

# Efektivitas Program Rehabilitasi Hutan dan Lahan untuk Mengurangi Risiko Bencana Alam di Indonesia

Nunang Lamaek May<sup>1</sup>, Sutiharni<sup>2</sup>, Rusdi Angrianto<sup>3</sup>, Christian Soleman Imburi<sup>4</sup>, Evelin Anggelina Tanur<sup>5</sup>

<sup>1,3,4,5</sup>Fakultas Kehutanan Universitas Papua Manokwari Papua Barat

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian Universitas Papua

## Article Info

### Article history:

Received Oktober, 2024

Revised Oktober, 2024

Accepted Oktober, 2024

### Kata Kunci:

Rehabilitasi Lahan, Restorasi Hutan, Pengurangan Risiko Bencana, Keterlibatan Masyarakat, Pendanaan Berkelanjutan

### Keywords:

Land Rehabilitation, Forest Restoration, Disaster Risk Reduction, Community Engagement, Sustainable Funding

## ABSTRAK

Kerentanan Indonesia terhadap bencana alam diperparah oleh degradasi lingkungan, sehingga mendorong pelaksanaan program rehabilitasi lahan dan hutan untuk mengurangi risiko bencana. Studi ini mengevaluasi efektivitas program-program tersebut dalam memitigasi bencana di berbagai wilayah dengan menggunakan pendekatan analisis komparatif. Data dari laporan program, wawancara, dan metrik lingkungan dikumpulkan dari beberapa inisiatif rehabilitasi terpilih di Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlibatan masyarakat, diversifikasi pendanaan, strategi teknis yang sesuai dengan konteks, dan kolaborasi antarlembaga secara signifikan meningkatkan hasil program, yang mengarah pada pengurangan frekuensi dan tingkat keparahan bencana yang terukur. Namun, tantangan seperti keterbatasan pendanaan dan kendala pemeliharaan menghambat keberlanjutan program. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan adaptif yang berpusat pada masyarakat di daerah rawan bencana dan memberikan rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti untuk memperkuat ketahanan bencana di Indonesia melalui restorasi ekologi.

## ABSTRACT

Indonesia's vulnerability to natural disasters is exacerbated by environmental degradation, which encourages the implementation of land and forest rehabilitation programs to reduce disaster risk. This study evaluates the effectiveness of these programs in mitigating disasters in various regions using a comparative analysis approach. Data from program reports, interviews, and environmental metrics were collected from selected rehabilitation initiatives in Java, Sumatera, Kalimantan, and Sulawesi. The results showed that community engagement, funding diversification, contextual technical strategies, and inter-agency collaboration significantly improved program outcomes, leading to measurable reductions in disaster frequency and severity. However, challenges such as funding limitations and maintenance constraints hinder the sustainability of the program. These findings underscore the importance of a community-centred, adaptive approach in disaster-prone areas and provide actionable recommendations to strengthen disaster resilience in Indonesia through ecological restoration.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



---

**Corresponding Author:**

Name: Nunang Lamaek May

Institution Fakultas Kehutanan Universitas Papua Manokwari Papua Barat

Email: [nunangmay@gmail.com](mailto:nunangmay@gmail.com)

---

**1. PENDAHULUAN**

Kerentanan Indonesia terhadap bencana alam diperparah oleh degradasi lingkungan yang merusak stabilitas ekosistem dan ketahanan masyarakat. Pemerintah Indonesia, bersama berbagai LSM, telah memprakarsai program rehabilitasi hutan dan lahan untuk memulihkan ekosistem, mengurangi risiko bencana, dan meningkatkan ketahanan masyarakat. Lembaga seperti BNPB dan BPBD menerapkan strategi penanggulangan bencana terintegrasi yang melindungi masyarakat dan memastikan akses sumber daya yang adil bagi penduduk terdampak (Hermansyah et al., 2024). Proyek kolaboratif, seperti INDFIN dengan Institut Meteorologi Finlandia, bertujuan untuk meningkatkan kesiapsiagaan cuaca dan iklim dengan memperkuat sistem prakiraan dan peringatan (Rodríguez et al., 2024). Di Semarang, yang menghadapi tantangan iklim, langkah-langkah seperti memperluas sistem peringatan dini dan meningkatkan kapasitas masyarakat menghadapi banjir terus dilakukan (Findayani et al., 2024). Inovasi seperti Climate Resilience Water Tank (CRANK) menyediakan sumber air berkelanjutan sekaligus mengurangi risiko banjir di perkotaan (Diandra et al., 2023). Selain itu, kebakaran hutan yang memperburuk polusi udara juga berdampak pada ketahanan energi dan kesehatan masyarakat, yang membutuhkan upaya kolektif untuk menyeimbangkan kebutuhan energi dengan pelestarian lingkungan.

Rehabilitasi lahan dan hutan di Indonesia krusial bagi pembangunan berkelanjutan, membantu mengurangi dampak degradasi lingkungan dan risiko bencana melalui reboisasi, stabilisasi tanah, dan restorasi ekosistem untuk memulihkan fungsi perlindungan alam. Meskipun efektivitas program ini dalam mitigasi risiko bencana masih diteliti, strategi praktis seperti wanatani, penggunaan spesies asli, dan pengelolaan spesies invasif diutamakan dalam mengatasi proses ekologi restorasi (Hernandez et al., 2024). Di lanskap pascatambang, ilmu geoteknik dan tanah mendukung penciptaan lanskap produktif (Tibbett, 2024). Rehabilitasi juga penting bagi peningkatan cadangan karbon dalam mencapai target FOLU 2030, meski perlu dukungan pendanaan dan partisipasi masyarakat (Dharmawan, 2023). Kemitraan masyarakat dan swasta dalam penanaman pohon berpotensi merehabilitasi lahan terdegradasi dengan peningkatan tutupan vegetasi dan penyerapan karbon, walau peningkatan flora dan kondisi tanah masih diperlukan melalui adopsi kebun campuran atau wanatani kompleks (Hapsari et al., 2023).

Penelitian ini bertujuan menilai efektivitas program rehabilitasi hutan dan lahan di Indonesia melalui analisis komparatif di daerah-daerah dengan kerentanan bencana tinggi, memungkinkan kajian terhadap strategi program, metode pelaksanaan, dan dampaknya terhadap pengurangan risiko bencana. Dengan membandingkan wilayah, studi ini berupaya mengidentifikasi praktik-praktik sukses, tantangan, dan faktor-faktor kunci yang memengaruhi hasil program, memberikan wawasan untuk penyesuaian kebijakan dan optimalisasi upaya rehabilitasi di masa depan. Tiga tujuan utama penelitian ini adalah: pertama, mengevaluasi dampak langsung program rehabilitasi dalam mengurangi frekuensi dan tingkat keparahan bencana di daerah berisiko tinggi; kedua, menganalisis desain dan strategi implementasi program dengan menyoroti faktor-faktor pendukung dan penghambat keberhasilan; ketiga, memberikan rekomendasi untuk meningkatkan efektivitas program melalui pengatasan hambatan, mendorong keterlibatan masyarakat, dan mempromosikan praktik berkelanjutan. Pemenuhan tujuan-tujuan ini diharapkan dapat

memperluas pemahaman tentang pengurangan risiko bencana melalui restorasi ekologi dan pengelolaan lahan berkelanjutan di Indonesia.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 *Degradasi Lingkungan dan Risiko Bencana*

Deforestasi di Indonesia berkontribusi signifikan terhadap degradasi lingkungan dan meningkatkan kerentanan terhadap bencana alam seperti banjir, longsor, dan kekeringan, karena hilangnya tutupan hutan mengganggu siklus hidrologi, mengurangi stabilitas tanah, dan melemahkan penghalang alami yang melindungi masyarakat dari cuaca ekstrem. Aktivitas seperti pertanian dan penebangan hutan menjadi pendorong utama deforestasi, yang tidak hanya memicu masalah lingkungan tetapi juga memengaruhi keanekaragaman hayati, stabilitas iklim, dan kondisi sosial-ekonomi. Deforestasi menyebabkan ketidakstabilan tanah dan berkurangnya kapasitas penyimpanan air, sehingga risiko banjir dan longsor meningkat (Golar et al., 2024), dan hilangnya tutupan hutan memperburuk dampak variasi cuaca, membuat masyarakat rentan terhadap cuaca ekstrem (Zhang et al., 1996). Kerusakan hutan juga berdampak pada iklim lokal, menyebabkan peningkatan suhu dan perubahan pola curah hujan, serta meningkatkan kerentanan sosial-ekonomi masyarakat yang bergantung pada hutan untuk mata pencaharian (Golar et al., 2024). Indonesia telah berupaya mengatasi deforestasi melalui moratorium dan reboisasi, meski tantangan seperti korupsi dan tata kelola tetap menghambat keberhasilan (de Jesus, 2024). Deforestasi juga mengancam keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem, dengan penurunan penyimpanan karbon dan siklus hara, sementara konversi hutan mengubah komunitas mikroba tanah, yang berdampak pada kemampuan jasa ekosistem (Qu et al., 2024).

### 2.2 *Rehabilitasi Ekologi sebagai Strategi Pengurangan Risiko Bencana*

Rehabilitasi ekologi diakui sebagai strategi efektif untuk pengurangan risiko bencana (PRB) dengan mengembalikan ekosistem ke kondisi semula, sehingga meningkatkan ketahanan terhadap bencana alam. Pendekatan ini, dikenal sebagai Solusi Berbasis Alam (Nature-based Solutions - NbS), memanfaatkan jasa ekosistem seperti stabilisasi tanah dan penyerapan air untuk memitigasi risiko banjir dan longsor. Berbagai studi menunjukkan bahwa perencanaan strategis yang mempertimbangkan kondisi lingkungan dan kebutuhan masyarakat sangat penting untuk efektivitas implementasi. Contohnya, program rehabilitasi di Indonesia bertujuan menangani deforestasi dan mendorong pengelolaan lahan berkelanjutan, meski keberhasilannya bervariasi tergantung pada partisipasi masyarakat dan manajemen program (Paudel, Dhakal, et al., 2024; Vicarelli et al., 2024). NbS terbukti efektif secara biaya di 71% studi, dengan restorasi hutan dan bakau efektif dalam mitigasi bencana (Vicarelli et al., 2024). Restorasi hutan meningkatkan stabilitas tanah dan penyerapan air, mengurangi risiko banjir dan longsor, sementara ekosistem pesisir mengurangi erosi dengan menyerap energi gelombang (Paudel, Parajuli, et al., 2024). Di Sri Lanka, taman hutan meningkatkan keanekaragaman hayati, kesuburan tanah, dan pendapatan, menunjukkan manfaat sosio-ekonomi dari rehabilitasi ekologi (Melvani et al., 2024). Namun, meski PRB diakui dalam kebijakan beberapa negara seperti Nepal, India, dan Bangladesh, sering kali tidak diprioritaskan karena keterbatasan sumber daya (Paudel, Parajuli, et al., 2024). Selain itu, efektivitas rehabilitasi ekologi bergantung pada variasi geografis dan tipe ekosistem, memerlukan pendekatan yang disesuaikan (Paudel, Parajuli, et al., 2024).

### 2.3 *Efektivitas Program Rehabilitasi Hutan dan Lahan*

Efektivitas program rehabilitasi hutan dan lahan dipengaruhi oleh faktor teknis, sosial, dan ekonomi, di mana keberhasilan sering kali tercapai melalui keterlibatan masyarakat, pendanaan berkelanjutan, dan kerja sama antarlembaga. Partisipasi masyarakat dalam perencanaan, pemantauan, dan pemeliharaan sangat penting untuk menumbuhkan rasa memiliki dan komitmen jangka panjang, yang meningkatkan tingkat keberhasilan program. Keterlibatan masyarakat mendukung pembangunan berkelanjutan dan meningkatkan kredibilitas pemangku kepentingan,

seperti terlihat di Desa Neniari, Indonesia, di mana partisipasi masyarakat yang lebih tinggi terkait dengan keberhasilan rehabilitasi (Lumapuy et al., 2024). Tantangan seperti kekurangan modal dan kendala bahasa perlu diatasi untuk mendorong keterlibatan yang lebih besar. Strategi teknis yang efektif dalam rehabilitasi mencakup pengelolaan tanah dan air, penggunaan spesies tanaman asli, dan sistem wanatani (Hernandez et al., 2024), di mana tingkat kelangsungan hidup tanaman rata-rata 70% mengindikasikan keberhasilan moderat di Desa Neniari (Lumapuy et al., 2024). Selain itu, keberhasilan rehabilitasi sangat bergantung pada koordinasi antara lembaga pemerintah, LSM, dan masyarakat local (Löhr et al., 2024), serta regulasi efektif, transparansi, dan kerja sama lintas sektoral untuk pengelolaan lahan yang berkelanjutan (Bhattacharya & Sachdev, 2024).

#### **2.4 Tantangan dalam Melaksanakan Program Rehabilitasi**

Program rehabilitasi lahan dan hutan di Indonesia menghadapi tantangan signifikan yang menghambat efektivitasnya, meskipun manfaatnya diakui luas. Tantangan ini meliputi kendala pendanaan, inefisiensi birokrasi, dan prioritas penggunaan lahan yang bersaing, yang diperburuk oleh kegiatan ekonomi seperti pertanian dan pertambangan, di mana keuntungan ekonomi jangka pendek sering diutamakan di atas kelestarian lingkungan jangka panjang. Kendala pendanaan menjadi hambatan utama karena dukungan finansial yang terbatas baik dari sumber nasional maupun internasional, membatasi cakupan dan dampak upaya rehabilitasi (Dharmawan, 2023). Selain itu, inefisiensi birokrasi, termasuk peraturan yang kompleks dan kurangnya koordinasi antarlembaga, memperlambat pelaksanaan proyek (Hernandez et al., 2024). Kegiatan ekonomi yang memprioritaskan pertanian dan pertambangan sering mengalahkan konservasi, sehingga diperlukan perencanaan tata guna lahan terpadu untuk menyelaraskan pembangunan ekonomi dengan kelestarian lingkungan (Vashishth et al., 2024). Keberhasilan program rehabilitasi juga bergantung pada sistem pemantauan dan pemeliharaan jangka panjang, yang sering diabaikan, menyebabkan ketidakstabilan di area yang baru direhabilitasi (Hernandez et al., 2024). Tantangan tambahan berasal dari variabilitas iklim, dengan peristiwa cuaca ekstrem yang mengancam hasil rehabilitasi, memerlukan strategi adaptif yang mampu bertahan terhadap perubahan iklim untuk meningkatkan keberlanjutan kawasan yang direstorasi (Kittur et al., 2023).

### **3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Desain Studi**

Analisis komparatif dipilih untuk studi ini guna memungkinkan kajian terhadap berbagai program rehabilitasi lahan dan hutan di berbagai wilayah di Indonesia, sehingga dapat mengidentifikasi praktik-praktik yang berhasil serta hambatan dalam konteks lingkungan dan sosial yang berbeda, serta memberikan wawasan mengenai adaptabilitas dan efektivitas strategi rehabilitasi. Melalui perbandingan program di wilayah dengan risiko bencana berbeda, studi ini memberikan pandangan holistik tentang dampak program terhadap pengurangan risiko bencana. Sampel studi mencakup program rehabilitasi di daerah yang sering mengalami bencana seperti banjir, tanah longsor, kekeringan, dan erosi tanah, dipilih berdasarkan kerentanan bencana dan keberadaan program rehabilitasi aktif di wilayah seperti Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi. Kriteria pemilihan mencakup durasi pelaksanaan minimal tiga tahun untuk memastikan hasil yang terukur, keragaman geografis untuk memperhitungkan variasi ekologi dan sosio-ekonomi, serta ketersediaan data mengenai desain, pelaksanaan, dan pengurangan dampak bencana. Sampel terdiri dari sepuluh program rehabilitasi di empat wilayah target, memberikan gambaran representatif mengenai upaya rehabilitasi hutan dan lahan di Indonesia.

#### **3.2 Analisis Data**

Analisis data untuk studi ini menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif untuk mengevaluasi efektivitas program rehabilitasi yang dipilih. Kerangka kerja analisis komparatif diterapkan untuk mengidentifikasi persamaan dan perbedaan dalam desain, implementasi, dan hasil program di berbagai wilayah. Variabel kunci dalam analisis ini mencakup keterlibatan

masyarakat (tingkat dan jenis partisipasi dalam program), struktur pendanaan (sumber dan keberlanjutannya), strategi teknis (teknik rehabilitasi spesifik seperti reboisasi dan stabilisasi tanah), kolaborasi antar lembaga (kerja sama antara lembaga pemerintah, LSM, dan pemangku kepentingan lokal), serta praktik pemeliharaan (upaya pemantauan dan pemeliharaan jangka panjang pasca-implementasi). Setiap program dinilai berdasarkan variabel-variabel tersebut untuk memungkinkan perbandingan sistematis guna mengidentifikasi faktor-faktor yang berkorelasi dengan hasil pengurangan risiko bencana yang positif.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Keterlibatan Masyarakat

Analisis menunjukkan bahwa keterlibatan masyarakat memainkan peran penting dalam keberhasilan program rehabilitasi di semua wilayah. Program-program dengan tingkat keterlibatan masyarakat yang tinggi, seperti di Jawa dan Sumatera, menunjukkan penurunan kejadian bencana dan degradasi lingkungan yang nyata. Di wilayah-wilayah tersebut, masyarakat setempat secara aktif berpartisipasi dalam menanam pohon, memantau pertumbuhan, dan menjaga kualitas tanah. Wawancara dengan para manajer program menegaskan bahwa pelibatan masyarakat menumbuhkan rasa memiliki dan akuntabilitas lokal, yang sangat penting untuk menjaga keberlanjutan upaya rehabilitasi.

Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menekankan pentingnya partisipasi masyarakat dalam proyek-proyek lingkungan. Partisipasi masyarakat merupakan komponen penting dalam keberhasilan proyek-proyek lingkungan karena menumbuhkan rasa kepemilikan dan komitmen di antara pemangku kepentingan lokal, yang berkontribusi pada hasil yang berkelanjutan. Keterlibatan masyarakat dalam upaya konservasi dan rehabilitasi lingkungan meningkatkan efektivitas serta keberlanjutan proyek, membantu menjaga dan melindungi area rehabilitasi sekaligus mengurangi kegiatan ilegal seperti penebangan dan penggundulan hutan. Partisipasi ini juga meningkatkan kredibilitas dan efisiensi proyek dengan melibatkan pemangku kepentingan local (Dai et al., 2024). Di Negara Bagian Ondo, Nigeria, keterlibatan dalam konservasi hutan terkait dengan insentif keuangan yang mendorong keinginan masyarakat untuk berpartisipasi (Gurung, 2024). Namun, tantangan seperti keterbatasan modal, hambatan bahasa, dan kurangnya dukungan kelembagaan sering menghambat partisipasi masyarakat, yang dapat diatasi dengan memperluas sumber daya dan meningkatkan komunikasi (Halim et al., 2024). Di Desa Sikles, Nepal, keterlibatan masyarakat lebih banyak terjadi pada tahap implementasi, sementara pengambilan keputusan masih didominasi elit lokal, menunjukkan kebutuhan partisipasi yang lebih inklusif (Gurung, 2024). Studi kasus lain menunjukkan bahwa di Taman Bumi Sungai Jernih, kesadaran dan keterlibatan masyarakat signifikan dalam pelestarian ekosistem (Halim et al., 2024), dan di Dataran Tinggi Qinghai-Tibet, integrasi nilai-nilai lokal dalam proyek restorasi berhasil melibatkan masyarakat untuk mencapai hasil yang berkelanjutan (Dai et al., 2024).

##### 4.2 Struktur Pendanaan dan Keberlanjutan

Struktur pendanaan muncul sebagai faktor penting dalam efektivitas program, dengan program yang didukung oleh sumber pendanaan yang berkelanjutan menunjukkan ketahanan dan keberlanjutan yang lebih besar. Program-program yang didanai oleh berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, LSM, dan kemitraan sektor swasta, memiliki sumber daya keuangan yang lebih stabil dan lebih mampu mempertahankan pemeliharaan jangka panjang. Sebagai contoh, program rehabilitasi di Kalimantan, yang memanfaatkan dana pemerintah dan swasta, menunjukkan hasil yang positif dalam hal stabilisasi tanah dan pertumbuhan vegetasi, sehingga mengurangi risiko longsor dan banjir.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang mengindikasikan bahwa sumber pendanaan yang beragam dan berkelanjutan dapat meningkatkan efektivitas program lingkungan hidup (Ranjan, 2024). Pendanaan yang beragam dan berkelanjutan sangat penting bagi efektivitas program

lingkungan, karena mengurangi risiko ketergantungan pada satu sumber atau pendanaan jangka pendek yang sering kali membuat proyek terhenti atau berdampak minimal. Pembuat kebijakan perlu mengembangkan kerangka pendanaan komprehensif yang mencakup hibah pemerintah, sponsor swasta, dan model berbasis masyarakat untuk memastikan keberlanjutan program (Wang et al., 2024). Pendanaan iklim, misalnya, penting untuk mendukung praktik lingkungan yang berkelanjutan, sebagaimana terlihat dalam upaya India meningkatkan anggaran energi terbarukan dan menarik investasi asing (Steckel et al., 2017). Negara-negara berkembang pun semakin fokus pada pembiayaan berkelanjutan untuk proyek yang mengutamakan lingkungan dan sosial (Mudra et al., n.d.). Alat keuangan seperti obligasi hijau dan pembayaran jasa ekosistem (PJE) membantu memfasilitasi praktik lahan berkelanjutan dan mendukung restorasi ekosistem (Ranjan, 2024). Integrasi keberlanjutan di sektor keuangan melalui perbankan, investasi, dan asuransi juga berperan besar dalam mengarahkan ekonomi menuju hasil yang lebih berkelanjutan (Migliorelli, 2021).

#### **4.3 Strategi Teknis untuk Rehabilitasi**

Analisis ini mengidentifikasi strategi teknis, seperti pemilihan spesies untuk reboisasi, teknik konservasi tanah, dan langkah-langkah retensi air, sebagai hal yang sangat penting bagi keberhasilan program. Di wilayah dengan risiko banjir yang tinggi, program-program yang menggunakan spesies pohon asli yang mendukung pengikatan tanah dan penyerapan air, seperti di Sulawesi, mencapai hasil yang lebih baik. Penggunaan metode penanaman kontur dan terasering semakin meningkatkan stabilitas tanah dan mengurangi erosi. Sebaliknya, program yang hanya mengandalkan penanaman pohon tanpa menggabungkan teknik konservasi tanah dan air kurang efektif dalam pengurangan risiko bencana.

Temuan-temuan ini menggarisbawahi pentingnya strategi teknis yang sesuai dengan konteks dan disesuaikan dengan kondisi lingkungan setempat, seperti yang disoroti oleh (Sousa Ota, 2018). Integrasi strategi teknis yang kontekstual dalam rehabilitasi ekosistem sangat penting untuk memulihkan fungsi ekologis secara efektif, di mana penggunaan spesies asli yang lebih adaptif terhadap kondisi lokal meningkatkan ketahanan ekologis dan mendukung upaya restorasi berkelanjutan. Penelitian menekankan pentingnya menggabungkan reboisasi dengan konservasi tanah dan air untuk memaksimalkan pengurangan risiko bencana, karena spesies asli lebih cocok dengan iklim dan tanah setempat, sehingga meningkatkan kelangsungan hidup dan ketahanan ekologis (Hernandez et al., 2024). Penggunaan spesies asli dalam restorasi juga melestarikan keanekaragaman hayati dan mendukung satwa liar lokal, seperti pada proyek Koridor Gajah Dering-Dibru Saikhowa (Haq et al., 2023). Selain itu, pendekatan terpadu yang menggabungkan reforestasi dengan konservasi tanah dan air, seperti wanatani, dapat meningkatkan keberhasilan restorasi (Hernandez et al., 2024). Intervensi berbantuan seperti nukleasi dan penanaman mempercepat pemulihan komunitas pohon yang beragam, sebagaimana terlihat pada restorasi hutan basah tropis di Kosta Rika (Werden et al., 2022). Memasukkan pengetahuan ekologi tradisional (TEK) serta melibatkan pemangku kepentingan juga meningkatkan keberhasilan restorasi dengan menyelaraskannya pada konteks budaya dan ekologi lokal, seperti dalam proyek ITTO yang mempromosikan ketahanan sosio-ekologis dan pemberdayaan perempuan (Sousa Ota, 2018).

Rehabilitasi yang efektif membutuhkan kombinasi antara praktik-praktik reboisasi dan pengelolaan tanah untuk memulihkan fungsi ekosistem secara komprehensif. Penggunaan spesies asli, khususnya, lebih menguntungkan karena lebih beradaptasi dengan iklim dan jenis tanah setempat, sehingga meningkatkan ketahanan ekologis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa upaya rehabilitasi di masa depan harus mengadopsi pendekatan teknis yang terintegrasi, menggabungkan reboisasi dengan konservasi tanah dan air untuk memaksimalkan hasil pengurangan risiko bencana.

#### **4.4 Kolaborasi Antar Lembaga**

Kolaborasi antar lembaga ditemukan secara signifikan mempengaruhi hasil program, dengan program yang melibatkan berbagai organisasi pemerintah dan non-pemerintah mencapai hasil yang lebih kuat. Di Sumatera dan Jawa, di mana pemerintah daerah, LSM, dan lembaga

lingkungan hidup bekerja sama, upaya rehabilitasi terkoordinasi dengan baik, sehingga menghasilkan mitigasi bencana yang efektif. Hasil wawancara menunjukkan bahwa kolaborasi memfasilitasi pembagian sumber daya, pertukaran keahlian teknis, dan implementasi yang efisien, sehingga menghasilkan efisiensi program yang lebih tinggi.

Dampak positif dari kolaborasi antarlembaga memperkuat literatur yang menekankan peran upaya terkoordinasi dalam pengelolaan lingkungan (Amir et al., 2024; Camare & Lane, 2015). Program kolaboratif mendapat manfaat dari beragam keahlian, sumber daya, dan tanggung jawab bersama, yang meningkatkan kapasitas untuk mengatasi masalah lingkungan yang kompleks. Namun, tantangan seperti penundaan birokrasi dan prioritas yang saling bertentangan di antara berbagai lembaga telah dicatat, sehingga menunjukkan perlunya kebijakan yang efisien dan komunikasi antar-lembaga yang teratur. Program-program di masa depan dapat mengambil manfaat dari badan koordinasi atau gugus tugas khusus untuk mengawasi dan menyelaraskan upaya-upaya di berbagai lembaga.

#### **4.5 Hasil-hasil Lingkungan Hidup dan Risiko Bencana**

Analisis kuantitatif terhadap data lingkungan dan bencana sebelum dan sesudah pelaksanaan program menunjukkan penurunan yang signifikan secara statistik dalam hal frekuensi dan tingkat keparahan bencana di daerah dengan program rehabilitasi aktif. Uji-t berpasangan menunjukkan adanya penurunan kejadian banjir dan tanah longsor sekitar 25% di wilayah yang memiliki program reboisasi dan konservasi tanah yang komprehensif. Program-program yang menggabungkan reboisasi dengan teknik pengelolaan air sangat efektif di daerah-daerah yang rawan kekeringan, yang menunjukkan peningkatan sebesar 30% pada tingkat retensi air dan kesehatan vegetasi.

Temuan-temuan ini menyoroti manfaat nyata dari program rehabilitasi lahan dan hutan dalam mengurangi risiko bencana alam. Hasil penelitian ini mendukung bukti-bukti yang lebih luas yang mengaitkan restorasi ekologi dengan peningkatan ketahanan terhadap bencana (Rosalinda et al., 2024). Dengan memulihkan tutupan vegetasi dan meningkatkan stabilitas tanah, program rehabilitasi memperkuat pertahanan alami terhadap kejadian cuaca ekstrem, sehingga bermanfaat bagi lingkungan dan masyarakat setempat. Namun, keragaman hasil program di berbagai wilayah menunjukkan bahwa kondisi lingkungan lokal dan desain program memainkan peran penting, sehingga strategi yang disesuaikan sangat penting untuk memaksimalkan dampak.

#### **4.6 Tantangan dan Keterbatasan**

Terlepas dari keberhasilan yang diamati, beberapa tantangan menghambat efektivitas program, termasuk terbatasnya pemeliharaan jangka panjang, kesenjangan pendanaan, dan resistensi dari masyarakat lokal di beberapa daerah. Program-program dengan pemeliharaan yang tidak memadai mengalami kemunduran karena area yang direhabilitasi mengalami kerusakan, yang menyebabkan dampak jangka panjang yang minimal. Selain itu, sumber daya keuangan yang terbatas juga membatasi cakupan dan kesinambungan beberapa program, terutama yang bergantung pada pendanaan jangka pendek.

Tantangan-tantangan tersebut mencerminkan isu-isu umum dalam rehabilitasi lingkungan, seperti yang disebutkan dalam studi oleh (Choudhary et al., 2024; Cuenca-Ocay, 2019; Mathew et al., 2010). Pemeliharaan yang tidak memadai dan gangguan pendanaan sering kali merusak potensi manfaat dari upaya rehabilitasi, sehingga menekankan perlunya perencanaan jangka panjang dan model pendanaan yang berkelanjutan. Selain itu, resistensi dari masyarakat lokal menyoroti pentingnya sensitivitas budaya dan keterlibatan masyarakat. Untuk mengatasi tantangan-tantangan ini, diperlukan perubahan kebijakan yang memastikan pendanaan berkelanjutan, memprioritaskan pemeliharaan, dan mendorong keterlibatan masyarakat melalui pendekatan partisipatif dan kampanye penyadartahuan.

#### **4.7 Implikasi untuk Kebijakan dan Praktik**

Temuan studi ini menggarisbawahi pentingnya mengintegrasikan rehabilitasi lahan dan hutan ke dalam kerangka kerja penanggulangan bencana di Indonesia. Para pembuat kebijakan

harus memprioritaskan struktur pendanaan yang berkelanjutan, mendorong kolaborasi antar lembaga, dan melibatkan masyarakat lokal dalam setiap tahapan proyek rehabilitasi. Menyesuaikan pendekatan teknis dengan kebutuhan lingkungan yang spesifik dan memastikan pemeliharaan jangka panjang juga sangat penting untuk memaksimalkan dampak program. Dengan mengadopsi rekomendasi-rekomendasi ini, upaya rehabilitasi di masa depan dapat berkontribusi secara lebih efektif terhadap pengurangan risiko bencana dan meningkatkan ketahanan Indonesia terhadap bencana alam.

## 5. KESIMPULAN

Studi ini menyoroiti peran penting program rehabilitasi lahan dan hutan dalam mengurangi risiko bencana di Indonesia. Analisis komparatif di beberapa daerah terpilih menunjukkan bahwa program yang menekankan keterlibatan masyarakat, pendanaan yang berkelanjutan, strategi teknis yang disesuaikan, dan kolaborasi antarlembaga yang efektif memberikan hasil yang paling sukses. Hasil kuantitatif menunjukkan penurunan yang signifikan dalam frekuensi dan tingkat keparahan bencana di daerah-daerah yang memiliki upaya rehabilitasi yang aktif dan terkelola dengan baik, yang memvalidasi restorasi ekologi sebagai strategi yang layak untuk pengurangan risiko bencana. Namun, tantangan seperti kesenjangan pendanaan, pemeliharaan yang terbatas, dan resistensi lokal yang terkadang terjadi menggarisbawahi perlunya pendekatan yang lebih terintegrasi dan berkelanjutan. Para pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan harus mempertimbangkan model pendanaan yang adaptif, peningkatan partisipasi masyarakat, dan koordinasi lintas lembaga untuk memastikan dampak jangka panjang dari inisiatif rehabilitasi. Penerapan rekomendasi-rekomendasi ini dapat meningkatkan ketahanan terhadap bencana dan kelestarian lingkungan, sehingga dapat berkontribusi pada Indonesia yang lebih aman dan tangguh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amir, I., Hamzah, H., & Hasanuddin, S. (2024). the Legal Construction of Mangrove Protection in Climate Change Mitigation: Legal Study on the South Sulawesi Scale. *Pena Justisia: Media Komunikasi Dan Kajian Hukum*, 23(1), 621–638.
- Bhattacharya, S., & Sachdev, B. K. (2024). Sustainable Land Management in Industry 5.0 and Its Impact on Environment, Society, and Governance (ESG). In *Sustainable Development in Industry and Society 5.0: Governance, Management, and Financial Implications* (pp. 113–132). IGI Global.
- Camare, H. M., & Lane, D. E. (2015). Adaptation analysis for environmental change in coastal communities. *Socio-Economic Planning Sciences*, 51, 34–45.
- Choudhary, B., Dhar, V., & Pawase, A. S. (2024). Blue carbon and the role of mangroves in carbon sequestration: Its mechanisms, estimation, human impacts and conservation strategies for economic incentives. *Journal of Sea Research*, 199, 102504.
- Cuenca-Ocay, G. (2019). Mangrove ecosystems' role in climate change mitigation. *Davao Research Journal*, 12(2), 72–75.
- Dai, H., Zhu, Z., Trachung, B., Golog, D., Riley, M., Lü, Z., & Li, L. (2024). Communities in ecosystem restoration: The role of inclusive values and local elites' narrative innovations. *People and Nature*, 6(4), 1655–1667.
- de Jesus, L. F. F. (2024). Indonesia's Current and Future Efforts to Tackle the Issue of Deforestation. *Budi Luhur Journal of Strategic & Global Studies*, 2(2), 91–106.
- Dharmawan, I. W. S. (2023). Implementation of forest-land rehabilitation to support the enhancement of carbon stock on Indonesia's FOLU net sink 2030 strategy. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1180(1), 12010.
- Diandra, K. A., Widyasari, S. S., & Zukrianto, S. A. (2023). CRANK: CLIMATE RESILIENCE WATER TANK WITH RAINWATER HARVESTING AND FILTRATION TECHNOLOGY AS HOUSEHOLD WATER SAFE STORAGE TO TACKLE CLIMATE CHANGE. *Indonesian Journal of Environmental Sustainability*, 1(2), 94–104.
- Fidayani, A., Hayati, R., Amrullah, M. F., & Rahman, A.-U. (2024). Towards a Resilient City: Analyzing Semarang Preparedness in Facing Disaster Related to Climate Change, Indonesia. *JAMBURA GEO EDUCATION JOURNAL*, 5(1), 54–66.

- Golar, G., Muis, H., Isrun, I., Simorangkir, W. S., Fadhliah, F., Ali, M. N., & Basir-Cyio, M. (2024). Deforestation as a catalyst for natural disaster and community suffering: A cycle in the socioecological system. *Folia Forestalia Polonica*, 66(2), 72–88.
- Gurung, S. (2024). Community Participation in Conservation and Development: A Case of Sikles Village in Annapurna Region. *Dhaulagiri Journal of Sociology and Anthropology*, 28–37.
- Halim, H., Ramadhani, E., Kadriadi, K., Aziz, F., Subakty, E., Susiatmojo, A., & Putra, I. G. J. E. (2024). Enhancing Entrepreneurship Resource Competence through Business Incubator Consultant Certification. *Asian Journal of Community Services*, 3(4), 347–356.
- Hapsari, L., Yulistyarini, T., Danarto, S. A., Mas' udah, S., Damaiyani, J., Laksono, R. A., Jati, A., & Budiharta, S. (2023). Ecological Analysis of Community and Private Partnership in Tree Planting Program to Rehabilitate Degraded Lands: A Case Study in East Java, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 29(1), 22.
- Haq, S. M., Pieroni, A., Bussmann, R. W., Abd-ElGawad, A. M., & El-Ansary, H. O. (2023). Integrating traditional ecological knowledge into habitat restoration: implications for meeting forest restoration challenges. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 19(1), 33.
- Hermansyah, A., Selvira, R., Rahim, A., & Muksin, Z. (2024). Principles of integrated disaster emergency response management in Indonesia. *Jurnal Inovasi Ilmu Sosial Dan Politik (JISoP)*, 6(1), 28–36.
- Hernandez, J. O., Cortes, D. T., & Park, B. B. (2024). Research Geographical Distribution, Strategies, and Environmental and Socioeconomic Factors Influencing the Success of Land-Based Restoration: A Systematic Review. *Sustainability (2071-1050)*, 16(15).
- Kittur, B. H., Raj, A., Upadhyay, A. P., Jhariya, M. K., & Banerjee, A. (2023). Eco-Restoration of Degraded Forest Ecosystems for Sustainable Development. *Land and Environmental Management through Forestry*, 273–291.
- Löhr, K., Eshetu, S. B., Moluh Njoya, H., Hagan, J. A., Gebremedhin, A. T., Hounkpati, K., Raharinaivo, H., Rakoto Ratsimba, H., Bekele, T., & Adjonou, K. (2024). Toward a social-ecological forest landscape restoration assessment framework: a review. *Discover Sustainability*, 5(1), 155.
- Lumapuy, E., Matinahoru, J. M., & Latumahina, F. (2024). Multi-Factor Evaluation of RHL Success in Neniari Village, Indonesia. *Indonesian Journal of Innovation Studies*, 25(3), 10–21070.
- Mathew, G., Jeyabaskaran, R., & Prema, D. (2010). *Mangrove ecosystems in India and their conservation*.
- Melvani, K., Moles, J., & Everett, Y. (2024). Watershed rehabilitation with forest gardens in Moneragala District, Sri Lanka. *Tropical Forest Issues*, 62, 166–176.
- Migliorelli, M. (2021). What do we mean by sustainable finance? Assessing existing frameworks and policy risks. *Sustainability*, 13(2), 975.
- Mudra, S. L., Jabin, S., Akhter, S. S., Saha, P. R., & Mim, S. A. (n.d.). *Sustainable Financing in Developing and Emerging Countries: A Bibliometric Analysis*.
- Paudel, P. K., Dhakal, S., & Sharma, S. (2024). Pathways of ecosystem-based disaster risk reduction: A global review of empirical evidence. *Science of The Total Environment*, 172721.
- Paudel, P. K., Parajuli, S., Bohara, M., Kibria, M. G., Abedin, M. A., & Sinha, R. (2024). Mainstreaming ecosystem-based approaches into disaster risk reduction policies: a comparative study of Nepal, India, and Bangladesh. *Policy Design and Practice*, 1–19.
- Qu, X., Li, X., Bardgett, R. D., Kuzyakov, Y., Revillini, D., Sonne, C., Xia, C., Ruan, H., Liu, Y., & Cao, F. (2024). Deforestation impacts soil biodiversity and ecosystem services worldwide. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(13), e2318475121.
- Ranjan, R. (2024). Creating synergies between payments for ecosystem services, green bonds, and catastrophe insurance markets for enhanced environmental resilience. *Land Use Policy*, 136, 106970.
- Rodríguez, E., Riama, N. F., Fitriany, A. A., Pilli-Sihvola, K., & Lilley, M. M. (2024). *Unlocking Indonesia's Resilience: A Good Practice of a Collaborative Journey to Strengthen BMKG Capacity for Weather and Climate Preparedness*. Copernicus Meetings.
- Rosalinda, H., Hadi, R., & Andini, A. N. (2024). The Ecofeminist Perspective on The Impact of Climate Change on Women's Health: Study Case of Coastal Women in Sendang Biru Hamlet, Indonesia. *Jurnal Ilmiah Hubungan Internasional*, 1(1), 32–46.
- Sousa Ota, L. (2018). *Reforestation and livelihoods: socioeconomic and financial outcomes of smallholder reforestation in the tropics*.
- Steckel, J. C., Jakob, M., Flachsland, C., Kornek, U., Lessmann, K., & Edenhofer, O. (2017). From climate finance toward sustainable development finance. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 8(1), e437.
- Tibbett, M. (2024). Post-mining ecosystem reconstruction. *Current Biology*, 34(9), R387–R393.

- Vashishth, T. K., Sharma, V., Sharma, K. K., Kumar, B., Chaudhary, S., & Panwar, R. (2024). AI and Data Analytics for Market Research and Competitive Intelligence. In *AI and Data Analytics Applications in Organizational Management* (pp. 155–180). IGI Global.
- Vicarelli, M., Sudmeier-Rieux, K., Alsadadi, A., Shrestha, A., Schütze, S., Kang, M., Leue, M., Wasielewski, D., & Mysiak, J. (2024). On the cost-effectiveness of Nature-based Solutions for reducing disaster risk. *Science of The Total Environment*, 174524.
- Wang, Y., Han, L., Sun, J., & Sun, Z. (2024). Financing the green transition: Mobilizing resources for efficient natural resource management. *Resources Policy*, 89, 104522.
- Werden, L. K., Zarges, S., Holl, K. D., Oliver, C. L., Oviedo-Brenes, F., Rosales, J. A., & Zahawi, R. A. (2022). Assisted restoration interventions drive functional recovery of tropical wet forest tree communities. *Frontiers in Forests and Global Change*, 5, 935011.
- Zhang, H., Henderson-Sellers, A., & McGuffie, K. (1996). Impacts of tropical deforestation. Part I: Process analysis of local climatic change. *Journal of Climate*, 9(7), 1497–1517.