

Analisis Kualitatif Ekosistem dan Interaksi Timbal Balik Makhluk Hidup di Kabupaten Poso: Kajian Pustaka Menuju Formulasi Kebijakan Lingkungan Berbasis *Green Ecology*

Delfince Tjenemundan¹, Henry A Ruagadi², I Ketut Yakobus³, Yakin Ngguna⁴, Yuyun A Tobondo^{*5}, Sepryanus RP Tudjuka⁶

¹ Prodi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Kristen Tentena

²⁻⁴ Prodi Sosiologi, FISIPOL, Universitas Kristen Tentena

⁵ Prodi Pendidikan Matematika, FKIP, Universitas Kristen Tentena

⁶ Prodi PG-PAUD, FKIP, Universitas Kristen Tentena

*email: alfa.trumpp@gmail.com

ABSTRACT

This qualitative study analyzed the ecosystem dynamics and biotic interactions in Poso Regency, Central Sulawesi, through a literature review to formulate environmental policies based on green ecology principles. The research explored the interplay of ecological, social, and economic factors influencing sustainability. Data were collected from secondary sources, including academic journals and conference proceedings, focusing on water resource management, unsustainable fishing practices, and the impact of infrastructure development. The analysis employed a deductive approach, synthesizing findings to understand the ecological balance and human-induced pressures. Results indicate that eutrophic water conditions and overfishing disrupt key species interactions, reducing biodiversity and fishery potential. Local traditional practices, such as sustainable fishing gear, support ecosystem preservation, while community engagement and green technology enhance environmental awareness. The study concludes that interdisciplinary policies integrating local knowledge and economic instruments are essential for sustainable ecosystem management in Poso Regency.

Keywords : *Biotic Interaction, Ecosystem, Environmental Policy, Green Ecology, Sustainability.*

ABSTRAK

Penelitian kualitatif ini menganalisis dinamika ekosistem dan interaksi timbal balik makhluk hidup di Kabupaten Poso, Sulawesi Tengah, melalui kajian pustaka untuk merumuskan kebijakan lingkungan berbasis prinsip ekologi hijau. Penelitian ini mengeksplorasi keterkaitan faktor ekologi, sosial, dan ekonomi yang memengaruhi keberlanjutan. Data dikumpulkan dari sumber sekunder, seperti jurnal akademik dan prosiding konferensi, dengan fokus pada pengelolaan sumber daya air, praktik penangkapan ikan yang tidak berkelanjutan, dan dampak pembangunan infrastruktur. Analisis menggunakan pendekatan deduktif untuk memahami keseimbangan ekosistem dan tekanan akibat aktivitas manusia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi air eutrofik dan penangkapan ikan berlebihan mengganggu interaksi spesies kunci, mengurangi keanekaragaman hayati dan potensi perikanan. Praktik tradisional lokal, seperti alat tangkap berkelanjutan, mendukung pelestarian ekosistem, sementara keterlibatan masyarakat dan teknologi hijau meningkatkan kesadaran lingkungan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kebijakan interdisipliner yang mengintegrasikan pengetahuan lokal dan instrumen ekonomi sangat penting untuk pengelolaan ekosistem yang berkelanjutan di Kabupaten Poso.

Kata Kunci : Ekologi Hijau, Ekosistem, Interaksi Biotik, Keberlanjutan, Kebijakan Lingkungan.

PENDAHULUAN

Ekosistem merupakan suatu sistem kompleks yang melibatkan interaksi timbal balik antara makhluk hidup (biotik) dan faktor lingkungan non-hidup (abiotik), di mana hubungan

simbiosis, kompetisi, predasi, dan mutualisme memainkan peran krusial dalam menjaga keseimbangan alam secara keseluruhan. Pendekatan *green ecology* menekankan pentingnya integrasi prinsip-prinsip ekologis yang berkelanjutan dalam pengelolaan sumber daya, dengan fokus pada harmonisasi antara aktivitas manusia dan pelestarian lingkungan untuk mencapai keberlanjutan jangka panjang (Özdemir, 2023; Wang et al., 2023). Dalam konteks global, pemahaman terhadap interaksi ini menjadi dasar bagi formulasi kebijakan lingkungan yang holistik, di mana partisipasi masyarakat, transparansi, dan inovasi teknologi hijau diperlukan untuk mengatasi degradasi ekosistem akibat tekanan antropogenik (Hasai & Mykolyshyn, 2023; You et al., 2024).

Di Indonesia, khususnya di wilayah Sulawesi Tengah seperti Kabupaten Poso, ekosistem yang kaya keanekaragaman hayati menghadapi tantangan serius dari aktivitas manusia yang memengaruhi interaksi timbal balik makhluk hidup. Faktor-faktor seperti pengelolaan sumber daya air, pola penggunaan lahan, dan dampak perubahan iklim terhadap biota lokal menunjukkan kecenderungan degradasi, yang memerlukan pendekatan interdisipliner untuk menjaga daya dukung lingkungan (Mucharomah et al., 2024; Ginting et al., 2025). Pengetahuan tradisional masyarakat lokal, termasuk praktik perburuan berkelanjutan dan regenerasi sumber daya, dapat meningkatkan keberagaman hayati dan mendukung pengelolaan sumber daya yang lebih baik, sebagaimana terlihat pada suku Anak Dalam yang relevan dengan konteks ekologis Indonesia (Ginting et al., 2025). Selain itu, interaksi sosial antara manusia dan lingkungan, seperti dalam pendidikan dan pembelajaran, dapat memperkuat pemahaman masyarakat terhadap konsep ekosistem, misalnya melalui model *discovery learning* yang meningkatkan keaktifan dalam memahami hubungan makhluk hidup dengan lingkungan (Jalil, 2016; Nurhasanah, 2023).

Secara spesifik di Kabupaten Poso, interaksi timbal balik makhluk hidup dalam ekosistem, terutama di DAS Poso dan Danau Poso, terganggu oleh praktik penangkapan ikan yang tidak berkelanjutan, pembangunan infrastruktur seperti PLTA, dan perubahan kualitas air menuju kondisi eutrofik. Penangkapan ikan sidat (*Anguilla spp.*) yang berlebihan menyebabkan penurunan populasi glass eel dan induk ikan, yang berdampak langsung pada keseimbangan ekosistem akuatik (Watupongoh & Krismono, 2015). Penelitian menunjukkan bahwa gangguan ini juga menurunkan potensi produksi ikan akibat degradasi kualitas air dan trophic status, sehingga diperlukan upaya pelestarian yang mendesak (Sulawesty et al., 2024; Kaban et al., 2023). Praktik tradisional seperti penggunaan alat tangkap inanco untuk goby endemik (*Mugilogobius sarasinorum*) mencerminkan potensi pendekatan berkelanjutan berbasis lokal, yang harus didorong melalui keterlibatan masyarakat (Bandjolu et al., 2024). Namun, kebijakan lingkungan saat ini masih memerlukan perbaikan holistik, dengan mengintegrasikan keterlibatan komunitas, pengawasan ketat, dan pendidikan untuk menghindari ketergantungan pada politik semata (Kirea & Omwenga, 2023; Ekane et al., 2020).

Oleh karena itu, kajian pustaka menjadi metode yang tepat untuk menganalisis data sekunder dari berbagai sumber ilmiah, guna merumuskan kebijakan lingkungan berbasis *green ecology* yang adaptif dan responsif terhadap kondisi lokal Kabupaten Poso. Pendekatan ini memungkinkan sintesis interdisipliner antara aspek ekologi, sosial, dan ekonomi, untuk mendukung keberlanjutan ekosistem dan kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada sumber daya alam (Kaban et al., 2023; Zimmerer & Vanek, 2016). Melalui analisis kualitatif deduktif ini, penelitian diharapkan memberikan rekomendasi kebijakan yang

mengintegrasikan pengetahuan tradisional dengan inovasi modern, demi mencapai tujuan keberlanjutan di Kabupaten Poso.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi desain penelitian kualitatif dengan pendekatan studi pustaka (*library research*), yang bertujuan untuk menganalisis data sekunder dari berbagai sumber literatur ilmiah guna merumuskan rekomendasi kebijakan lingkungan berbasis green ecology. Pendekatan kualitatif dipilih karena sifatnya yang eksploratif dan interpretatif, memungkinkan pemahaman mendalam terhadap interaksi timbal balik ekosistem dan makhluk hidup di Kabupaten Poso melalui sintesis konsep-konsep ekologis, sosial, dan ekonomi (Creswell & Poth, 2018). Metode deduktif digunakan sebagai kerangka utama, di mana analisis dimulai dari prinsip-prinsip umum *green ecology* dan interaksi biotik global, kemudian diterapkan secara spesifik pada konteks lokal Kabupaten Poso berdasarkan data literatur yang tersedia.

Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui kajian pustaka yang sistematis, melibatkan pencarian dan seleksi sumber-sumber sekunder seperti jurnal ilmiah, prosiding konferensi, buku, dan laporan penelitian terkait ekosistem, interaksi makhluk hidup, serta kebijakan lingkungan di Indonesia, khususnya Sulawesi Tengah dan Kabupaten Poso. Proses pengumpulan data dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. **Identifikasi Kata Kunci:** Menggunakan kata kunci utama seperti "ekosistem Kabupaten Poso", "interaksi timbal balik makhluk hidup", "*green ecology*", "kebijakan lingkungan berkelanjutan", dan variasinya dalam bahasa Indonesia dan Inggris, termasuk operator pencarian seperti (ekosistem OR "sistem ekologi") AND ("interaksi makhluk hidup" OR "hubungan timbal balik") AND ("Kabupaten Poso" OR "Sulawesi Tengah") AND ("kebijakan lingkungan" OR "green ecology").
2. **Sumber Data:** Data bersumber dari basis data akademik seperti Google Scholar, ResearchGate, IOP Conference Series, Polish Journal of Environmental Studies, dan jurnal lokal seperti Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia. Referensi utama mencakup penelitian empiris tentang ekosistem Poso, seperti Watupongoh & Krismono (2015) mengenai keberlanjutan ikan sidat, Sulawesty et al. (2024) tentang kualitas air DAS Poso, Kaban et al. (2023) terkait potensi perikanan Danau Poso, serta studi lain seperti Bandjolu et al. (2024) tentang alat tangkap tradisional dan Ginting et al. (2025) mengenai pengetahuan tradisional masyarakat adat.
3. **Seleksi Data:** Kriteria inklusi meliputi relevansi dengan tema, tahun publikasi (prioritas 2015-2025 untuk keaktualan), kredibilitas sumber (*peer-reviewed*), dan fokus pada konteks Indonesia atau serupa. Total referensi yang digunakan mencapai lebih dari 15 sumber, dengan pengecualian data yang tidak relevan atau duplikat.

Proses ini memastikan data yang dikumpul komprehensif dan mencakup aspek interdisipliner, termasuk ekologi, kebijakan publik, dan partisipasi masyarakat (Kirea & Omwenga, 2023; Ekane et al., 2020).

Analisis data dilakukan secara kualitatif dengan pendekatan deduktif, di mana konsep-konsep umum dari *green ecology* (seperti daya dukung ekosistem dan integrasi teknologi hijau) digunakan sebagai kerangka untuk menginterpretasikan data spesifik dari literatur (Özdemir, 2023; Wang et al., 2023). Langkah-langkah analisis meliputi:

1. **Pengkodean Tematik:** Data dari literatur dikodekan berdasarkan tema utama, seperti interaksi biotik (misalnya, simbiosis dan predasi di ekosistem Poso), dampak antropogenik (penangkapan ikan tidak berkelanjutan dan pembangunan PLTA), serta implikasi kebijakan (keterlibatan masyarakat dan pendidikan lingkungan) (Jalil, 2016; Mucharomah et al., 2024).

2. **Sintesis dan Interpretasi:** Menggunakan analisis konten untuk menyintesis temuan, dengan fokus pada hubungan kausal antara interaksi ekosistem dan kebutuhan kebijakan. Pendekatan deduktif memungkinkan pengujian hipotesis awal dari latar belakang, seperti pentingnya sinergi antara pengetahuan tradisional dan kebijakan modern (Bandjolu et al., 2024; Zimmerer & Vanek, 2016).

3. **Triangulasi:** Untuk meningkatkan validitas, data dari sumber beragam (misalnya, studi lokal Poso dengan perspektif global) disilangkan guna menghindari bias dan memastikan reliabilitas interpretasi.

Analisis ini didukung oleh perangkat lunak sederhana seperti NVivo atau manual coding untuk mengelola data kualitatif, memastikan proses yang transparan dan dapat diulang.

Untuk menjamin kualitas penelitian, validitas konstruk dicapai melalui kesesuaian dengan prinsip *green ecology*, sementara reliabilitas diperoleh dengan dokumentasi lengkap proses pencarian dan analisis. Potensi bias dari sumber sekunder diminimalkan melalui seleksi sumber kredibel dan triangulasi multi-sumber (Hasai & Mykolyshyn, 2023; You et al., 2024). Penelitian ini tidak melibatkan data primer, sehingga etika penelitian difokuskan pada atribusi sitasi yang benar untuk menghindari plagiarisme

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan analisis kualitatif melalui kajian pustaka dengan pendekatan deduktif, hasil penelitian ini menyajikan sintesis temuan dari berbagai sumber literatur terkait ekosistem dan interaksi timbal balik makhluk hidup di Kabupaten Poso. Analisis difokuskan pada tema-tema utama yang muncul dari data sekunder, yaitu kondisi ekosistem lokal, dinamika interaksi biotik, dampak antropogenik, peran pengetahuan tradisional, serta implikasi untuk formulasi kebijakan lingkungan berbasis *green ecology*. Temuan ini disintesis dari referensi yang relevan, dengan penekanan pada konteks Sulawesi Tengah untuk mendukung rekomendasi kebijakan yang adaptif.

1. Kondisi Ekosistem di Kabupaten Poso

Ekosistem di Kabupaten Poso, khususnya di Daerah Aliran Sungai (DAS) Poso dan Danau Poso, menunjukkan kompleksitas yang dipengaruhi oleh faktor abiotik seperti kualitas air dan perubahan iklim, serta biotik seperti keanekaragaman spesies akuatik. Penelitian menunjukkan bahwa kualitas air di DAS Poso cenderung menuju kondisi eutrofik, yang ditandai dengan peningkatan nutrisi berlebih akibat pembangunan infrastruktur seperti Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Hal ini berdampak pada trophic status ekosistem, di mana indeks polusi dan status trofik Carlson mengindikasikan perlunya intervensi pelestarian untuk mencegah degradasi lebih lanjut (Sulawesty et al., 2024). Selain itu, potensi produksi perikanan di Danau Poso mengalami penurunan signifikan akibat gangguan ekosistem, dengan estimasi produksi ikan yang rendah dibandingkan kapasitas daya dukung alami (Kaban et al.,

2023). Kondisi ini sejalan dengan prinsip *green ecology* yang menekankan daya dukung lingkungan sebagai batas utama untuk pembangunan berkelanjutan (Mucharomah et al., 2024).

2. Interaksi Timbal Balik Makhluk Hidup

Interaksi biotik di ekosistem Poso melibatkan hubungan simbiosis, predasi, dan kompetisi antarspesies, yang krusial untuk menjaga keseimbangan alam. Contohnya, spesies endemik seperti ikan sidat (*Anguilla* spp.) dan goby Sarasin (*Mugilogobius sarasinorum*) menunjukkan interaksi timbal balik dengan lingkungan akuatik, di mana migrasi dan reproduksi mereka tergantung pada kualitas habitat. Penurunan populasi glass eel dan induk ikan sidat disebabkan oleh tekanan eksternal, yang mengganggu rantai makanan dan keanekaragaman hayati (Watupongoh & Krismono, 2015). Selain itu, distribusi plankton sebagai basis rantai trofik di wilayah serupa seperti Banggai Islands memberikan indikasi bahwa interaksi ini sensitif terhadap perubahan lingkungan, meskipun penelitian spesifik di Poso masih terbatas (Thoha & Rachman, 2013). Pendekatan *green ecology* menyoroti bahwa interaksi ini harus dipahami secara holistik, termasuk hubungan manusia dengan alam, seperti dalam konteks sastra ekokritik yang menggambarkan harmoni makhluk hidup dengan lingkungan (Mandela & Gitawati, 2023).

3. Dampak Aktivitas Manusia terhadap Ekosistem

Aktivitas antropogenik menjadi faktor utama yang mengganggu interaksi timbal balik di Poso, termasuk penangkapan ikan tidak berkelanjutan dan pengembangan infrastruktur. Praktik penangkapan ikan sidat yang berlebihan menyebabkan penurunan populasi spesies kunci, yang berimplikasi pada ketidakseimbangan ekosistem akuatik (Watupongoh & Krismono, 2015). Pembangunan PLTA tidak hanya mengubah aliran sungai tetapi juga memperburuk kualitas air, sehingga memengaruhi potensi perikanan dan kesehatan biota lokal (Sulawesty et al., 2024; Kaban et al., 2023). Di luar itu, pola penggunaan lahan untuk pertanian dan ekowisata dapat melebihi daya dukung ekosistem jika tidak dikelola dengan baik, seperti yang diamati di wilayah serupa di Indonesia (Mucharomah et al., 2024). Temuan ini menguatkan bahwa dampak manusia sering kali bersifat kumulatif, memerlukan integrasi pertimbangan ekologis dan ekonomi dalam pengambilan keputusan (Özdemir, 2023; Wang et al., 2023).

4. Peran Pengetahuan Tradisional dan Keterlibatan Masyarakat

Masyarakat lokal di Poso memiliki pengetahuan tradisional yang mendukung praktik berkelanjutan, seperti penggunaan alat tangkap tradisional "inanco" untuk menangkap goby endemik tanpa merusak habitat (Bandjolu et al., 2024). Pengetahuan ini mirip dengan praktik suku Anak Dalam di Indonesia, yang memanfaatkan regenerasi sumber daya untuk menjaga keberagaman hayati (Ginting et al., 2025). Keterlibatan komunitas dalam pengelolaan sumber daya terbukti efektif untuk memperbaiki kualitas lingkungan terdegradasi, dengan pendidikan sebagai kunci utama, seperti model *discovery learning* yang meningkatkan pemahaman interaksi makhluk hidup (Jalil, 2016; Nurhasanah, 2023). Namun, kebijakan sering kali kurang melibatkan masyarakat, sehingga diperlukan pengawasan ketat dan partisipasi untuk mencapai keberlanjutan (Kirea & Omwenga, 2023; Ekane et al.,

2020). Inovasi teknologi, seperti augmented reality untuk pendidikan lingkungan, dapat memperkuat peran ini (Hardiyanto et al., 2016).

5. Implikasi untuk Formulasi Kebijakan Berbasis Green Ecology

Sintesis literatur menunjukkan bahwa kebijakan lingkungan di Poso harus berbasis *green ecology*, dengan mengintegrasikan aspek ekologi, sosial, dan ekonomi untuk mengatasi degradasi ekosistem. Kebijakan seperti integrasi penangkapan ikan dengan pembudidayaan diperlukan untuk keberlanjutan spesies seperti ikan sidat (Watupongoh & Krismono, 2015). Selain itu, kerjasama lintas sektor antara pemerintah, masyarakat, dan swasta krusial untuk mengelola daya dukung lingkungan dan mendukung ekowisata berkelanjutan (You et al., 2024; Zimmerer & Vanek, 2016). Pendekatan instrumen ekonomi dalam pengelolaan wilayah pesisir dapat meningkatkan adaptasi lokal (Witomo, 2019), sementara sistem hukum ekologis harus transparan dan partisipatif (Hasai & Mykolyshyn, 2023). Secara keseluruhan, formulasi kebijakan harus responsif terhadap kondisi lokal, dengan menekankan pendidikan komunitas dan teknologi hijau untuk mencapai keseimbangan antara pembangunan dan pelestarian (Wang et al., 2023; Herison et al., 2020).

Hasil ini menggambarkan bahwa ekosistem Poso menghadapi tantangan serius, tetapi potensi keberlanjutan dapat dicapai melalui sinergi antara pengetahuan tradisional dan kebijakan modern. Temuan ini menjadi dasar bagi pembahasan lebih lanjut mengenai rekomendasi kebijakan

Temuan

Berikut adalah sintesis temuan utama dari analisis kualitatif berbasis kajian pustaka mengenai ekosistem dan interaksi timbal balik makhluk hidup di Kabupaten Poso, yang diarahkan untuk mendukung formulasi kebijakan lingkungan berbasis *green ecology*. Temuan ini disusun dalam bentuk tabel untuk memberikan gambaran yang jelas dan terstruktur terkait kondisi ekosistem, interaksi biotik, dampak antropogenik, peran masyarakat, dan implikasi kebijakan.

Tabel 1. Temuan

Tema	Temuan Utama	Sumber Referensi
Kondisi Ekosistem	Kualitas air di DAS Poso menunjukkan kecenderungan eutrofik akibat pembangunan PLTA, dengan penurunan potensi produksi perikanan di Danau Poso.	Sulawesty et al. (2024); Kaban et al. (2023)
Interaksi Timbal Balik Makhluk Hidup	Interaksi biotik seperti simbiosis dan predasi pada spesies endemik (ikan sidat dan goby Sarasin) terganggu oleh perubahan lingkungan, memengaruhi rantai trofik dan keanekaragaman hayati.	Watupongoh & Krismono (2015); Bandjolu et al. (2024); Thoha & Rachman (2013); Mandela & Gitawati (2023)
Dampak Aktivitas Manusia	Penangkapan ikan tidak berkelanjutan dan pembangunan PLTA menyebabkan penurunan populasi spesies kunci dan degradasi kualitas air, diperparah oleh pola penggunaan lahan yang melebihi daya dukung ekosistem.	Watupongoh & Krismono (2015); Sulawesty et al. (2024); Kaban et al. (2023); Mucharomah et al. (2024)
Peran Pengetahuan Tradisional dan	Penggunaan alat tangkap tradisional "inanco" dan pengetahuan lokal mendukung praktik	Bandjolu et al. (2024); Ginting et al. (2025); Jalil

Keterlibatan Masyarakat	berkelanjutan, dengan pendidikan lingkungan melalui model <i>discovery learning</i> meningkatkan pemahaman masyarakat.	(2016); Nurhasanah (2023); Kirea & Omwenga (2023); Ekane et al. (2020)
Implikasi Kebijakan Berbasis Green Ecology	Kebijakan harus mengintegrasikan aspek ekologi, sosial, dan ekonomi, dengan fokus pada keterlibatan masyarakat, teknologi hijau, dan pengelolaan berbasis instrumen ekonomi untuk mendukung keberlanjutan.	Witomo (2019); Hasai & Mykolysyn (2023); Wang et al. (2023); You et al. (2024); Zimmerer & Vanek (2016)

Sumber: Diolah dari data yang relevan

Tabel di atas merangkum temuan kunci yang menjadi dasar bagi pengembangan kebijakan lingkungan yang responsif terhadap dinamika ekosistem Poso. Dengan memanfaatkan pendekatan *green ecology*, temuan ini menyoroti perlunya sinergi antara pengetahuan tradisional, inovasi teknologi, dan keterlibatan lintas sektor untuk mencapai keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat lokal.

Pembahasan

Analisis kualitatif berbasis kajian pustaka ini mengungkap dinamika kompleks ekosistem dan interaksi timbal balik makhluk hidup di Kabupaten Poso, yang memberikan wawasan penting untuk merumuskan kebijakan lingkungan berbasis *green ecology*. Temuan penelitian menunjukkan bahwa ekosistem Poso, khususnya DAS Poso dan Danau Poso, menghadapi tekanan signifikan dari aktivitas antropogenik, seperti penangkapan ikan yang tidak berkelanjutan dan pembangunan PLTA, yang berdampak pada kualitas air dan keanekaragaman hayati (Sulawesty et al., 2024; Kaban et al., 2023). Pendekatan *green ecology*, yang menekankan keseimbangan antara pelestarian lingkungan dan pemanfaatan sumber daya, menjadi kerangka relevan untuk mengatasi tantangan ini dengan mengintegrasikan aspek ekologi, sosial, dan ekonomi (Özdemir, 2023; Wang et al., 2023).

Degradasi Ekosistem dan Interaksi Biotik

Penurunan kualitas air menuju kondisi eutrofik di DAS Poso, sebagaimana diidentifikasi oleh Sulawesty et al. (2024), menunjukkan bahwa gangguan antropogenik seperti PLTA memiliki dampak langsung pada interaksi biotik, khususnya pada spesies kunci seperti ikan sidat (*Anguilla spp.*) dan goby Sarasin (*Mugilogobius sarasinorum*). Penurunan populasi glass eel dan induk ikan sidat akibat penangkapan berlebihan, sebagaimana dilaporkan oleh Watupongoh dan Krismono (2015), mencerminkan gangguan rantai trofik yang dapat mengurangi stabilitas ekosistem. Hal ini sejalan dengan prinsip *green ecology*, yang menegaskan bahwa interaksi biotik seperti simbiosis dan predasi harus dipertahankan untuk mendukung daya dukung lingkungan (Mucharomah et al., 2024). Kurangnya data spesifik tentang distribusi plankton di Poso, meskipun ada indikasi dari studi serupa di Banggai (Thoha & Rachman, 2013), menunjukkan perlunya penelitian lanjutan untuk memahami dampak perubahan lingkungan pada basis rantai trofik.

Dampak Aktivitas Antropogenik

Aktivitas manusia, seperti penangkapan ikan tidak berkelanjutan dan pembangunan infrastruktur, memperburuk degradasi ekosistem di Poso. Penelitian Kaban et al. (2023) menunjukkan bahwa penurunan potensi produksi perikanan di Danau Poso terkait langsung dengan gangguan kualitas air dan habitat. Selain itu, pola penggunaan lahan yang tidak mempertimbangkan daya dukung ekosistem, seperti dalam kasus ekowisata yang tidak terencana (Mucharomah et al., 2024), dapat memperparah tekanan pada sumber daya alam.

Temuan ini menggarisbawahi perlunya pendekatan kebijakan yang holistik, yang tidak hanya berfokus pada mitigasi dampak tetapi juga pada pencegahan melalui pengelolaan berbasis data ekologis (Özdemir, 2023). Pendekatan instrumen ekonomi, seperti yang diusulkan oleh Witomo (2019), dapat menjadi solusi efektif dengan melibatkan masyarakat lokal dalam pengelolaan wilayah pesisir, sehingga mengurangi tekanan antropogenik sambil meningkatkan kesejahteraan sosial.

Peran Pengetahuan Tradisional dan Keterlibatan Masyarakat

Pengetahuan tradisional masyarakat Poso, seperti penggunaan alat tangkap inanco untuk goby endemik (Bandjolu et al., 2024), menunjukkan potensi praktik berkelanjutan yang selaras dengan prinsip green ecology. Praktik ini mirip dengan pengetahuan suku Anak Dalam dalam regenerasi sumber daya, yang terbukti meningkatkan keberagaman hayati (Ginting et al., 2025). Namun, keberhasilan penerapan pengetahuan tradisional memerlukan dukungan kebijakan yang memadai, termasuk pendidikan lingkungan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat. Pendekatan seperti model *discovery learning* (Jalil, 2016) dan media interaktif seperti augmented reality (Hardiyanto et al., 2016) terbukti efektif dalam memperkuat pemahaman masyarakat tentang interaksi makhluk hidup dengan lingkungan. Keterlibatan masyarakat yang didukung pengawasan ketat, sebagaimana disarankan oleh Kirea dan Omwenga (2023) serta Ekane et al. (2020), menjadi kunci untuk memastikan keberlanjutan inisiatif lokal.

Implikasi Kebijakan Berbasis Green Ecology

Formulasi kebijakan lingkungan di Poso harus mengadopsi pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan aspek ekologi, sosial, dan ekonomi, sebagaimana ditekankan oleh Kaban et al. (2023) dan Zimmerer dan Vanek (2016). Kebijakan yang memadukan penangkapan ikan dengan pembudidayaan, seperti diusulkan oleh Watupongoh dan Krismono (2015), dapat mengurangi tekanan pada spesies kunci sambil mendukung mata pencaharian masyarakat. Selain itu, kerjasama lintas sektor antara pemerintah, masyarakat, dan swasta, sebagaimana diadvokasi oleh You et al. (2024), diperlukan untuk mengatasi tantangan kompleks seperti perubahan iklim dan pembangunan infrastruktur. Penggunaan teknologi hijau, seperti yang dibahas oleh Wang et al. (2023), dan sistem hukum ekologis yang transparan (Hasai & Mykolyshyn, 2023) dapat memperkuat efektivitas kebijakan. Penting juga untuk memastikan bahwa kebijakan bersifat adaptif terhadap konteks lokal, dengan memanfaatkan pengetahuan tradisional dan keterlibatan masyarakat untuk menciptakan solusi yang berkelanjutan.

Keterbatasan dan Arah Penelitian Lanjutan

Meskipun kajian pustaka ini memberikan gambaran komprehensif, keterbatasan utama adalah ketergantungan pada data sekunder, yang mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi terkini di Poso. Kurangnya penelitian spesifik tentang distribusi plankton atau migrasi spesies di Poso menunjukkan perlunya studi primer untuk melengkapi temuan ini. Selain itu, variasi dalam fokus geografis beberapa referensi (misalnya, Thoha & Rachman, 2013; Herison et al., 2020) menunjukkan bahwa generalisasi harus dilakukan dengan hati-hati. Penelitian lanjutan dapat difokuskan pada pengumpulan data lapangan untuk memvalidasi dampak antropogenik dan mengembangkan model kebijakan berbasis simulasi untuk prediksi daya dukung ekosistem

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekosistem di Kabupaten Poso menghadapi tantangan signifikan akibat aktivitas manusia, seperti penangkapan ikan yang tidak berkelanjutan dan pembangunan infrastruktur, yang mengganggu keseimbangan interaksi timbal balik makhluk hidup dan kualitas lingkungan. Interaksi biotik, seperti simbiosis dan predasi pada spesies endemik, memainkan peran penting dalam menjaga stabilitas ekosistem, namun terancam oleh degradasi lingkungan, khususnya kondisi eutrofik pada sumber air. Pengetahuan tradisional masyarakat lokal, seperti penggunaan alat tangkap yang berkelanjutan, menawarkan potensi besar untuk mendukung pelestarian ekosistem. Pendekatan *green ecology* terbukti relevan sebagai kerangka untuk merumuskan kebijakan lingkungan yang holistik, dengan mengintegrasikan aspek ekologi, sosial, dan ekonomi. Keterlibatan masyarakat, didukung oleh pendidikan dan teknologi hijau, menjadi kunci untuk mencapai keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat di Poso.

Saran

1. Pemerintah daerah perlu mengembangkan kebijakan yang memadukan praktik penangkapan ikan berkelanjutan dengan pembudidayaan untuk mengurangi tekanan pada spesies kunci, seperti ikan sidat dan goby endemik.
2. Meningkatkan keterlibatan masyarakat lokal melalui pendidikan lingkungan dan pelatihan berbasis teknologi untuk memperkuat kesadaran dan kapasitas dalam pengelolaan sumber daya alam.
3. Menerapkan instrumen ekonomi, seperti insentif untuk praktik berkelanjutan, guna mendukung pengelolaan wilayah pesisir dan ekowisata yang tidak melebihi daya dukung ekosistem.
4. Mendorong kerjasama lintas sektor antara pemerintah, masyarakat, dan swasta untuk merancang solusi yang adaptif terhadap kondisi lokal dan tantangan perubahan iklim.
5. Melakukan penelitian lanjutan berbasis data lapangan untuk memvalidasi dampak antropogenik dan mengembangkan model prediksi daya dukung ekosistem guna mendukung kebijakan yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bandjolu, K. P., Herjayanto, M., Pratama, G., Khartiono, L. D., Gani, A., & Ndobe, S. (2024). Traditional Fishing Gear for Sarasin's Goby (*Mugilogobius sarasinorum*), Endemic to Lake Poso, Sulawesi, Indonesia. *Bio Web of Conferences*. doi:10.1051/bioconf/20248703008
- Ekane, N., Kjellén, M., Westlund, H., Ntakarutimana, A., & Mwesige, D. (2020). Linking Sanitation Policy to Service Delivery in Rwanda and Uganda: From Words to Action. *Development Policy Review*. doi:10.1111/dpr.12428
- Ginting, S., Wongta, A., Ounjaijean, S., & Hongsibsong, S. (2025). Indonesia's Indigenous Suku Anak Dalam: Knowledge for Food and Environmental Sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. doi:10.3389/fsufs.2025.1587094

- Hardiyanto, H., Isnanto, R. R., & Windasari, I. P. (2016). Pembuatan Aplikasi Augmented Reality Siklus Hidrologi Sebagai Media Pembelajaran Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*. doi:10.14710/jtsiskom.4.1.2016.159-166
- Hasai, O. V., & Mykolyshyn, A. F. (2023). Doctrinal Approach to the Concept of the Legal Nature of the Ecological State. *Analytical and Comparative Jurisprudence*. doi:10.24144/2788-6018.2023.06.3
- Herison, A., Romdania, Y., Wahono, E. P., & Fahri, M. Y. (2020). Perencanaan Drainase Berbasis Eco-Technology Ditinjau Dari Migrasi Ular (Studi Kasus: Suaka Rhino Sumatera, Taman Nasional Way Kambas). *Jurnal Teknologi Lingkungan*. doi:10.29122/jtl.v21i2.3349
- Jalil, M. A. (2016). Pengembangan Pembelajaran Model Discovery Learning Berbantuan Tips Powerpoint Interaktif Pada Materi Interaksi Makhluk Hidup Dengan Lingkungan. *Refleksi Edukatika Jurnal Ilmiah Kependidikan*. doi:10.24176/re.v6i2.604
- Kaban, S., Ditya, Y. C., Makmur, S., Fatah, K., Merlia Wulandari, T. N., Dwirastina, M., ... Samuel, S. (2023). Water Quality and Trophic Status to Estimate Fish Production Potential for Sustainable Fisheries in Lake Poso, Central Sulawesi. *Polish Journal of Environmental Studies*. doi:10.15244/pjoes/168102
- Kirea, E. M., & Omwenga, J. (2023). Determinants of Waste Management Programmes on Sustainable Environmental Conservation in Mukuru Slums in Kenya. *International Journal of Social Science and Humanities Research (IJSSHR)*. doi:10.61108/ijsshr.v1i1.18
- Mandela, F., & Gitawati, N. D. (2023). Interelasi Ideal Makhluk Hidup Dengan Alam Pada Novel *The Lord of the Rings: The Fellowship of the Rings*: Pembacaan Ekokritik. *Nusa Jurnal Ilmu Bahasa Dan Sastra*. doi:10.14710/nusa.18.2.1-15
- Mucharomah, N., Prasetya, J. D., Gomareuzzaman, M., & Irawan, A. B. (2024). Daya Dukung Kawasan Dan Daya Dukung Riil Untuk Ekowisata Mangrove Di Kalurahan Jangkaran, Kapanewon Temon, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan Satu Bumi*. doi:10.31315/psb.v5i1.11666
- Nurhasanah, N. (2023). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Contextual Teaching and Learning (CTL) Berbantu Media Miniatur Lingkungan Alam. doi:10.31219/osf.io/bcjhr
- Özdemir, M. G. (2023). *Ecological Thought in Economics*. doi:10.4018/978-1-6684-9838-5.ch017
- Sulawesty, F., Triyanto, T., Haryani, G. S., Samir, O., Hidayat, H., Wibowo, H., ... Nafisyah, E. (2024). Assessment of Water Quality in the Poso Watershed Based on the Pollution Index and Carlson Trophic Status Index. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. doi:10.1088/1755-1315/1436/1/012008
- Thoha, H., & Rachman, A. (2013). The Abundance and Spatial Distribution of Plankton Communities in Banggai Islands Waters. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*. doi:10.29244/jitkt.v5i1.7761

- Wang, A., Shan, S., Ibrahim, R. L., & Omokanmi, O. J. (2023). A New Look at Environmental Sustainability From the Lens of Green Policies, Eco-Digitalization, Affluence, and Urbanization: Empirical Insights From BRICS Economies. *Energy & Environment*. doi:10.1177/0958305x231177736
- Watupongoh, J., & Krismono, K. (2015). Kebijakan Tentang Integrasi Aktivitas Penangkapan Dengan Pembudidayaan Untuk Keberlanjutan Sumberdaya Ikan Sidat (*Anguilla* spp.) Di DAS Poso. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*. doi:10.15578/jkpi.7.1.2015.37-44
- Witomo, C. M. (2019). Pengelolaan Wilayah Pesisir Dengan Pendekatan Instrumen Ekonomi. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan Dan Perikanan*. doi:10.15578/marina.v5i1.7638
- You, C., Jiang, C., & Liu, E. (2024). Exploring Farmers' Perspectives on Ecosystem Degradation and Restoration in Southern Hilly Regions of China. *Land*. doi:10.3390/land13101562
- Zimmerer, K. S., & Vanek, S. J. (2016). Toward the Integrated Framework Analysis of Linkages Among Agrobiodiversity, Livelihood Diversification, Ecological Systems, and Sustainability Amid Global Change. *Land*. doi:10.3390/land5020010