

KONSERVASI DAN REHABILITASI EKOSISTEM DANAU TOBA BERDASARKAN KEARIFAN LOKAL

(Conservation And Rehabilitation Of The Toba Lake Ecosystem Based On Local Wisdom)

Asokhiwa Zega¹, Betzy Victor Telaumbanua¹, Ratna Dewi Zebua¹, Nistiarni Zebua¹

¹Program Studi Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias

*Corresponding author: victor.betzy26@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan strategi konservasi dan rehabilitasi ekosistem Danau Toba secara holistik dengan mengintegrasikan pendekatan ilmiah dan kearifan lokal masyarakat sekitar danau. Penelitian dilakukan di empat desa sekitar Danau Toba: Lumban Suhi-suhi, Meat, Parparean, dan Silalahi, menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi kasus. Teknik pengumpulan data meliputi observasi lapangan, wawancara mendalam, dokumentasi, dan diskusi kelompok terfokus (FGD). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekosistem Danau Toba mengalami degradasi ekologis akibat pencemaran air, sedimentasi, dan tekanan budidaya intensif. Di sisi lain, masyarakat Batak Toba masih mempertahankan praktik kearifan lokal seperti *pature di ate*, *marsialapari*, dan *parhuta-huta* yang memiliki potensi besar dalam konservasi sumber daya perikanan. Strategi konservasi yang diusulkan meliputi rehabilitasi vegetasi sempadan, revitalisasi kelembagaan adat, dan pembentukan forum kolaboratif masyarakat. Penelitian ini menegaskan bahwa pendekatan konservasi berbasis komunitas dan nilai-nilai lokal merupakan kunci keberhasilan pengelolaan ekosistem Danau Toba yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Danau Toba, Konservasi Perikanan, Kearifan Lokal, Rehabilitasi Ekosistem, Partisipasi Masyarakat.

ABSTRACT: This study aims to formulate a holistic conservation and rehabilitation strategy for the Lake Toba ecosystem by integrating scientific approaches and the local wisdom of the communities surrounding the lake. The study was conducted in four villages around Lake Toba: Lumban Suhi-suhi, Meat, Parparean, and Silalahi, using a descriptive qualitative approach with a case study method. Data collection techniques included field observations, in-depth interviews, documentation, and focus group discussions (FGDs). The results of the study show that the Lake Toba ecosystem is experiencing ecological degradation due to water pollution, sedimentation, and intensive cultivation pressures. On the other hand, the Batak Toba community still maintains local wisdom practices such as *pature di ate*, *marsialapari*, and *parhuta-huta*, which have great potential for fisheries resource conservation. The proposed conservation strategies include vegetation rehabilitation along the shoreline, revitalization of traditional institutions, and the formation of a collaborative community forum. This study emphasizes that community-based conservation approaches and local values are key to the successful sustainable management of the Lake Toba ecosystem.

Keywords: Lake Toba, Fisheries Conservation, Local Wisdom, Ecosystem Rehabilitation, Community Participation.

PENDAHULUAN

Danau Toba, yang merupakan danau vulkanik terbesar di Asia Tenggara, tidak hanya menyimpan kekayaan ekologis dan keanekaragaman hayati yang tinggi, tetapi juga memiliki nilai sosial, budaya, dan ekonomi yang sangat signifikan bagi masyarakat di sekitarnya. Danau ini merupakan habitat bagi berbagai spesies ikan endemik, seperti *Neolissochilus thienemanni* dan *Rasbora tohana*, serta menjadi sumber utama mata pencaharian melalui sektor perikanan tangkap dan budidaya. Namun, dalam dua dekade terakhir, terjadi degradasi ekologis yang signifikan pada ekosistem Danau Toba akibat tekanan antropogenik, seperti pencemaran air, konversi lahan, budidaya ikan intensif berbasis keramba jaring apung (KJA), sedimentasi, serta pengelolaan sumber daya yang tidak berkelanjutan.

Permasalahan utama yang dihadapi dalam konteks ekosistem Danau Toba saat ini adalah menurunnya kualitas lingkungan perairan yang ditandai dengan peningkatan beban pencemar dari limbah domestik, industri, dan pakan ikan yang tidak termanfaatkan. Menurut penelitian Harahap et al. (2020), kandungan fosfat dan nitrat di beberapa titik Danau Toba telah melebihi ambang batas baku mutu air kelas II, yang menyebabkan eutrofikasi dan menurunnya tingkat kelarutan oksigen (DO) dalam perairan. Selain itu, kerusakan daerah tangkapan air (DTA) akibat deforestasi juga menyebabkan peningkatan sedimentasi dan fluktuasi debit air secara signifikan (Sitorus, 2019).

Situasi ini mengindikasikan bahwa konservasi dan rehabilitasi ekosistem Danau Toba merupakan suatu urgensi yang tidak dapat ditunda. Namun, dalam upaya konservasi, seringkali pendekatan yang diterapkan bersifat top-down dan kurang melibatkan partisipasi aktif masyarakat lokal. Padahal, masyarakat adat Batak Toba memiliki beragam nilai-nilai kearifan lokal dalam menjaga keseimbangan alam, seperti praktik marsialapari (kerja sama komunal), parhuta-huta (aturan penggunaan sumber daya di wilayah adat), dan *pature di ate* (filosofi menjaga hati terhadap alam). Pendekatan berbasis kearifan lokal ini belum secara optimal diintegrasikan dalam kebijakan dan strategi konservasi sumber daya perikanan.

Kearifan lokal merupakan sistem pengetahuan yang lahir dari interaksi panjang antara manusia dan lingkungannya, dan dapat menjadi dasar penting dalam menciptakan konservasi yang berkelanjutan (Hidayati & Riyanto, 2019). Dalam konteks Danau Toba, berbagai praktik budaya dan spiritual masyarakat lokal mengandung prinsip-prinsip ekologis yang selaras dengan konsep ekologi modern, seperti etika lingkungan, keadilan ekologis, dan keberlanjutan sumber daya. Oleh karena itu, mengangkat kembali nilai-nilai lokal dalam kerangka ilmiah menjadi suatu strategi yang relevan dalam menghadapi kerusakan ekologis Danau Toba.

Sebagaimana diungkapkan oleh Rini et al. (2021), pendekatan konservasi berbasis komunitas (*community-based conservation*) yang memadukan antara pengetahuan ilmiah dan kearifan lokal terbukti lebih efektif dalam menjawab tantangan pengelolaan sumber daya perairan di wilayah-wilayah berbudaya kuat. Pendekatan ini mendorong kolaborasi lintas pemangku kepentingan, memperkuat kepemilikan lokal atas sumber daya, dan membangun kesadaran ekologis yang berkelanjutan.

Selain itu, restorasi ekosistem perairan juga menuntut adanya rehabilitasi berbasis ekohidrologi, yaitu pendekatan yang mempertimbangkan hubungan antara struktur hidrologis dan fungsi ekosistem dalam menjaga keseimbangan alami (Zalewski, 2018). Dalam konteks Danau Toba, penerapan ekohidrologi dapat dimulai dengan pengaturan muatan limbah, penataan ulang pola penggunaan KJA, serta revitalisasi daerah sempadan dan vegetasi riparian. Penelitian oleh Sihombing et al. (2022) menyebutkan bahwa program rehabilitasi yang mengedepankan prinsip keterpaduan antara aspek sosial, ekologis, dan budaya lokal cenderung menghasilkan dampak positif yang berkelanjutan dalam jangka panjang.

Dengan memperhatikan dinamika tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk merumuskan strategi konservasi dan rehabilitasi Danau Toba secara holistik, dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip konservasi ilmiah dan kearifan lokal masyarakat sekitar danau. Kajian ini

penting tidak hanya dalam konteks pelestarian ekosistem Danau Toba, tetapi juga sebagai model

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi kasus. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mendalami dinamika sosial-ekologis yang kompleks di wilayah Danau Toba serta memahami praktik kearifan lokal secara kontekstual dalam kaitannya dengan konservasi dan rehabilitasi ekosistem danau. Menurut Creswell (2018), pendekatan kualitatif bertujuan untuk memahami makna, pengalaman, dan nilai-nilai yang dianut oleh masyarakat terhadap suatu fenomena. Dalam konteks ini, fenomena yang dimaksud adalah keterkaitan antara kondisi ekosistem Danau Toba dan praktik kearifan lokal masyarakat sekitar dalam menjaga kelestarian sumber daya perikanan. Sementara itu, metode studi kasus digunakan untuk mengeksplorasi secara mendalam satu lokasi tertentu, yaitu kawasan Danau Toba, yang memiliki karakteristik khas secara sosial, ekologis, dan budaya (Yin, 2018).

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di beberapa desa yang berada di sekitar kawasan Danau Toba, khususnya di wilayah-wilayah yang masih mempertahankan nilai-nilai adat dalam pengelolaan sumber daya alam. Lokasi utama meliputi:

- a. Desa Lumban Suhi-suhi, Kabupaten Samosir
- b. Desa Meat, Kabupaten Toba
- c. Desa Parparean, Kabupaten Toba Samosir
- d. Desa Silalahi, Kabupaten Dairi

Pemilihan lokasi didasarkan pada beberapa pertimbangan, antara lain: tingkat keaktifan kelembagaan adat, tingkat kerusakan ekosistem, dan keterwakilan ekoregion perairan

pengelolaan sumber daya perairan berbasis masyarakat di Indonesia.

Danau Toba. Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Maret hingga Juni 2022, yang mencakup tahap persiapan, pengumpulan data, analisis, dan validasi hasil melalui diskusi kelompok terfokus (FGD) dengan masyarakat.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang komprehensif, penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut:

3.3.1 Observasi Lapangan

Observasi dilakukan secara langsung terhadap kondisi fisik lingkungan perairan Danau Toba, seperti keberadaan vegetasi riparian, aktivitas perikanan tangkap dan budidaya, serta pola penggunaan lahan sempadan. Observasi juga mencakup identifikasi praktik konservasi lokal dan penggunaan tata kelola adat.

3.3.2 Wawancara Mendalam

Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur kepada tokoh masyarakat adat, nelayan tradisional, pengelola KJA, serta pejabat desa yang terkait dengan pengelolaan sumber daya perairan. Pertanyaan difokuskan pada:

- a. Pengetahuan lokal tentang ekologi Danau Toba.
- b. Praktik adat dalam mengelola sumber daya ikan dan air.
- c. Persepsi masyarakat terhadap kondisi lingkungan dan kebutuhan konservasi.
- d. Keterlibatan masyarakat dalam program rehabilitasi.

3.3.3 Dokumentasi

Dokumentasi meliputi pengumpulan arsip adat, foto kegiatan masyarakat yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan, serta

dokumen peraturan desa, peta zonasi adat, dan laporan dinas perikanan terkait Danau Toba. Data ini berguna untuk memperkuat triangulasi dan validasi hasil analisis.

3.3.4 Diskusi Kelompok Terfokus (FGD)

FGD dilakukan di masing-masing lokasi penelitian dengan melibatkan perwakilan masyarakat, tokoh adat, dan aparatur desa. Tujuannya adalah memvalidasi data temuan awal, memperoleh umpan balik dari masyarakat, serta menggali alternatif strategi konservasi yang berbasis lokal.

3.4 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

3.4.1 Reduksi Data

Reduksi data dilakukan dengan cara memilah data penting yang relevan dengan fokus penelitian, baik dari hasil wawancara, observasi, maupun dokumentasi. Informasi yang tidak berkaitan langsung dengan konservasi dan kearifan lokal disisihkan agar analisis menjadi lebih tajam.

3.4.2 Penyajian Data

Data disajikan dalam bentuk matriks, narasi, dan grafik visual untuk mempermudah pemaknaan. Misalnya, praktik konservasi adat

akan disajikan dalam tabel kategorisasi berdasarkan bentuk tindakan, aktor yang terlibat, dan nilai-nilai ekologis yang terkandung.

3.4.3 Penarikan Kesimpulan dan Verifikasi

Penarikan kesimpulan dilakukan melalui interpretasi terhadap pola-pola temuan di lapangan. Verifikasi dilakukan dengan cara triangulasi antar sumber data (data primer dan sekunder), serta validasi melalui diskusi kelompok dan umpan balik dari informan utama. Menurut Miles, Huberman, dan Saldaña (2019), proses analisis dalam pendekatan kualitatif bukan sekadar mengklasifikasi data, tetapi juga mencari makna yang mendalam dan mengaitkannya dengan konteks sosial-ekologis.

3.5 Validitas dan Keabsahan Data

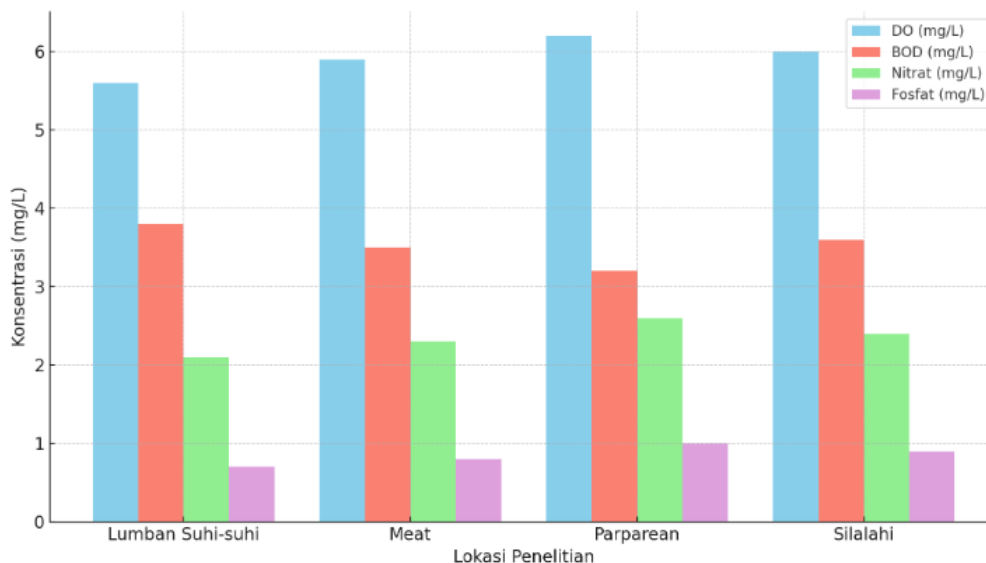
Untuk menjamin validitas dan keabsahan data, digunakan teknik triangulasi metode dan sumber. Data dari observasi, wawancara, dokumentasi, dan FGD dibandingkan untuk melihat konsistensi informasi. Selain itu, dilakukan member check dengan meminta informan mengonfirmasi kembali hasil temuan awal. Kredibilitas penelitian juga dijaga melalui prolonged engagement di lapangan dan peer debriefing dengan akademisi di bidang konservasi perairan dan antropologi lingkungan.

hasil wawancara dengan masyarakat dan pengukuran kualitas air di empat desa studi (Lumban Suhi-suhi, Meat, Parparean, dan Silalahi), ditemukan indikasi eutrofikasi ringan hingga sedang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Terkini Ekosistem Danau Toba

Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa kualitas lingkungan perairan Danau Toba mengalami penurunan di sejumlah wilayah yang didominasi oleh aktivitas budidaya ikan intensif dan pemukiman padat penduduk. Berdasarkan



Gambar 4.1 Rata-Rata Parameter Kualitas Air Di Lokasi Penelitian

Keterangan:

DO (mg/L), BOD (mg/L), Nitrat (mg/L), Fosfat (mg/L)

Data menunjukkan bahwa kadar fosfat dan nitrat cenderung melebihi batas baku mutu air kelas II menurut PP No. 82 Tahun 2001. Temuan ini sejalan dengan Harahap et al. (2020) yang menyebutkan bahwa sebagian besar

kawasan budidaya di Danau Toba memiliki tingkat nutrisi berlebih yang dapat memicu pertumbuhan alga secara masif. Tabel 4.1 di bawah merangkum hasil pengukuran kualitas air:

Tabel 4.1. Rata-rata Kualitas Air di Empat Lokasi Penelitian

Parameter	Lumban Suhi-suhi	Meat	Parparean	Silalahi	Baku Mutu
DO (mg/L)	5,6	5,9	6,2	6,0	≥ 5
BOD (mg/L)	3,8	3,5	3,2	3,6	≤ 3
Nitrat (mg/L)	2,1	2,3	2,6	2,4	≤ 2
Fosfat (mg/L)	0,7	0,8	1,0	0,9	≤ 0,2

Sumber: PP No. 82 Tahun 2001

Temuan ini mengonfirmasi bahwa tekanan terhadap ekosistem Danau Toba tidak hanya berasal dari faktor alamiah, tetapi juga akibat aktivitas manusia yang tidak terkendali. Penelitian oleh Sitorus (2019) menunjukkan bahwa alih fungsi lahan dan erosi di daerah tangkapan air mempercepat proses sedimentasi dan memperburuk kualitas air.

4.2 Praktik Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Ekosistem

Salah satu fokus utama penelitian ini adalah menggali kearifan lokal yang masih diterapkan oleh masyarakat dalam menjaga keseimbangan lingkungan dan perikanan di Danau Toba. Melalui wawancara dan FGD, ditemukan bahwa masyarakat masih mempraktikkan sejumlah norma adat sebagai

bentuk konservasi ekologis, meskipun intensitas penerapannya berbeda di tiap wilayah. Berikut

adalah matriks praktik kearifan lokal berdasarkan wilayah:

Tabel 4.2. Praktik Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Sumber Daya Danau Toba

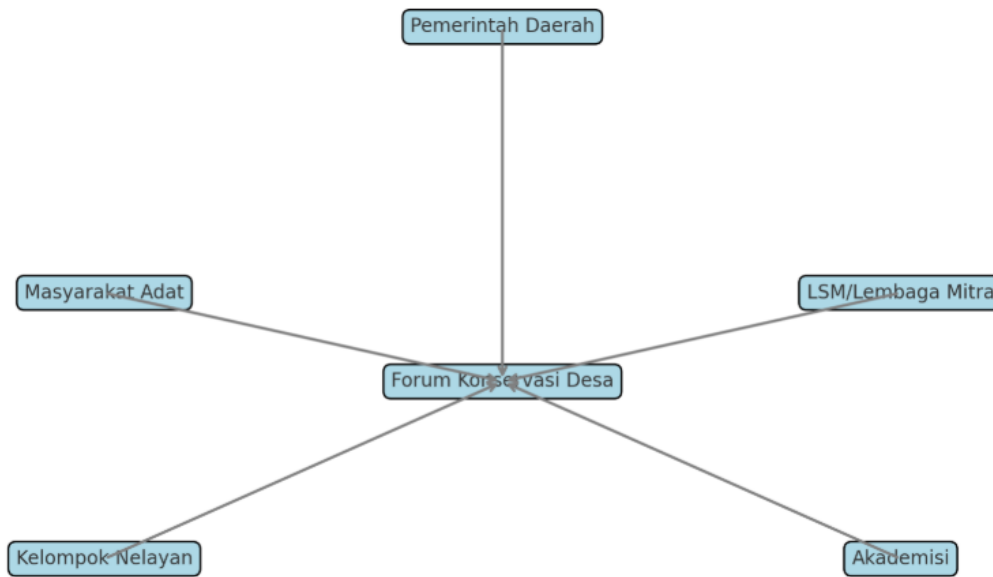
Wilayah	Praktik Kearifan Lokal	Tujuan Ekologis
Lumban Suhi-suhi	<i>Pature di Ate</i> (menjaga alam dengan hati)	Pelestarian habitat riparian
Meat	<i>Parhuta-huta</i> (aturan adat tentang pemanfaatan)	Pengaturan musim tangkap
Parparean	<i>Marsialapari</i> (kerja sama kolektif)	Pengawasan bersama pencemaran
Silalahi	<i>Pamelaek</i> (larangan ambil ikan di musim kawin)	Perlindungan masa pemijahan

Sumber: Hasil Peneliti, 2022

Sebagaimana dijelaskan oleh Hidayati & Riyanto (2019), kearifan lokal merupakan pengetahuan ekologis tradisional yang tumbuh dari pengalaman empiris dan transmisi budaya lintas generasi. Dalam konteks Danau Toba, kearifan ini tidak hanya berperan sebagai norma sosial, tetapi juga sebagai sistem manajemen sumber daya yang mengikat secara moral dan spiritual. Namun, penelitian ini juga menemukan bahwa sebagian nilai-nilai tersebut mulai mengalami degradasi akibat masuknya budaya modern, migrasi, serta lemahnya regenerasi nilai-nilai adat pada generasi muda. Hal ini sejalan dengan temuan Simanjuntak (2020) yang menyatakan bahwa revitalisasi kelembagaan adat menjadi syarat mutlak dalam restorasi ekosistem berbasis lokal.

4.3 Kolaborasi Masyarakat dan Pemerintah dalam Konservasi

Data FGD mengindikasikan adanya inisiatif dari beberapa desa untuk menjalin kemitraan dengan LSM dan lembaga akademik dalam pelestarian lingkungan danau. Sebagai contoh, di Desa Silalahi telah dibentuk Forum Konservasi Danau yang mengintegrasikan peran tokoh adat, pemerintah desa, dan kelompok nelayan. Forum ini menyusun aturan desa tentang zona larangan tangkap, jadwal bersih danau, serta pengawasan limbah domestik. Strategi ini sejalan dengan konsep co-management yang dikemukakan oleh Pomeroy & Rivera-Guieb (2018), yang menekankan perlunya desentralisasi kewenangan konservasi kepada komunitas lokal dengan tetap dalam kerangka kebijakan nasional.



Gambar 4.2 Struktur Kolaborasi Antar Pemangku Kepentingan

Model seperti ini dapat direplikasi di desa-desa lain yang memiliki potensi kelembagaan adat kuat. Rini et al. (2021) menyatakan bahwa penguatan jejaring lokal melalui forum lintas aktor akan memperbesar peluang keberhasilan program konservasi jangka panjang.

4.4 Strategi Rehabilitasi Ekosistem dan Rekomendasi Kebijakan

Berdasarkan integrasi hasil observasi, wawancara, dokumentasi, dan FGD, penelitian ini merumuskan beberapa strategi utama dalam upaya konservasi dan rehabilitasi Danau Toba berbasis kearifan lokal, yang dikategorikan dalam tiga aspek: ekologi, sosial, dan kelembagaan.

Tabel 4.3. Strategi Konservasi dan Rehabilitasi Danau Toba

Aspek	Strategi	Rujukan Teori
Ekologis	Rehabilitasi vegetasi sempadan dan zona riparian	Zalewski (2018), Clewell & Aronson (2018)
Sosial-Budaya	Revitalisasi peran adat dan regenerasi nilai lokal	Sihombing et al. (2022)
Kelembagaan	Pembentukan forum konservasi masyarakat dan perdes	Rini et al. (2021), Pomeroy & Rivera-Guieb (2018)

Sumber: Hasil Peneliti, 2022

Strategi di atas perlu diintegrasikan ke dalam dokumen perencanaan desa, seperti Rencana Pembangunan Jangka Menengah Desa (RPJMDes) dan Peraturan Desa (Perdes) tentang zonasi dan perlindungan ekologis. Pemerintah daerah juga perlu mengadopsi pendekatan

ekohidrologi sebagai pendekatan utama dalam pembangunan kawasan Danau Toba yang berkelanjutan.

4.5 Pembahasan Teoretis dan Implikasi Praktis

Temuan-temuan penelitian ini memperkuat pandangan bahwa konservasi yang berhasil tidak dapat dilepaskan dari konteks lokal. Pendekatan ilmiah yang hanya berbasis teknokrasi cenderung gagal menjangkau aspek sosial dan budaya masyarakat, yang justru sangat penting dalam pengelolaan ekosistem danau. Dalam studi ekohidrologi global, Zalewski (2018) menekankan bahwa sistem sosial-ekologis hanya bisa bertahan apabila ada sinergi antara pengetahuan ilmiah dan nilai-nilai lokal. Oleh karena itu, konsep hybrid knowledge (pengetahuan campuran) menjadi kunci dalam mendesain konservasi yang tangguh terhadap tekanan pembangunan dan perubahan iklim.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyoroti pentingnya pendekatan yang holistik dan partisipatif dalam konservasi dan rehabilitasi ekosistem Danau Toba, terutama melalui integrasi antara pendekatan ilmiah dan kearifan lokal. Berdasarkan hasil observasi, wawancara mendalam, dokumentasi, dan diskusi kelompok terfokus (FGD), beberapa kesimpulan utama dapat diuraikan sebagai berikut:

1. **Kondisi Ekosistem Danau Toba** saat ini menunjukkan gejala degradasi ekologis yang nyata, terutama akibat peningkatan beban pencemar dari limbah domestik, industri, dan aktivitas budidaya ikan intensif berbasis keramba jaring apung (KJA). Kadar fosfat dan nitrat di beberapa titik telah melebihi ambang batas baku mutu air, yang berdampak pada eutrofikasi dan menurunnya kualitas habitat ikan.
2. **Kearifan lokal masyarakat Batak Toba** masih hidup dan diterapkan dalam berbagai bentuk, seperti *pature di ate*, *marsialapari*, dan *parhuta-huta*. Praktik ini terbukti memiliki nilai konservasi ekologis yang tinggi, terutama dalam pengaturan pemanfaatan sumber daya alam, perlindungan habitat, dan pengelolaan musim tangkap. Namun, tantangan modernisasi dan lemahnya kelembagaan

- Secara praktis, penelitian ini menunjukkan bahwa:
- Keterlibatan masyarakat dalam konservasi bukan sekadar formalitas, tetapi menjadi kekuatan utama dalam keberlanjutan.
- Kearifan lokal tidak boleh direduksi menjadi simbol budaya semata, melainkan harus dikembangkan sebagai instrumen manajemen ekosistem.

Program rehabilitasi harus didesain secara partisipatif dengan memastikan adanya ruang deliberatif di tingkat komunitas.

adat mengancam keberlangsungan nilai-nilai tersebut.

3. **Strategi konservasi dan rehabilitasi berbasis komunitas** terbukti efektif, khususnya ketika dilakukan melalui mekanisme kolaboratif seperti pembentukan *Forum Konservasi Desa*. Kolaborasi antara pemerintah, akademisi, LSM, dan masyarakat lokal dalam kerangka co-management memperkuat efektivitas pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan.
4. **Rekomendasi strategi konservasi** yang dihasilkan mencakup: (a) rehabilitasi vegetasi sempadan dan pengendalian pencemaran berbasis ekohidrologi; (b) revitalisasi kelembagaan adat sebagai basis norma ekologis; dan (c) penguatan kapasitas lokal melalui regulasi berbasis desa dan pengawasan berbasis komunitas.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa konservasi Danau Toba tidak akan berhasil tanpa melibatkan masyarakat sebagai subjek aktif dan tanpa mengakui sistem nilai lokal sebagai bagian integral dari strategi konservasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Clewell, A. F., & Aronson, J. (2018). Ecological Restoration: Principles, Values, and

- Structure of an Emerging Profession. Island Press.
- Creswell, J. W. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- FAO. (2018). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Harahap, F., Sinaga, R., & Hasibuan, Z. (2020). Evaluasi Kualitas Air Danau Toba Berdasarkan Parameter Kimia. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 85–94. <https://doi.org/10.14710/jil.18.2.85-94>
- Hidayati, D., & Riyanto, B. (2019). Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam. *Jurnal Sosial Humaniora*, 10(1), 23–35. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v10i1.5649>
- Hidayati, D., & Riyanto, B. (2019). Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam. *Jurnal Sosial Humaniora*, 10(1), 23–35. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v10i1.5649>
- KLHK. (2020). *Status Lingkungan Hidup Danau Toba*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kusnadi, D., Mulyadi, A., & Yusran, Y. (2020). Pendekatan Ekosistem dalam Konservasi Perikanan Danau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 11(2), 115–126.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2019). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (4th ed.). Sage Publications.
- Nugroho, W., Hermawan, E., & Pranowo, W. S. (2021). Community-based rehabilitation for sustainable freshwater ecosystems. *Jurnal Ekologi Perairan*, 17(2), 45–57.
- Pomeroy, R. S., & Rivera-Guieb, R. (2018). *Fishery Co-Management: A Practical Handbook*. CABI Publishing.
- Rini, R., Siregar, E., & Mahmud, M. (2021). Community-Based Conservation dalam Pengelolaan Ekosistem Danau. *Jurnal Konservasi Sumber Daya Alam*, 9(1), 12–22. <https://doi.org/10.33369/jksda.9.1.12-22>
- Rini, R., Siregar, E., & Mahmud, M. (2021). Community-Based Conservation dalam Pengelolaan Ekosistem Danau. *Jurnal Konservasi Sumber Daya Alam*, 9(1), 12–22. <https://doi.org/10.33369/jksda.9.1.12-22>
- Sihombing, A., Manik, R., & Hutapea, M. (2022). Strategi Rehabilitasi Ekosistem Danau Toba Berbasis Pendekatan Sosial-Ekologis. *Jurnal Ekologi Tropika*, 11(3), 112–128. <https://doi.org/10.24843/JET.11.3.112>
- Sihombing, A., Manik, R., & Hutapea, M. (2022). Strategi Rehabilitasi Ekosistem Danau Toba Berbasis Pendekatan Sosial-Ekologis. *Jurnal Ekologi Tropika*, 11(3), 112–128.
- Simanjuntak, T. (2020). Revitalisasi Kearifan Lokal dalam Pengelolaan Sumber Daya Danau Toba. *Jurnal Budaya Lokal*, 7(1), 22–30.
- Sitorus, T. (2019). Deforestasi dan Dampaknya terhadap Hidrologi Danau Toba. *Jurnal Hidrologi Indonesia*, 14(2), 55–66. <https://doi.org/10.22146/jhi.14.2.55>
- Sitorus, T. (2019). Deforestasi dan Dampaknya terhadap Hidrologi Danau Toba. *Jurnal Hidrologi Indonesia*, 14(2), 55–66.
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). Sage Publications.
- Zalewski, M. (2018). Ecohydrology: Integrative Science for Resilient Water Ecosystems and Societies. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 18(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2018.03.001>

Zalewski, M. (2018). Ecohydrology: Integrative Science for Resilient Water Ecosystems and Societies. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 18(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2018.03.001>