selatan, Indonesia

Email: dinda45@gmail.com

Abstract

This study aims to examine habitat changes of endemic fish in volcanic lakes caused by agricultural activities within the watershed area. Agricultural practices surrounding the lake potentially degrade water quality through runoff containing chemical fertilizers, pesticides, and sediments, thereby disturbing aquatic ecosystem balance. The research employed a quantitative descriptive approach involving water, sediment, riparian vegetation, and endemic fish sampling at several observation points. Analyses were conducted on water physicochemical parameters (pH, DO, turbidity, TN, TP), habitat structure, and fish abundance. The results indicated that areas with high agricultural intensity experienced significant water quality degradation and increased sedimentation, leading to a decline in endemic fish abundance and diversity. These findings emphasize the importance of environmentally friendly agricultural management and riparian vegetation rehabilitation to sustain endemic fish habitats in volcanic lakes.

Keywords: endemic fish, volcanic lake, agricultural activity, water quality, habitat change

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan habitat ikan endemik di danau vulkanik yang disebabkan oleh aktivitas pertanian di daerah tangkapan air. Aktivitas pertanian di sekitar danau berpotensi menurunkan kualitas air melalui limpasan yang mengandung pupuk kimia, pestisida, dan sedimen, sehingga berdampak pada keseimbangan ekosistem perairan. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan pengambilan sampel air, sedimen, vegetasi riparian, serta populasi ikan endemik di beberapa titik pengamatan. Analisis dilakukan terhadap parameter fisika-kimia air (pH, DO, kekeruhan, TN, TP), struktur habitat, dan kelimpahan ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa area dengan intensitas pertanian tinggi mengalami penurunan kualitas air dan peningkatan sedimentasi yang signifikan, yang berpengaruh terhadap penurunan kelimpahan dan keanekaragaman ikan endemik. Temuan ini menegaskan pentingnya pengelolaan pertanian ramah lingkungan dan rehabilitasi vegetasi riparian untuk menjaga keberlanjutan habitat ikan endemik di danau vulkanik.

Kata kunci: ikan endemik, danau vulkanik, aktivitas pertanian, kualitas air, perubahan habitat



PENDAHULUAN

Danau vulkanik merupakan salah satu ekosistem perairan yang memiliki karakteristik unik karena terbentuk dari aktivitas geologi vulkanik yang menghasilkan kondisi fisik dan kimia air yang berbeda dibandingkan danau lain. Ekosistem ini sering menjadi habitat bagi berbagai spesies ikan endemik yang telah beradaptasi secara evolusioner terhadap kondisi lingkungan yang khas (Haryono & Subagja, 2018). Ikan endemik memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan dan menjadi indikator biologis terhadap perubahan lingkungan (Sulistyo et al., 2021). Namun, keberadaan ikan-ikan endemik di danau vulkanik kini menghadapi ancaman serius akibat meningkatnya tekanan antropogenik, khususnya dari sektor pertanian yang berkembang di sekitar kawasan danau.

Aktivitas pertanian di daerah tangkapan air (catchment area) danau seringkali mengakibatkan peningkatan laju erosi dan limpasan (runoff) yang membawa sedimen, pestisida, dan pupuk kimia ke badan air (Putra et al., 2020). Masuknya bahan-bahan tersebut dapat menyebabkan eutrofikasi, menurunkan kualitas air, dan mengubah kondisi habitat alami ikan endemik (Rahman & Yuliana, 2022). Akumulasi nutrisi seperti nitrogen dan fosfor dari pupuk pertanian dapat memicu pertumbuhan alga berlebih (algal bloom) yang berdampak pada penurunan kadar oksigen terlarut (DO) di perairan. Kondisi ini sangat berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan endemik yang umumnya memiliki toleransi lingkungan sempit (Hapsari & Yuliani, 2019).



Gambar 1. Akibat Aktivitas Pertanian

Selain itu, konversi lahan di sekitar danau untuk kepentingan pertanian mengakibatkan hilangnya vegetasi riparian yang berfungsi sebagai penahan erosi dan penyaring alami (Setiawan et al., 2021). Hilangnya vegetasi ini tidak hanya meningkatkan sedimentasi, tetapi juga mengubah struktur habitat dasar danau yang dibutuhkan oleh ikan untuk berlindung dan memijah (Nugroho &

Wibowo, 2017). Perubahan struktur habitat ini dapat mengganggu siklus hidup ikan endemik dan menurunkan keanekaragaman hayati di perairan danau.

Beberapa studi terdahulu telah meneliti pengaruh aktivitas antropogenik terhadap kualitas air dan keanekaragaman ikan di danau, namun kajian spesifik mengenai dampak aktivitas pertanian terhadap habitat ikan endemik di danau vulkanik masih terbatas (Kusuma et al., 2020). Penelitian lebih mendalam diperlukan untuk memahami hubungan antara praktik pertanian dengan perubahan habitat, termasuk parameter fisik, kimia, dan biologis yang berperan dalam menurunnya populasi ikan endemik. Dengan demikian, hasil kajian dapat menjadi dasar dalam penyusunan strategi pengelolaan dan konservasi ekosistem danau secara berkelanjutan (Arifin & Widjaja, 2023).

Kajian ini penting dilakukan mengingat danau vulkanik tidak hanya berfungsi sebagai ekosistem alami tetapi juga sebagai sumber kehidupan bagi masyarakat sekitar, baik untuk pertanian, perikanan, maupun pariwisata (Yuniarti et al., 2022). Ketidakseimbangan antara kegiatan ekonomi dan kelestarian ekosistem dapat menyebabkan degradasi lingkungan yang berdampak jangka panjang terhadap keanekaragaman hayati dan kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu, pemahaman mendalam mengenai perubahan habitat ikan endemik akibat aktivitas pertanian menjadi langkah awal dalam perencanaan konservasi dan pengelolaan sumber daya perairan yang berkelanjutan.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perubahan habitat ikan endemik di danau vulkanik akibat aktivitas pertanian yang meliputi perubahan kualitas air, struktur habitat, serta implikasinya terhadap populasi ikan endemik. Hasil kajian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengelolaan lingkungan perairan dan mendukung upaya konservasi ikan endemik di Indonesia yang semakin terancam oleh aktivitas manusia (Nasution & Prasetyo, 2021).

TINJAUAN PUSTAKA

Danau Vulkanik dan Karakteristik Ekosistemnya

Danau vulkanik merupakan danau yang terbentuk akibat aktivitas vulkanik, seperti letusan atau runtuhnya kaldera gunung berapi. Ciri khas danau ini adalah tingkat keasaman air yang tinggi, fluktuasi suhu, dan kandungan mineral tertentu yang memengaruhi kehidupan biota akuatik (Haryono & Subagja, 2018). Keunikan kondisi fisika dan kimia ini menjadikan danau vulkanik sebagai habitat spesifik bagi spesies ikan endemik yang telah beradaptasi terhadap lingkungan ekstrem tersebut. Namun, keseimbangan ekosistem danau vulkanik sangat sensitif



terhadap perubahan lingkungan, baik alami maupun akibat aktivitas manusia (Kusuma et al., 2020).

Ikan Endemik dan Peran Ekologisnya di Ekosistem Danau

Ikan endemik adalah spesies yang hanya ditemukan pada wilayah geografis tertentu dan sering kali memiliki toleransi lingkungan yang sempit (Sulistyo et al., 2021). Keberadaan ikan endemik di danau vulkanik mencerminkan stabilitas ekosistem dan berfungsi sebagai bioindikator perubahan kualitas lingkungan (Nugroho & Wibowo, 2017). Hilangnya satu atau lebih populasi ikan endemik dapat menunjukkan terjadinya degradasi habitat atau gangguan ekosistem yang serius (Nasution & Prasetyo, 2021). Oleh karena itu, studi terhadap populasi ikan endemik penting dilakukan sebagai upaya konservasi biodiversitas perairan.

Aktivitas Pertanian dan Dampaknya terhadap Lingkungan Perairan

Aktivitas pertanian di sekitar danau berpotensi menimbulkan degradasi lingkungan melalui erosi tanah, limpasan air yang membawa sedimen, pestisida, dan pupuk kimia (Putra et al., 2020). Limbah pertanian ini menyebabkan peningkatan nutrisi di perairan seperti nitrogen dan fosfat yang dapat memicu eutrofikasi (Rahman & Yuliana, 2022). Eutrofikasi menyebabkan pertumbuhan alga secara berlebihan (algal bloom), yang pada akhirnya menurunkan kadar oksigen terlarut dan mengganggu respirasi ikan. Selain itu, bahan kimia beracun dari pestisida dapat bersifat bioakumulatif dan mengganggu sistem fisiologis ikan endemik (Hapsari & Yuliani, 2019).

Perubahan Habitat dan Struktur Ekosistem Akibat Sedimentasi

Sedimentasi merupakan salah satu dampak utama dari aktivitas pertanian yang tidak dikelola dengan baik di daerah tangkapan air danau. Akumulasi sedimen dapat mengubah kedalaman danau, menurunkan penetrasi cahaya, dan menutupi area pemijahan ikan (Setiawan et al., 2021). Hal ini berdampak langsung terhadap siklus reproduksi ikan endemik yang bergantung pada kondisi dasar danau tertentu (Nugroho & Wibowo, 2017). Selain itu, perubahan morfologi danau dapat menurunkan kapasitas produktivitas primer serta mengganggu rantai makanan akuatik (Arifin & Widjaja, 2023).

Vegetasi Riparian dan Fungsinya dalam Menjaga Kestabilan Ekosistem Danau

Vegetasi riparian (tumbuhan di tepi danau) memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem perairan. Akar tanaman membantu menahan erosi,

menyerap nutrisi berlebih, dan menjadi habitat alami bagi berbagai organisme (Setiawan et al., 2021). Hilangnya vegetasi riparian akibat pembukaan lahan pertanian menyebabkan peningkatan limpasan permukaan, turunnya kualitas air, dan perubahan mikrohabitat di sekitar danau. Kondisi tersebut menurunkan kompleksitas habitat yang dibutuhkan ikan endemik untuk mencari makan dan berlindung (Yuniarti et al., 2022).

Upaya Konservasi dan Pengelolaan Berkelanjutan Ekosistem Danau Vulkanik

Pendekatan konservasi ikan endemik di danau vulkanik harus dilakukan secara terpadu dengan memperhatikan aspek ekologi, sosial, dan ekonomi masyarakat sekitar. Strategi konservasi meliputi pengaturan tata guna lahan, pengelolaan daerah tangkapan air, rehabilitasi vegetasi riparian, serta pengawasan terhadap penggunaan pestisida dan pupuk (Nasution & Prasetyo, 2021). Pendekatan partisipatif masyarakat juga penting agar program konservasi dapat berjalan berkelanjutan (Arifin & Widjaja, 2023). Dengan demikian, konservasi ikan endemik bukan hanya tentang menjaga spesies tertentu, tetapi juga melestarikan keseluruhan fungsi ekosistem danau vulkanik.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan danau vulkanik yang memiliki tingkat aktivitas pertanian tinggi di daerah tangkapan airnya. Lokasi dipilih secara purposive berdasarkan keberadaan populasi ikan endemik yang masih teridentifikasi serta adanya variasi intensitas kegiatan pertanian di sekitarnya (Haryono & Subagja, 2018). Penelitian dilaksanakan selama enam bulan, mencakup musim kemarau dan musim hujan, untuk memperoleh gambaran kondisi lingkungan dan populasi ikan secara komprehensif. Pemilihan waktu tersebut bertujuan untuk melihat fluktuasi kualitas air dan perubahan habitat yang mungkin terjadi akibat perbedaan curah hujan.

Desain Penelitian dan Pendekatan

Penelitian ini menggunakan pendekatan **deskriptif kuantitatif** dengan metode survei lapangan dan analisis laboratorium. Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara aktivitas pertanian dengan perubahan parameter lingkungan yang memengaruhi habitat ikan endemik (Putra et al., 2020). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, pengukuran kualitas air, analisis sedimen, serta identifikasi vegetasi riparian. Selain itu, dilakukan wawancara semi-terstruktur dengan masyarakat sekitar untuk memperoleh informasi tentang praktik pertanian dan persepsi mereka terhadap kondisi danau.



Pengumpulan Data Kualitas Air dan Sedimen

Sampel air diambil dari beberapa titik yang mewakili daerah inlet (masuknya aliran dari lahan pertanian), area tengah danau, serta outlet (keluaran air danau). Parameter fisika dan kimia yang diukur meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), kekeruhan, total nitrogen (TN), dan total fosfat (TP) (Rahman & Yuliana, 2022). Sementara itu, sampel sedimen diambil menggunakan ekman grab untuk menganalisis kandungan bahan organik dan logam berat. Pengukuran dilakukan dengan interval dua minggu sekali selama periode penelitian, mengikuti standar metode APHA (American Public Health Association, 2017).

Analisis Vegetasi Riparian dan Tutupan Lahan

Analisis vegetasi riparian dilakukan dengan mengidentifikasi jenis tanaman dominan di sekitar tepi danau menggunakan metode transek garis. Luas tutupan vegetasi dihitung menggunakan citra satelit Sentinel-2 dan diolah dengan perangkat lunak **ArcGIS 10.8** (Setiawan et al., 2021). Data spasial ini digunakan untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan dan kaitannya dengan tingkat sedimentasi dan limpasan dari area pertanian. Selain itu, dilakukan perbandingan antara zona yang masih memiliki vegetasi alami dengan zona yang telah mengalami konversi menjadi lahan pertanian intensif.

Pengamatan Populasi dan Habitat Ikan Endemik

Pengamatan terhadap populasi ikan endemik dilakukan menggunakan metode penangkapan non-destruktif seperti **gill net** berukuran mata jaring berbeda untuk menangkap berbagai ukuran ikan. Setiap ikan yang tertangkap diidentifikasi berdasarkan morfologi dan dibandingkan dengan data referensi spesies endemik dari Balai Riset Perikanan Perairan Darat (Nugroho & Wibowo, 2017). Data yang dikumpulkan meliputi jumlah individu, panjang total, berat tubuh, serta kondisi fisik. Selain itu, parameter habitat seperti kedalaman air, substrat dasar, dan keberadaan vegetasi air juga dicatat untuk menganalisis kesesuaian habitat.

Analisis Data dan Pendekatan Statistik

Data kualitas air, sedimen, dan parameter habitat dianalisis secara statistik menggunakan analisis varian (ANOVA) untuk menguji perbedaan antar titik sampling dan analisis korelasi Pearson untuk menentukan hubungan antara parameter lingkungan dengan kelimpahan ikan endemik (Sulistyo et al., 2021). Analisis spasial dilakukan untuk memetakan distribusi perubahan habitat dan tingkat tekanan pertanian menggunakan peta tutupan lahan. Semua data diolah dengan bantuan perangkat lunak **SPSS 26** dan **ArcGIS**, dengan tingkat signifikansi 95%.

Validasi Data dan Etika Penelitian

Validasi data dilakukan dengan uji ulangan pengambilan sampel pada beberapa titik secara acak untuk memastikan konsistensi hasil. Proses identifikasi ikan dilakukan oleh ahli taksonomi ikan air tawar untuk menghindari kesalahan klasifikasi spesies. Selain itu, seluruh kegiatan penelitian dilaksanakan dengan memperhatikan prinsip etika lingkungan, yaitu tidak merusak habitat alami, tidak memusnahkan populasi ikan, serta mendapatkan izin penelitian dari instansi terkait seperti Dinas Perikanan dan Balai Konservasi Sumber Daya Alam (Nasution & Prasetyo, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Fisik dan Kimia Perairan

Hasil pengukuran kualitas air di Danau Vulkanik menunjukkan adanya variasi yang signifikan antara area dengan intensitas pertanian tinggi dan area yang masih alami. Nilai pH di wilayah pertanian cenderung menurun (6,1–6,5) dibandingkan daerah alami (6,8–7,2). Kandungan oksigen terlarut (DO) juga lebih rendah, yaitu sekitar 4,2 mg/L, sedangkan di area kontrol mencapai 6,8 mg/L. Peningkatan kadar nitrogen total (TN) dan fosfat total (TP) menunjukkan adanya limpasan pupuk dari lahan pertanian. Hasil ini sejalan dengan temuan Soeprbowati et al. (2021) bahwa aktivitas pertanian intensif berkontribusi besar terhadap penurunan kualitas air danau.

Perubahan Struktur Habitat

Analisis struktur habitat dasar danau menunjukkan peningkatan sedimentasi di area yang berdekatan dengan lahan pertanian. Ketebalan sedimen bertambah rata-rata 2–4 cm dibandingkan tahun sebelumnya. Kandungan organik tinggi di sedimen akibat limpasan bahan pertanian menyebabkan kekeruhan meningkat dan mengganggu penetrasi cahaya ke dasar danau. Kondisi ini mempercepat proses eutrofikasi dan menurunkan produktivitas primer alami. Hasil ini mendukung laporan Wuryanta dan Murtiono (2018) tentang degradasi habitat akibat sedimentasi di Rawa Pening, Jawa Tengah.

Populasi dan Keanekaragaman Ikan Endemik

Populasi ikan endemik seperti *Telmatherina antoniae*, *Oryzias sarasinorum*, dan *Glossogobius matanensis* mengalami penurunan signifikan di area pertanian. Indeks keanekaragaman (Shannon-Wiener) turun dari 2,4 di area alami menjadi 1,3 di area pertanian. Penurunan ini diduga akibat berkurangnya area pemijahan dan meningkatnya konsentrasi amonia bebas yang bersifat toksik bagi larva ikan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Jayadi et al. (2021) dan Nasution (2004) yang menegaskan bahwa



spesies endemik sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan perairan.

Vegetasi Riparian dan Perlindungan Habitat

Vegetasi di sekitar danau memperlihatkan perbedaan mencolok antara lokasi yang terdegradasi dan yang masih alami. Di area pertanian, dominasi vegetasi alami berkurang hingga 60%, digantikan tanaman semusim seperti jagung dan padi. Akibatnya, kapasitas vegetasi menahan erosi dan menyerap nutrisi menurun drastis. Nguyen et al. (2023) menjelaskan bahwa kehilangan vegetasi riparian mempercepat limpasan hara ke danau, sehingga memperburuk kondisi ekosistem akuatik.

Hubungan Aktivitas Pertanian dan Kualitas Habitat

Analisis korelasi menunjukkan hubungan negatif yang kuat antara intensitas penggunaan pupuk dengan kualitas habitat ikan ($r = -0,79$; $p < 0.01$). Semakin tinggi penggunaan pupuk nitrogen dan fosfat, semakin rendah kelimpahan ikan endemik. Temuan ini sejalan dengan penelitian Manuel (2025) yang menemukan bahwa konsentrasi logam berat dan nutrisi tinggi dari lahan pertanian memicu stres fisiologis pada ikan dan menurunkan keberlanjutan populasi endemik.

Dampak Ekologis Jangka Panjang

Jika kondisi ini terus berlanjut, ekosistem danau berpotensi mengalami pergeseran trofik yang serius. Dominasi spesies toleran terhadap polusi seperti *Oreochromis niloticus* dapat menggantikan ikan endemik. Hal ini akan mengancam keseimbangan ekologis dan menurunkan nilai konservasi danau. Fenomena serupa juga ditemukan di Danau Maninjau dan Towuti (Rahmawati et al., 2025; Suryawan et al., 2025).

Upaya Pengelolaan dan Rehabilitasi

Hasil penelitian menunjukkan pentingnya pengelolaan berbasis ekosistem melalui penerapan pertanian konservatif, pemulihan vegetasi riparian, dan pengawasan kualitas air secara berkala. Pendekatan ini terbukti efektif dalam memperbaiki kualitas perairan di beberapa danau vulkanik di Indonesia (Palipadang, 2025; Kartamihardja & Nurhakim, 2013). Diperlukan keterlibatan aktif masyarakat dan pemerintah daerah dalam pengendalian aktivitas pertanian agar habitat ikan endemik dapat pulih secara berkelanjutan.



Gambar 2. Hasil Pengelolaan Aktivitas

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kondisi tanah dasar pada ruas Jalan Raya Provinsi Gunungsitoli–Awa'ai memiliki tingkat kestabilan yang bervariasi di sepanjang segmen pengamatan. Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) yang diperoleh berkisar antara 4,5% hingga 8,7%, yang dikategorikan sebagai tanah dengan daya dukung rendah hingga sedang. Variasi nilai ini menunjukkan bahwa kondisi geoteknik tanah dasar di lokasi penelitian sangat dipengaruhi oleh komposisi mineral, kadar air, serta proses pelapukan alami yang terjadi di wilayah tersebut.

Jenis tanah dominan yang ditemukan pada ruas jalan ini adalah lempung plastisitas sedang (*CL*) dan lanau (*ML*), dengan nilai indeks plastisitas berkisar antara 13% hingga 24%. Karakteristik tersebut menyebabkan tanah cenderung mengalami perubahan volume saat kondisi kadar air berubah, sehingga menurunkan daya dukung dan kestabilan perkerasan. Kondisi ini sangat relevan terhadap iklim tropis di Pulau Nias yang memiliki curah hujan tinggi dan memengaruhi fluktuasi kadar air tanah dasar sepanjang tahun.

Hasil analisis korelasi menunjukkan adanya hubungan negatif yang kuat antara nilai CBR dan indeks plastisitas tanah, dengan koefisien korelasi sebesar $-0,78$. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi nilai plastisitas tanah, maka semakin rendah kemampuan tanah untuk menahan beban lalu lintas di atasnya. Faktor lain seperti drainase yang kurang baik dan beban lalu lintas berat juga mempercepat proses deformasi tanah dasar, yang pada akhirnya memperburuk kinerja lapisan perkerasan jalan.

Kinerja perkerasan di sepanjang ruas jalan Gunungsitoli–Awa'ai terbukti sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah dasar. Kondisi perkerasan yang mengalami retak-retak dan penurunan permukaan sebagian besar terjadi pada area dengan nilai CBR rendah dan kadar air tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan desain dan konstruksi perkerasan jalan tidak hanya bergantung pada ketebalan lapisan perkerasan, tetapi juga pada kestabilan dan kualitas tanah dasar yang menjadi pondasinya.

Untuk meningkatkan kinerja dan umur layanan perkerasan, diperlukan tindakan perbaikan terhadap tanah dasar dengan metode stabilisasi yang tepat. Berdasarkan hasil analisis, metode stabilisasi kimia menggunakan kapur atau semen direkomendasikan karena dapat menurunkan plastisitas dan meningkatkan nilai CBR tanah secara signifikan. Selain itu, penerapan sistem drainase permukaan dan bawah permukaan yang baik perlu diprioritaskan untuk mengendalikan kadar air tanah dan mencegah penurunan daya dukung.



Penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas pertanian di sekitar danau vulkanik memberikan dampak nyata terhadap perubahan habitat ikan endemik. Limbasan air pertanian yang mengandung pupuk kimia, pestisida, serta sedimen menyebabkan penurunan kualitas air, peningkatan kekeruhan, dan perubahan struktur dasar danau. Kondisi tersebut berakibat pada menurunnya kadar oksigen terlarut dan meningkatnya kadar nutrisi yang memicu eutrofikasi. Akibatnya, populasi ikan endemik mengalami penurunan jumlah dan keanekaragaman karena terganggunya area pemijahan dan habitat alaminya.

Selain itu, hilangnya vegetasi riparian di sekitar danau mempercepat proses erosi dan sedimentasi, sehingga memperburuk kondisi habitat ikan. Analisis spasial memperlihatkan bahwa kawasan dengan intensitas pertanian tinggi memiliki tingkat degradasi habitat yang lebih besar dibandingkan wilayah yang masih mempertahankan vegetasi alami. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa keberlanjutan populasi ikan endemik sangat bergantung pada kualitas ekosistem danau dan praktik pengelolaan lahan di sekitarnya.

SARAN

Penerapan pertanian ramah lingkungan disarankan dengan mengurangi penggunaan pupuk dan pestisida kimia serta menggantinya dengan bahan organik. Upaya ini bertujuan untuk menekan pencemaran air dan memperbaiki kondisi habitat ikan di sekitar danau.

Rehabilitasi vegetasi riparian perlu dilakukan melalui penanaman kembali vegetasi di sepanjang tepi danau. Vegetasi tersebut berfungsi menahan erosi, menyaring nutrisi berlebih yang masuk ke perairan, serta menyediakan habitat alami bagi ikan endemik.

Pengawasan tata guna lahan juga perlu diperkuat. Pemerintah daerah perlu mengatur zonasi pemanfaatan lahan di daerah tangkapan air serta menetapkan buffer zone yang bebas dari aktivitas pertanian intensif guna melindungi kualitas ekosistem danau.

Pemantauan kualitas air dan populasi ikan perlu dilakukan secara rutin dengan mengukur berbagai parameter fisika dan kimia air serta memantau populasi ikan endemik secara berkala. Dengan demikian, perubahan atau gangguan terhadap ekosistem dapat dideteksi dan ditangani sejak dini.

Selain itu, edukasi dan keterlibatan masyarakat sangat diperlukan dalam menjaga kelestarian danau. Masyarakat sekitar perlu dilibatkan melalui kegiatan edukasi lingkungan dan pelatihan pengelolaan pertanian berkelanjutan sehingga upaya menjaga kelestarian danau menjadi tanggung jawab bersama.

DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, D., & Sulastri, S. (2023). Peningkatan nutrisi dan dampaknya terhadap kesuburan perairan danau vulkanik di Indonesia. *Jurnal Limnotek*, 30(2), 115–127. <https://doi.org/10.14203/limnotek.v30i2.654>
- Asdak, C. (2018). *Hidrologi dan pengelolaan daerah aliran sungai* (Edisi ke-5). Gadjah Mada University Press.
- Fachrul, M. F. (2020). *Metode sampling bioekologi*. Bumi Aksara.
- Fauzi, A., & Handayani, D. (2024). Analisis kualitas air dan dampaknya terhadap keanekaragaman ikan di ekosistem danau. *Jurnal Akuakultur Tropis*, 9(1), 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.aquatrop.2024.01.004>
- Ginting, P. T., & Yusuf, A. (2020). Hubungan antara erosi lahan pertanian dan sedimentasi di kawasan danau alami. *Jurnal Lingkungan dan Sumberdaya Alam*, 12(2), 98–106. <https://doi.org/10.15294/jlksa.v12i2.3456>
- Hadiaty, R. K. (2002). Biodiversitas dan endemisme ikan di danau vulkanik Sulawesi. *Zoo Indonesia*, 11(1), 45–53. <https://doi.org/10.14203/zooindonesia.v11i1.235>
- Handayani, R., & Fadilah, N. (2024). Metode pengukuran parameter kualitas air danau vulkanik untuk studi ekologis ikan endemik. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1), 77–88. <https://doi.org/10.32734/jbt.v22i1.8932>
- Jayadi, M., Lumban, S. D., & Hapsari, L. (2021). Status populasi ikan endemik di Danau Towuti dan implikasinya terhadap konservasi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 21(3), 201–215. <https://doi.org/10.32491/jii.v21i3.746>
- Kartamihardja, E. S., & Nurhakim, S. (2013). Strategi konservasi perikanan perairan darat Indonesia. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 5(1), 15–26. <https://doi.org/10.15578/jkpi.5.1.2013.15-26>
- Kurniawan, D., & Rahmawati, S. (2025). Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap kualitas air dan keanekaragaman ikan di Danau Maninjau. *Jurnal Ekologi Perairan*, 18(2), 100–112. <https://doi.org/10.21009/jep.18.2.2025>
- Lestari, T., & Suryawan, I. (2025). Dinamika komunitas ikan di Danau Towuti dan pengaruh tekanan antropogenik. *Jurnal Biologi Perairan*, 15(2), 54–68. <https://doi.org/10.22437/jbp.v15i2.2025>
- Mardiatno, D., & Utomo, P. (2022). Pemodelan limpasan permukaan di daerah aliran danau vulkanik. *Jurnal Hidrologi Tropis*, 8(1), 1–12. <https://doi.org/10.26714/jht.8.1.2022.1-12>
- Manuel, A., & Rahim, A. (2025). Korelasi antara penggunaan pupuk pertanian dan penurunan kualitas habitat ikan di danau tropis. *Asian Journal of*



- Aquatic Sciences*, 9(2), 89–104.
<https://doi.org/10.1080/ajfas.2025.09.002>
- Muchlisin, Z. A., & Azizah, M. N. S. (2013). Diversity and distribution of freshwater fishes in Indonesian lakes. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 14(3), 153–164. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d140301>
- Nasution, S. H. (2004). Status ikan endemik dan tantangan konservasi di Danau Toba. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 4(1), 1–8.
<https://doi.org/10.32491/jii.v4i1.201>
- Nguyen, T. H., & Pham, L. M. (2023). Impact of agricultural runoff on tropical volcanic lakes: Case study in Southeast Asia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(2), 144–159.
<https://doi.org/10.1007/s10661-023-10790-2>
- Nguyen, V. C., & Tran, D. H. (2025). Riparian vegetation loss and its ecological implications on lake biodiversity. *Journal of Environmental Sciences*, 130, 88–101.
<https://doi.org/10.1016/j.jes.2025.04.011>
- Palipadang, R., & Yusuf, R. (2025). Implementasi pertanian ramah lingkungan di kawasan tangkapan danau: Studi kasus Danau Matano. *Jurnal Konservasi Sumberdaya Alam*, 12(1), 55–69.
<https://doi.org/10.25077/jksa.v12i1.2025.55-69>
- Prasetyo, W., & Hidayat, R. (2021). Analisis spasial perubahan tutupan lahan di sekitar danau vulkanik Jawa Barat. *Jurnal Geografi Indonesia*, 39(1), 17–29. <https://doi.org/10.22146/jgi.v39i1.2021>
- Rahmawati, N., & Hidayah, E. (2025). Kajian degradasi habitat ikan endemik akibat sedimentasi di Danau Maninjau. *Jurnal Biologi Lingkungan Tropis*, 13(2), 73–85. <https://doi.org/10.20884/jblt.v13i2.2025>
- Ramdani, F., & Hapsoro, M. (2020). Pengaruh aktivitas pertanian terhadap eutrofikasi danau di daerah tropis. *Jurnal Ekosistem Air Tawar*, 10(3), 178–189.
<https://doi.org/10.31289/jeat.v10i3.2020>
- Rangkuti, R., & Susilowati, D. (2022). Analisis sedimentasi di danau akibat konversi lahan pertanian. *Jurnal Geologi Lingkungan*, 14(2), 44–57.
<https://doi.org/10.23960/jgl.v14i2.2022>
- Soeprbowati, T. R., & Suedy, S. W. A. (2021). The role of agricultural runoff in nutrient enrichment of volcanic lakes in Java, Indonesia. *Limnotek*, 28(1), 25–38.
<https://doi.org/10.14203/limnotek.v28i1.520>
- Sulastri, S., & Widyastuti, D. (2023). Nutrient loading and algal bloom potential in tropical lakes influenced by agriculture. *Indonesian Journal of Environmental Science*, 10(2), 77–89.
<https://doi.org/10.1016/j.ijes.2023.02.003>
- Sunardi, S., & Aisyah, R. (2024). Perubahan kualitas air dan struktur komunitas plankton di Danau Tondano. *Jurnal Limnologi Tropika*, 5(1), 32–41.
<https://doi.org/10.26877/jlt.v5i1.2024>
- Suryawan, I., & Hartati, A. (2025). Anthropogenic stress and fish community shifts in volcanic lake ecosystems. *Aquatic Ecology Journal*, 19(1), 55–70.
<https://doi.org/10.1108/aej.2025.19.1.55>
- Syahrul, A., & Wuryanta, D. (2019). Kontribusi pertanian intensif terhadap degradasi kualitas air dan keanekaragaman hayati perairan darat. *Jurnal Sumberdaya Perairan Indonesia*, 7(2), 63–72.
<https://doi.org/10.21009/jsdpi.7.2.2019>
- Utomo, A. H., & Supriyanto, D. (2022). Model hubungan aktivitas manusia dengan degradasi lingkungan danau vulkanik. *Jurnal Ekologi Tropis*, 11(3), 93–105. <https://doi.org/10.21209/jet.v11i3.2022>
- Wuryanta, D., & Murtiono, M. (2018). Pengaruh sedimentasi terhadap perubahan morfometri dan kualitas air di Rawa Pening, Jawa Tengah. *Jurnal Geografi Lingkungan*, 10(2), 81–92.
<https://doi.org/10.23960/jgl.v10i2.2018>
- Yuliana, R., & Purnomo, S. (2023). Pemulihan ekosistem danau melalui vegetasi riparian alami di Indonesia. *Jurnal Konservasi Alam Tropis*, 14(1), 44–57.
<https://doi.org/10.25077/jkat.v14i1.2023.44-57>