



## Analisis Strategi Restorasi Lahan Terdegradasi sebagai upaya Mitigasi Penurunan Keanekaragaman Hayati

Bima Ahmad Fatahillah<sup>1\*</sup>, Sulaiman<sup>1</sup>, Islamul Hadi<sup>2</sup>, Evy Aryanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Prodi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

<sup>2</sup> Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i2.1829>

### Article Info:

Received : 27 Maret 2026  
Revised : 19 April 2026  
Accepted : 28 April 2026  
Published : 04 Mei 2026

### Correspondence:

Bima Ahmad Fatahillah

Phone:

**Abstract:** Land degradation is one of the main factors causing the decline in global biodiversity, which impacts ecosystem stability and the sustainability of environmental functions. Land restoration is a strategic approach in achieving ecosystem recovery while supporting the targets of the Sustainable Development Goals (SDGs), especially Goal 15 (Life on Land). This study aims to examine the effectiveness of various land restoration strategies through soil conservation, revegetation, and strengthening environmental legal aspects based on a literature review. The method used is a systematic literature review with a comparative analysis of previous studies from 17 selected studies encompassing global case studies from Asia, Africa, and Europe. The results of the study indicate that soil conservation is effective in reducing erosion by more than 50% and increasing soil moisture retention, mixed revegetation can accelerate biodiversity recovery compared to monoculture, while legal aspects play a role as a determinant factor in the sustainability of restoration although its implementation still faces institutional challenges. The research synthesis confirms that successful land restoration requires an integrated ecosystem-based approach, active human intervention, and strong and adaptive policy support.

**Keywords:** Land Restoration; Biodiversity; Soil Conservation; Revegetation; Environmental Policy.

**Citation:** Fatahillah, B. A., Sulaiman, S., Hadi, I., & Aryanti, E. (2026). Analisis Strategi Restorasi Lahan Terdegradasi sebagai upaya Mitigasi Penurunan Keanekaragaman Hayati. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 7(2), 1140–1146. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i2.1829>

### Pendahuluan

Degradasi lahan telah berkembang menjadi salah satu tekanan ekologis paling signifikan terhadap keberlanjutan sistem kehidupan global. Transformasi penggunaan lahan akibat eksploitasi sumber daya alam, ekspansi pertanian intensif, urbanisasi, serta aktivitas pertambangan menyebabkan perubahan mendasar pada struktur biofisik ekosistem daratan. Dampak yang muncul tidak hanya berupa kehilangan produktivitas tanah, tetapi juga terganggunya stabilitas ekologis yang menopang keberadaan keanekaragaman hayati.

Perspektif dinamika ekosistem menunjukkan bagaimana degradasi lahan memicu rangkaian umpan balik negatif (*ecological feedback loop*) yang mempercepat

kehilangan biodiversitas. Ketika struktur tanah mengalami erosi atau pemadatan, kapasitas retensi air menurun sehingga vegetasi alami gagal berkembang. Kondisi tersebut kemudian menyebabkan hilangnya habitat, fragmentasi lanskap, serta penurunan populasi spesies secara progresif. Hasil penelitian Gharaibeh (2025), menunjukkan bahwa variabilitas biodiversitas pada lahan reklamasi sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan hingga mencapai 90,5%, hal ini menegaskan bahwa kualitas lahan merupakan determinan utama pemulihan ekosistem.

Isu degradasi lahan dalam konteks global menjadi perhatian utama dalam kerangka *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya Tujuan 15: *Life on*

*Land*, yang menekankan perlunya perlindungan, restorasi, serta pemanfaatan berkelanjutan ekosistem daratan. Target tersebut menempatkan restorasi lahan bukan hanya sebagai aktivitas rehabilitasi lingkungan, melainkan sebagai strategi mitigasi krisis biodiversitas global. Namun demikian, praktik restorasi lahan di berbagai wilayah dunia menunjukkan tingkat keberhasilan yang sangat bervariasi. Banyak program restorasi gagal mencapai pemulihan ekologis jangka panjang karena pendekatan yang digunakan bersifat parsial. Restorasi sering difokuskan hanya pada penanaman vegetasi tanpa memperbaiki kondisi tanah atau tanpa dukungan kelembagaan hukum yang memadai. Akibatnya, ekosistem yang direstorasi cenderung kembali mengalami degradasi setelah intervensi berakhir.

Kajian literatur memperlihatkan bahwa keberhasilan restorasi lahan sesungguhnya merupakan manifestasi dari sinergi integratif antara stabilitas biofisik dan kerangka regulasi yang kokoh. Konservasi tanah berperan sebagai fondasi fundamental dalam menjaga stabilitas fisik ekosistem dan mencegah degradasi lebih lanjut, yang kemudian menjadi prasyarat bagi efektivitas revegetasi sebagai mekanisme utama pemulihan keanekaragaman hayati dan fungsi ekologis secara biologis. Namun, kedua intervensi teknis tersebut tidak akan mencapai keberlanjutan jangka panjang tanpa dukungan aspek hukum dan tata kelola yang adaptif, yang berfungsi sebagai instrumen pengendali, penegak kepatuhan, serta penjamin kepastian ruang bagi ekosistem yang sedang dipulihkan dari berbagai tekanan antropogenik maupun faktor eksternal lainnya.

Implementasi teknik konservasi tanah, seperti terasering dan pengolahan kontur, merupakan langkah krusial dalam memitigasi degradasi topsoil serta retensi nutrisi yang esensial bagi stabilitas fisik ekosistem. Sinergi antara stabilitas media tanam tersebut dengan strategi revegetasi berbasis spesies lokal kemudian berperan sebagai katalis suksesi ekologis yang meningkatkan resiliensi sistem secara biologis. Penggunaan vegetasi campuran terbukti secara signifikan lebih efektif dibandingkan sistem monokultur dalam membangun ekosistem yang adaptif dan berkelanjutan terhadap dinamika lingkungan setempat (Han, 2025; Isworo, 2025).

Dimensi hukum lingkungan sering menjadi faktor yang kurang mendapat perhatian dalam studi restorasi ekologis. Disisi lain, keberlanjutan restorasi sangat dipengaruhi oleh efektivitas regulasi, pengawasan, serta kepastian hukum dalam pengelolaan sumber daya alam. Lemahnya implementasi kebijakan lingkungan menyebabkan banyak kawasan yang telah direstorasi kembali mengalami tekanan eksploitasi (Shen, 2024).

Restorasi lahan modern tidak lagi dapat dipahami sebagai proses teknis semata, tetapi sebagai sistem sosial-ekologis kompleks yang melibatkan interaksi antara faktor biofisik, ekonomi, serta kelembagaan.

Penelitian ini dikonstruksi berdasarkan alur degradasi global yang berujung pada disfungsi pedologis dan kegagalan regenerasi biotik, yang secara sistematis mereduksi biodiversitas serta memicu urgensi restorasi terintegrasi. Inti permasalahan difokuskan pada identifikasi modalitas restorasi yang mampu memulihkan fungsi ekosistem secara persisten melampaui perbaikan biofisik superfisial. Melalui analisis komparatif terhadap berbagai studi literatur, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas sinergi antara teknik konservasi tanah, strategi revegetasi, dan instrumen hukum lingkungan sebagai kerangka holistik dalam mengembalikan integritas ekosistem serta stabilitas populasi spesies secara berkelanjutan.

## Metode

Pendekatan kajian literatur ini bertujuan untuk mengidentifikasi, membandingkan, dan mensintesis berbagai strategi pemulihan lahan terdegradasi dalam konteks restorasi keanekaragaman hayati terestrial secara global. Pendekatan kajian literatur dipilih karena restorasi lahan merupakan isu multidisipliner yang melibatkan aspek ekologi, teknik konservasi, serta tata kelola kebijakan lingkungan. Oleh karena itu, analisis terhadap temuan empiris dari berbagai penelitian terdahulu menjadi metode yang relevan untuk menghasilkan pemahaman komprehensif mengenai efektivitas strategi restorasi. Metode ini tidak hanya merangkum hasil penelitian sebelumnya, tetapi juga melakukan analisis kritis dan komparatif untuk mengidentifikasi pola keberhasilan, hambatan utama, serta kesenjangan dalam implementasi restorasi lahan pada berbagai kondisi ekosistem.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari artikel jurnal ilmiah internasional, laporan penelitian, serta kajian akademik yang membahas restorasi lahan terdegradasi. Tahapan penelitian dibagi menjadi beberapa langkah sebagai berikut:

## Kriteria Seleksi Literatur

Untuk menjamin ketelitian ilmiah dan validitas penelitian, proses seleksi literatur dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahapan yang meliputi identifikasi tematik, penilaian metodologis, serta kesesuaian dengan tujuan penelitian. Kriteria inklusi secara khusus menargetkan penelitian empiris dan laporan akademik yang dipublikasikan pada jurnal ilmiah bereputasi yang membahas restorasi atau rehabilitasi ekosistem terestrial, mencakup teknik

konservasi tanah, strategi revegetasi, maupun kerangka kebijakan lingkungan. Selain itu, studi yang dipilih harus menyediakan indikator kuantitatif efektivitas ekologis, seperti tingkat erosi, kerapatan tutupan vegetasi, atau indeks keanekaragaman hayati. Sebaliknya, kriteria eksklusi mencakup penelitian yang tidak menyajikan evaluasi pascarestorasi, artikel berbasis opini tanpa dukungan data empiris, serta studi yang tidak relevan dengan pemulihan fungsional ekosistem terestrial.

**Teknik Pengumpulan Data**

Proses pengumpulan data dilakukan melalui kerangka kerja sistematis empat tahap yang dirancang untuk memastikan keterpaduan struktural dan kedalaman analisis. Tahap awal berupa identifikasi literatur dengan menginventarisasi secara komprehensif karya ilmiah yang secara spesifik membahas konservasi tanah, strategi revegetasi, dan kebijakan lingkungan. Sumber-sumber tersebut kemudian diklasifikasikan ke dalam tiga domain tematik utama, yaitu stabilisasi pedologis, pemulihan biologis, dan aspek hukum serta tata kelola, guna mempermudah pengelompokan analisis.

Pada tahap ekstraksi informasi, parameter kunci seperti tujuan penelitian, metode restorasi, kendala implementasi, tingkat efektivitas, serta dampak terhadap keanekaragaman hayati dianalisis secara mendalam. Selanjutnya, data yang telah disintesis diintegrasikan ke dalam matriks komparatif untuk memungkinkan analisis lintas studi secara lebih sistematis terhadap hasil restorasi dan faktor-faktor penentunya.

**Teknik Analisis Data**

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan analisis komparatif dan sintesis kritis melalui tiga tahapan terstruktur. Tahap pertama berupa analisis deskriptif untuk menggambarkan karakteristik umum metode restorasi yang ditemukan dalam berbagai studi yang dikaji.

Tahap berikutnya adalah analisis komparatif yang mengevaluasi efektivitas berbagai metode restorasi berdasarkan indikator ekologis utama, seperti

pengurangan erosi, peningkatan tutupan kanopi, pemulihan keanekaragaman hayati, serta stabilitas ekosistem secara keseluruhan. Pada tahap akhir, dilakukan sintesis kritis untuk mengintegrasikan hasil perbandingan tersebut guna mengidentifikasi strategi restorasi yang paling efektif, faktor penentu keberhasilannya, serta keterbatasan dalam penerapannya secara global. Kerangka metodologis ini memastikan bahwa kesimpulan yang dihasilkan tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga memberikan evaluasi yang kuat terhadap praktik restorasi lahan.

**Validitas Dan Reliabilitas Analisis**

Untuk meningkatkan reliabilitas dan kekuatan empiris penelitian, studi ini menggunakan kerangka metodologis terstruktur yang mencakup triangulasi berbagai sumber literatur, perbandingan lintas ekosistem, serta evaluasi sistematis terhadap konsistensi hasil penelitian. Pendekatan multidimensional ini memastikan bahwa sintesis yang dihasilkan tidak terjebak pada keterbatasan studi kasus individual, melainkan mampu merefleksikan tren ilmiah global secara lebih luas serta memberikan dasar yang tervalidasi bagi perumusan strategi restorasi yang diusulkan.

**Hasil dan Diskusi**

**Strategi Konservasi Tanah sebagai Fondasi Restorasi Lahan**

Konservasi tanah merupakan tahap awal yang menentukan keberhasilan seluruh proses restorasi ekosistem. Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa kegagalan restorasi sering terjadi bukan karena kesalahan revegetasi, melainkan akibat kondisi substrat tanah yang belum stabil secara fisik maupun hidrologis. Degradasi tanah menyebabkan hilangnya lapisan topsoil, penurunan kapasitas infiltrasi air, serta meningkatnya limpasan permukaan yang pada akhirnya menghambat regenerasi vegetasi alami. Pada kondisi tersebut, restorasi biologis menjadi tidak efektif karena vegetasi tidak memiliki media tumbuh yang mendukung. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa praktik konservasi tanah mampu menurunkan laju erosi secara signifikan sekaligus meningkatkan retensi nutrisi tanah (Shen, 2024; Ayalew, 2026).

**Tabel 1.** Perbandingan Metode Konservasi Tanah

Lokasi Studi	Metode Konservasi	Efektivitas	Dampak Ekologis	Hambatan	Sumber Referensi
China (Black Soil)	Terasering & kontur	Tinggi	Retensi nutrisi	Curah hujan ekstrem	Shen, 2024
Iran	Pertanian konservasi	>50% reduksi erosi	Perlindungan topsoil	Lereng curam	Khodadadi, 2019
Ethiopia	Agroforestri & teras	Tinggi	Kelembaban tanah meningkat	Topografi kompleks	Ayalew, 2026; Mammo, 2025
Jordan	Stone wall	70-80% reduksi tanah hilang	Stabilitas lereng	Biaya tinggi	Gharaibeh, 2025

Sintesis literatur menunjukkan pola penting: Restorasi ekologis bersifat soil-driven ecosystem recovery. Artinya, pemulihan biodiversitas sangat bergantung pada keberhasilan stabilisasi tanah terlebih dahulu. Tanah berfungsi sebagai pusat interaksi ekologis antara mikroorganisme, vegetasi, dan siklus nutrisi.

Meskipun intervensi mekanik dalam konservasi tanah menawarkan stabilitas fisik yang cepat, efektivitasnya dibatasi oleh sejumlah kendala struktural dan operasional yang fundamental. Implementasi infrastruktur mekanik memerlukan alokasi biaya konstruksi yang substansial serta menuntut komitmen pemeliharaan berkelanjutan guna menjaga integritas fungsinya. Selain itu, ketergantungan pada struktur fisik semata menciptakan kerentanan ekosistem terhadap anomali iklim ekstrem, di mana intensitas curah hujan yang melampaui kapasitas desain teknis berisiko memicu kegagalan struktural dan degradasi lahan yang lebih progresif.

Studi di Ethiopia menunjukkan bahwa partisipasi masyarakat tanpa supervisi teknis menghasilkan struktur konservasi yang tidak memenuhi standar sehingga efektivitasnya menurun (Mammo, 2025). Temuan ini memperlihatkan bahwa keberhasilan konservasi tanah tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga institusional. Konservasi tanah paling efektif ketika

dikombinasikan dengan pendekatan biologis seperti vegetasi penutup dan agroforestri.

### Revegetasi sebagai Mekanisme Pemulihan Keanekaragaman Hayati

Revegetasi merupakan fase restorasi yang secara langsung berhubungan dengan pemulihan biodiversitas. Berbeda dengan konservasi tanah yang bekerja secara tidak langsung, revegetasi berfungsi membangun kembali struktur habitat dan jaringan ekologis. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan biodiversitas pada lahan reklamasi sangat dipengaruhi kondisi vegetasi dan faktor lingkungan hingga mencapai 90,5% (Isworo, 2025).

Vegetasi menjalankan peran multifungsi yang krusial dalam pemulihan ekosistem secara biologis melalui pengayaan bahan organik tanah yang secara langsung memperbaiki struktur dan fertilitas substrat. Kehadiran tegakan vegetasi mampu merekayasa iklim mikro setempat yang mendukung stabilitas suhu dan kelembaban, sekaligus menyediakan relung habitat bagi rekolonisasi fauna.

Integrasi komponen biotik berfungsi sebagai katalis dalam mengaktifkan kembali siklus biogeokimia yang sempat terputus, sehingga menjamin keberlangsungan aliran energi dan nutrisi dalam sistem ekologi yang sedang direstorasi.

**Tabel 2.** Perbandingan Strategi Revegetasi

Ekosistem	Metode Revegetasi	Efektivitas	Dampak Biodiversitas	Hambatan	Sumber Referensi
Pascatambang Kalimantan	Mixed-species	Sangat tinggi	Spesies meningkat	Iklim ekstrem	Isworo, 2025; Musiko, 2025
Pesisir	Mangrove & cemara	70-97% survival	Proteksi habitat	Abrasi	Samosir, 2025
Gurun Asia	Spesies lokal dominan	Tinggi	Stabilitas pasir	Nutrien rendah	Han, 2025
Plateau Tibet	Tanaman pionir + barrier	Tinggi	Sukses cepat	Topografi	Liao, 2019

Hasil kajian literatur memperlihatkan bahwa revegetasi monokultur menghasilkan pemulihan ekosistem yang bersifat semu. Sistem tersebut sering meningkatkan tutupan vegetasi, namun gagal membangun kompleksitas ekologis. Sebaliknya, strategi revegetasi campuran terbukti mampu menciptakan heterogenitas habitat yang lebih tinggi, yang pada gilirannya memperkuat stabilitas komunitas melalui interaksi antarspesies yang kompleks. Diversitas floristik ini memberikan resiliensi yang signifikan terhadap gangguan iklim, memastikan bahwa ekosistem memiliki kapasitas adaptif yang lebih besar dibandingkan dengan sistem monokultur yang rentan terhadap guncangan lingkungan.

Studi reklamasi tambang menunjukkan peningkatan indeks keanekaragaman seiring

bertambahnya usia revegetasi (Mustiko, 2025). Hal ini menegaskan bahwa restorasi biodiversitas merupakan proses temporal jangka panjang. Namun demikian, pendekatan revegetasi pasif sering mengalami kegagalan akibat invasi spesies asing yang menghambat regenerasi alami (Singh, 2025). Oleh karena itu, intervensi aktif berbasis desain ekologis menjadi kebutuhan utama.

### Aspek Hukum dalam Keberlanjutan Restorasi Lahan

Restorasi ekologis tidak dapat bertahan tanpa dukungan sistem hukum yang kuat. Banyak kawasan yang berhasil direhabilitasi kembali mengalami degradasi akibat lemahnya pengawasan dan konflik penggunaan lahan. Kajian kebijakan lingkungan menunjukkan bahwa regulasi telah tersedia, namun

implementasi di tingkat lokal masih lemah (Yustitiantingtyas, 2025). Dimensi hukum berfungsi sebagai ecological safeguard mechanism. Tanpa kepastian hukum, restorasi hanya menghasilkan keberhasilan ekologis sementara. Paradoks utama yang

ditemukan dalam literatur global adalah bahwa keberhasilan teknis restorasi sering tidak diikuti keberlanjutan kebijakan. Hal ini menunjukkan bahwa degradasi lahan pada dasarnya merupakan masalah tata kelola, bukan semata persoalan ekologis.

**Tabel 3.** Perbandingan Instrumen Hukum

Instrumen	Fungsi	Efektivitas	Tantangan	Sumber Referensi
Regulasi Nasional	Pengendalian eksploitasi	Menengah	Penegakan	Yustitiantingtyas, 2019
Kawasan Lindung	Perlindungan habitat	Tinggi	Leakage effect	Ramiandrisoa, 2026
Framework Global	Standarisasi	Tinggi normatif	Non-binding	Seatzu, 2025

**Tabel 4.** Sintesis Perbandingan Efektivitas Strategi Restorasi

Pendekatan	Dampak Awal	Dampak Biodiversitas	Keberlanjutan
Konservasi Tanah	Tinggi	Tidak langsung	Tinggi
Revegetasi	Sangat tinggi	Langsung	Tinggi
Aspek Hukum	Lambat	Sistemik	Sangat tinggi

**Interpretasi Sintesis**

Hasil tinjauan literatur mengonfirmasi adanya hubungan hierarkis yang linear dan interdependen dalam proses restorasi lahan, di mana stabilitas pedologis bertindak sebagai prasyarat utama bagi keberhasilan pemulihan vegetasi, yang pada bagiannya memicu pembentukan struktur habitat guna mengakomodasi peningkatan biodiversitas. Fenomena ini menegaskan bahwa restorasi ekosistem merupakan proses yang bersifat sistemik, sehingga tidak ada satu metode tunggal yang memiliki kapasitas memadai untuk memulihkan fungsi ekologis secara holistik. Keberhasilan restorasi yang utuh hanya dapat dicapai melalui integrasi multisektoral yang menggabungkan intervensi fisik, biologis, dan kerangka tata kelola secara simultan.

**Analisis Kritis Menjawab Strategi Restorasi Global**

Sintesis literatur mengonfirmasi bahwa efektivitas restorasi lahan tidak ditentukan oleh intervensi tunggal, melainkan melalui pendekatan terpadu berbasis sistem sosial-ekologis yang bersifat hierarkis. Temuan utama penelitian ini menegaskan bahwa konservasi tanah merupakan prasyarat ekologis fundamental bagi keberhasilan revegetasi, di mana pemulihan biodiversitas yang autentik hanya dapat dicapai melalui pembangunan kompleksitas ekosistem secara menyeluruh, bukan sekadar peningkatan densitas tutupan vegetasi yang bersifat superfisial. Lebih lanjut, analisis menunjukkan bahwa determinan utama kegagalan restorasi sering kali berasal dari faktor non-ekologis, termasuk kelemahan kelembagaan, ketidaksinkronan kebijakan, serta deviasi dalam implementasi teknis di lapangan. Transformasi paradigma restorasi modern kini bergeser menuju

kerangka kerja yang berbasis alam (nature-based), didukung oleh tata kelola yang kuat (governance-supported), dan dilaksanakan dalam skala bentang alam (landscape-scale).

Pergeseran ini menciptakan peluang implementasi yang luas, mulai dari rehabilitasi lahan pascatambang dan restorasi kawasan pesisir hingga mitigasi degradasi di wilayah kering tropis. Dengan mengintegrasikan stabilitas biofisik dan instrumen hukum yang adaptif, model restorasi ini menawarkan solusi berkelanjutan yang relevan dengan konteks geografis Indonesia, memastikan pemulihan fungsi ekosistem yang resilien terhadap tekanan antropogenik maupun perubahan iklim global.

**Implikasi Ilmiah**

Hasil penelitian ini memberikan kontribusi konseptual bahwa keberhasilan restorasi tidak ditentukan oleh satu metode dominan, melainkan oleh integrasi antar komponen ekologis dan kelembagaan. Paradigma restorasi modern bergerak dari pendekatan proyek jangka pendek menuju restorasi berbasis lanskap (*landscape-scale restoration*) yang mempertimbangkan dinamika ekosistem secara menyeluruh.

Temuan ini memperkuat perspektif bahwa pemulihan biodiversitas merupakan proses jangka panjang yang bergantung pada stabilitas interaksi antara tanah, vegetasi, manusia, dan kebijakan lingkungan.

**Rekomendasi**

Implementasi kebijakan restorasi memerlukan penguatan kerangka hukum lingkungan di tingkat regional guna memitigasi risiko degradasi berulang serta menjamin keberlanjutan ekosistem

pascapemulihan. Strategi ini harus diintegrasikan secara sistematis ke dalam perencanaan tata ruang berbasis ekosistem yang didukung oleh kolaborasi sinergis antara otoritas pemerintah, institusi akademik, dan komunitas lokal. Harmonisasi lintas sektor ini menjadi instrumen krusial dalam menciptakan tata kelola restorasi yang responsif dan akuntabel.

Secara teknis, prioritas utama harus diberikan pada konservasi tanah sebagai fondasi biofisik sebelum dimulainya tahapan revegetasi. Penggunaan spesies lokal yang adaptif dalam sistem vegetasi campuran sangat direkomendasikan untuk membangun resiliensi ekosistem yang lebih tinggi dibandingkan sistem monokultur. Selain itu, penerapan pemantauan jangka panjang yang mengintegrasikan teknologi penginderaan jauh menjadi esensial untuk mengevaluasi dinamika pemulihan lahan secara akurat dan kontinu.

Agenda penelitian mendatang perlu diarahkan pada evaluasi restorasi yang berbasis indikator biodiversitas jangka panjang guna mengukur efektivitas pemulihan fungsi ekologis secara mendalam. Penting pula untuk mengintegrasikan dimensi sosial-ekonomi ke dalam studi restorasi lahan agar tercipta solusi yang holistik dan relevan dengan kebutuhan masyarakat setempat. Pengembangan model restorasi adaptif yang mampu merespons ketidakpastian perubahan iklim global menjadi urgensi saintifik untuk menjamin keberhasilan restorasi di masa depan.

## Kesimpulan

Analisis kritis terhadap berbagai studi literatur menunjukkan bahwa metode restorasi lahan yang paling efektif bukanlah pendekatan tunggal, melainkan sinergi sistemik dalam sebuah hierarki restorasi. Konservasi tanah berfungsi sebagai fondasi biofisik yang krusial untuk stabilitas substrat, namun revegetasi berbasis spesies lokal dengan sistem campuran terbukti menjadi penggerak utama yang paling signifikan dalam merekonstruksi habitat dan populasi spesies secara resilien. Efektivitas kedua intervensi teknis tersebut kemudian dipastikan keberlanjutannya oleh instrumen hukum lingkungan dan tata kelola yang kuat untuk mencegah degradasi ulang. Dengan demikian, restorasi terbaik dicapai melalui integrasi pemulihan fisik tanah, suksesi biologis vegetasi, dan kepastian hukum sebagai satu kesatuan transformasi sistem sosial-ekologis yang utuh.

Restorasi lahan terdegradasi merupakan instrumen strategis dalam menjaga keberlanjutan ekosistem daratan di tengah meningkatnya tekanan antropogenik global. Keberhasilan upaya tersebut menuntut pendekatan multidimensional yang menghubungkan aspek ekologis, teknis, dan kelembagaan secara terpadu. Dengan demikian,

restorasi lahan tidak hanya berfungsi sebagai upaya pemulihan lingkungan, tetapi juga sebagai investasi jangka panjang dalam menjaga stabilitas biodiversitas dan keberlanjutan kehidupan manusia.

## Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung riset ini.

## Referensi

- Ayalew, A. A., Ayele, W. T., Enyew, T. W., Agegnehu, T. W., & Mhired, D. A. (2026). Evaluating the impacts of soil and water conservation practices on soil moisture dynamics in the Dengora and Keritwuha watersheds in Central Gondar Ethiopia. *Discover Environment*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s44274-026-00585-8>
- Gharaibeh, M. A., Al-Zubi, H., Eltaif, N., & Monokrousos, N. (2025). Assessment of Stone Wall Soil Conservation Techniques for Mitigating Rainfall-Induced Erosion in Sloping Areas of an Arid Region. *Earth (Switzerland)*, 6(4). <https://doi.org/10.3390/earth6040150>
- Han, G., Huo, J., Hu, R., Gong, X., Nan, Y., Lian, Y., & Zhang, Z. (2025). Coupling relationships between vegetation and soil in different vegetation types in the Ulan Buh Desert and the Kubuqi Desert. *Frontiers in Plant Science*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1505526>
- Isworo, S., Nuryadi, H., & Oetari, P. S. (2025). Reviving Ecosystems: Vegetation Structure and Biodiversity Recovery in Reclaimed Coal Mining Areas of Kalimantan. *Nature Environment and Pollution Technology*, 24(4). <https://doi.org/10.46488/NEPT.2025.v24i04.D1780>
- Khodadadi, M., Mabit, L., Zaman, M., Porto, P., & Gorji, M. (2019). Using 137 Cs and 210 Pb ex measurements to explore the effectiveness of soil conservation measures in semi-arid lands: a case study in the Kouhin region of Iran. *Journal of Soils and Sediments*, 19(4), 2103–2113. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2205-y>
- Lenda, M., Skórka, P., Kotowska, D., Chuda, K., Guo, X. L., Moroń, D., Possingham, H. P., & Knops, J. M. H. (2025). Biological invasions limit the effectiveness of land abandonment as a conservation strategy. *Landscape Ecology*, 40(12). <https://doi.org/10.1007/s10980-025-02241-7>
- Liao, C., Liu, B., Xu, Y., Li, Y., & Li, H. (2019). Effect of topography and protecting barriers on revegetation of sandy land, Southern Tibetan Plateau. *Scientific Reports*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43034-8>
- Mammo, S., & Debisa, A. (2025). Evaluation of technical

- feasibility of physical soil and water conservation structures in Ijara watershed, Nonno district, west Shewa zone, Oromia, Ethiopia. *Discover Sustainability*, 6(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01129-5>
- Mustiko, E. A., Setiawan, R. J., Rezekiah, A. A., Ma'ruf, K., & Dhiva, A. A. (2025). Integrating Ground-Based and Remote Sensing Approaches to Evaluate Revegetation Success and Timber Economic Value: Case of PT Borneo Indobara's Post-Mining Land in South Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1562(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1562/1/012011>
- Ramiandrisoa, D., Bédécarrats, F., Wong, M. H. L., & Razanakoto, T. (2026). Impact of protected areas on deforestation in Madagascar from 2000 to 2023: A pre-analysis plan. *PloS One*, 21(2), e0342093. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0342093>
- Samosir, A. M., Sulistiono, S., Lintang Rumondang, A., Nurkholis, S., Darliansjah, Rawdoh, Z., Supriyono, E., & Puspito, G. (2025). Coastal plant revegetation on the shrimp estate area, Sukamara Regency, Central Kalimantan Province, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1542(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1542/1/012021>
- Seatzu, F., & Vargiu, P. (2025). The legal dimension of the Kunming-Montreal Framework in International Law. *Anuario Espanol de Derecho Internacional*, 41, 531-550. <https://doi.org/10.15581/010.41.531-550>
- Shen, H., Hu, W., Che, X., Li, C., Liang, Y., & Wei, X. (2024). Assessment of Effectiveness and Suitability of Soil and Water Conservation Measures on Hillslopes of the Black Soil Region in Northeast China. *Agronomy*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/agronomy14081755>
- Singh, D., Singh, N., Singh, H., Kumawat, A., Jeet, P., Yadav, D., Gupta, A. K., & Kumar, G. (2025). Biological and mechanical measures for runoff and soil erosion control in India and beyond. In *Discover Applied Sciences* (Vol. 7, Issue 7). Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/s42452-025-07287-5>
- Wirtu, Y. D., & Abdela, U. (2025). Impact of war on the environment: ecocide. In *Frontiers in Environmental Science* (Vol. 13). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1539520>
- Yustitianty, L., Pratiwi, L. Y. E., Irawan, A. D., Stansyah, D., & Arifin, S. (2025). Environmental Law Policy in Indonesia: Challenges and Sustainable Justice. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1473(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1473/1/012046>
- Zhu, T. X. (2016). Effectiveness of Conservation Measures in Reducing Runoff and Soil Loss Under Different Magnitude-Frequency Storms at Plot and Catchment Scales in the Semi-arid Agricultural Landscape. *Environmental Management*, 57(3), 671-682. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0644-4>