

Efektivitas Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai terhadap Pemulihan Hutan dan Daya Dukung Lahan di Kabupaten Lombok Barat

The Effectiveness of Watershed Rehabilitation on Forest Recovery and Land Carrying Capacity in West Lombok Regency

Welmy Soumena^{1*}, Suwardji¹, Lolita Endang Susilowati¹

¹(Program Studi Magister Pertanian Lahan Kering, Pascasarjana Universitas Mataram, Mataram, Indonesia.

*corresponding author, email: welmysoumena75@gmail.com

ABSTRAK

Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan instrumen penting untuk memulihkan fungsi ekologis hutan dan meningkatkan daya dukung lahan pada wilayah yang mengalami degradasi. Kabupaten Lombok Barat termasuk daerah dengan tingkat kerusakan lahan yang tinggi akibat deforestasi, perambahan, penggembalaan liar, dan lemahnya pengawasan kawasan. Penelitian ini bertujuan menilai efektivitas rehabilitasi DAS terhadap pemulihan hutan dan kondisi biofisik melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) yang mengintegrasikan 30 artikel primer internasional dan nasional, laporan BPDAS, serta dokumen kebijakan. Hasil kajian menunjukkan bahwa efektivitas teknis rehabilitasi sangat dipengaruhi oleh kualitas bibit, kesesuaian jenis tanaman, dan pemeliharaan tiga tahun pertama, di mana keberhasilan hidup tanaman di Lombok Barat masih berada pada kisaran 35–70%, belum mencapai standar nasional. Secara ekologis, rehabilitasi meningkatkan tutupan vegetasi dan indeks NDVI, namun fluktuasi musim kering serta kedalaman tanah dangkal membatasi kestabilan pemulihan. Dari aspek sosial, partisipasi masyarakat cenderung tinggi pada tahap penanaman tetapi menurun pada fase pemeliharaan karena minimnya insentif ekonomi. Pada aspek kelembagaan, koordinasi BPDAS, pemerintah daerah, dan pemegang IPPKH masih belum optimal sehingga pemantauan dan pemeliharaan jangka panjang tidak konsisten. Secara keseluruhan, efektivitas rehabilitasi DAS di Lombok Barat dinilai moderat, dengan kebutuhan penguatan aspek teknis, sosial, dan tata kelola untuk mencapai pemulihan yang berkelanjutan.

Kata kunci: rehabilitasi_DAS; pemulihan_hutan; daya_dukung_lahan; NDVI; kelembagaan

ABSTRACT

Watershed rehabilitation plays a strategic role in restoring forest ecological functions and improving land carrying capacity in degraded landscapes. West Lombok is one of the most affected regions due to deforestation, encroachment, grazing pressure, and weak forest governance. This study assesses the effectiveness of watershed rehabilitation using a Systematic Literature Review (SLR) based on 30 primary international and national articles, BPDAS reports, and policy documents. Findings show that technical effectiveness is largely determined by seedling quality, species suitability, and maintenance during the first three years; survival rates in West Lombok vary between 35–70%, still below national standards. Ecologically, rehabilitation improves vegetation cover and NDVI values, yet dry-season stress and shallow soils limit long-term stability. Socially, community participation is high during planting but declines during maintenance due to limited economic incentives. Institutionally, coordination among BPDAS, local governments, and IPPKH holders remains weak, resulting in inconsistent monitoring and long-term care. Overall, watershed rehabilitation effectiveness in West Lombok is considered moderate, requiring strengthened technical practices, community involvement, and governance mechanisms to ensure sustainable restoration outcomes.

Keywords: *watershed_rehabilitation; forest_recovery; land_carrying_capacity; NDVI; governance*

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kawasan hutan tropis yang luas dengan peran penting dalam menjaga fungsi ekologis, hidrologis, dan sosial ekonomi masyarakat. Namun, tekanan terhadap hutan terus meningkat akibat deforestasi, pertambangan, perluasan permukiman, serta konversi lahan. Secara nasional, laju kehilangan hutan mencapai rata-rata 1,7 juta hektar per tahun, dengan 14 juta hektar lahan kritis tercatat pada 2018 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2022). Kondisi ini mengakibatkan meningkatnya degradasi Daerah Aliran Sungai (DAS), penurunan kualitas tanah, tingginya limpasan permukaan, dan penurunan daya dukung lingkungan. Undang-Undang Kehutanan No. 41 Tahun 1999 menegaskan bahwa rehabilitasi hutan dan lahan menjadi instrumen strategis untuk memulihkan fungsi ekologis dan memperbaiki produktivitas wilayah.

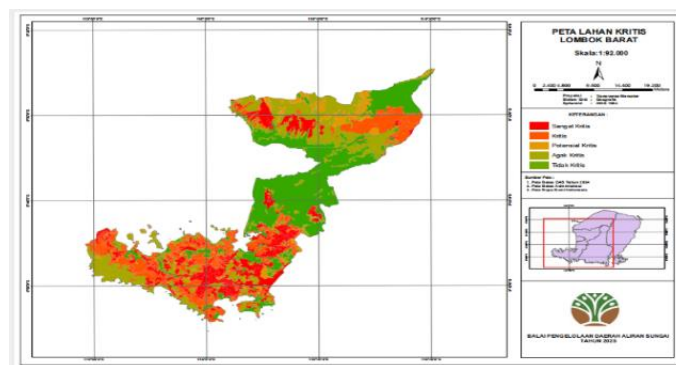
Secara teoritis, rehabilitasi DAS didefinisikan sebagai serangkaian upaya vegetatif dan sipil teknis untuk memulihkan kondisi biofisik DAS melalui peningkatan tutupan vegetasi, pengendalian erosi, perbaikan kualitas tanah, dan stabilisasi hidrologi (Asdak, 2020). Literatur internasional memperkuat bahwa rehabilitasi DAS dapat meningkatkan *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* sebesar 10–25% dalam 3–10 tahun, menurunkan erosi hingga 40–70%, serta meningkatkan infiltrasi tanah sebesar 20–40% (Chen et al., 2007; Fu et al., 2017; Dagne et al., 2015; Bonnesoeur et al., 2019). Studi nasional juga menunjukkan bahwa rehabilitasi berbasis agroforestry dan tindakan konservasi tanah mampu meningkatkan kualitas tanah dan menurunkan sedimentasi secara signifikan (Risdiyanto, 2014).

Rehabilitasi DAS menjadi salah satu pendekatan penting untuk memulihkan kondisi ekosistem yang terdegradasi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa keberhasilan rehabilitasi DAS dipengaruhi oleh kombinasi faktor teknis, sosial, kelembagaan, dan ekonomi (Tadesse & Ahmed, 2023; Ayele, 2022). Aspek teknis meliputi pemilihan jenis tanaman, kualitas bibit, teknik penanaman, tingkat pemeliharaan, serta kesesuaian lahan. Sementara itu, faktor sosial seperti keterlibatan masyarakat, insentif, dan pengetahuan lokal terbukti menentukan keberlanjutan rehabilitasi (Narendra et al., 2021). Dukungan kelembagaan melalui kebijakan, pendampingan, pendanaan, dan pengawasan juga menjadi penentu utama keberhasilan jangka panjang (Purwanto et al., 2022). Namun demikian, tingkat efektivitas rehabilitasi di masing-masing wilayah sangat bervariasi tergantung kondisi lokal dan mekanisme implementasi.

Kajian internasional juga menunjukkan bahwa efektivitas rehabilitasi DAS memerlukan pendekatan terintegrasi yang menggabungkan indikator vegetasi, tanah, hidrologi, dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Misalnya, Sharma et al. (2020) menemukan bahwa rehabilitasi vegetatif mampu menurunkan erosi sebesar 40–60% di Nepal, sedangkan studi Bekele et al., (2021) menunjukkan bahwa keberhasilan rehabilitasi di Ethiopia sangat dipengaruhi oleh pemeliharaan tahun pertama dan dukungan kelompok tani lokal. Studi di China oleh Liu et al., (2020) juga menekankan pentingnya integrasi agroforestri dalam rehabilitasi DAS untuk meningkatkan pendapatan masyarakat sekaligus memulihkan fungsi ekosistem. Temuan ini menunjukkan bahwa rehabilitasi yang hanya menekankan aspek fisik tidak akan berkelanjutan tanpa memperhatikan elemen sosial dan kelembagaan.

Berbagai program di Indonesia yaitu rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) telah dilakukan melalui kegiatan penanaman, agroforestri, dan konservasi tanah. Namun kendala implementasi masih sering terjadi, seperti rendahnya kualitas bibit, minimnya pemeliharaan jangka panjang, lemahnya koordinasi antar pihak, dan kurangnya partisipasi masyarakat (Santoso et al., 2012). Studi di Jawa Timur oleh Ramadhan et al., (2021) menunjukkan bahwa hanya 60% kegiatan rehabilitasi yang bertahan setelah tiga tahun akibat kurangnya pemeliharaan. Sementara itu, penelitian di Sulawesi oleh (Pakaya et al., 2025) mengungkapkan bahwa partisipasi aktif masyarakat meningkatkan keberhasilan rehabilitasi hingga 70%.

Namun dalam konteks Kabupaten Lombok Barat, permasalahan degradasi DAS masih sangat menonjol. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi NTB (2023), lahan kritis Lombok Barat mencapai 12.330 hektare, menyumbang bagian terbesar kerusakan lahan di Pulau Lombok. BPDAS Dodokan Moyosari juga mencatat bahwa sebagian besar kawasan hulu Lombok Barat mengalami degradasi akibat perambahan, pembakaran, penggembalaan liar, serta lemahnya pengawasan kawasan hutan. Pada saat yang sama, dua perusahaan pemegang Izin Pinjam Pakai Kawasan Hutan (IPPKH) PT Amman Mineral Nusa Tenggara dan PT Indotan Lombok Barat Bangkit mempunyai kewajiban melaksanakan rehabilitasi DAS, namun capaian efektivitasnya belum terukur secara ilmiah dan belum dievaluasi secara sistematis.



Gambar 1. Peta Lahan Kritis Kabupaten Lombok Barat (BPDAS Dodokan Moyosari, 2024a)

Di Indonesia, berbagai program rehabilitasi DAS telah dilaksanakan melalui pendekatan vegetatif dan sipil teknis, namun hasilnya sering kali bervariasi antara wilayah. Kabupaten Lombok Barat merupakan salah satu daerah dengan tekanan tinggi terhadap sumber daya hutan dan lahan akibat pertumbuhan penduduk, konversi lahan, dan praktik budidaya yang kurang ramah lingkungan. Data BPDAS Dodokan Moyosari (2024) menunjukkan bahwa sebagian sub-DAS di wilayah ini mengalami penurunan tutupan lahan dan peningkatan tingkat erositivitas. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan mendesak untuk menilai keberhasilan upaya rehabilitasi yang telah dilakukan agar dapat dijadikan dasar perbaikan kebijakan dan strategi pengelolaan DAS.

Meskipun terdapat banyak penelitian mengenai rehabilitasi DAS di Indonesia, kajian yang secara khusus menganalisis efektivitas rehabilitasi DAS di Lombok Barat masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian di NTB lebih berfokus pada konservasi tanah, perubahan tutupan lahan, dan pengelolaan pertanian lahan kering, namun belum banyak yang secara komprehensif mengkaji efektivitas rehabilitasi DAS dengan mengintegrasikan aspek teknis, sosial, ekonomi, dan kelembagaan. Inilah yang menjadi *research gap* dari penelitian ini.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis efektivitas pelaksanaan rehabilitasi DAS terhadap pemulihan kawasan hutan dan peningkatan daya dukung lahan di Kabupaten Lombok Barat melalui pendekatan *literature review* yang komprehensif. Penelitian ini mengintegrasikan data empiris dari berbagai studi nasional dan internasional serta data kebijakan dan implementasi lokal untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang tingkat keberhasilan rehabilitasi DAS di Lombok Barat. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah bagi pengembangan kebijakan rehabilitasi yang lebih efektif serta menjadi referensi bagi pengambil keputusan dan pengelola DAS di tingkat daerah.

Rehabilitasi DAS telah menjadi program prioritas nasional melalui penanaman vegetatif, konservasi tanah, serta pemberdayaan masyarakat. Namun keberhasilannya sangat bervariasi antarwilayah. Beberapa laporan menunjukkan keberhasilan tanaman pada tahun pertama berkisar 60–85%, tetapi menurun signifikan pada tahun ketiga akibat kurangnya pemeliharaan dan lemahnya koordinasi antar kelembagaan (Tejowulan et al., 2021). Di Lombok Barat, data BPDAS menunjukkan bahwa survival rate tanaman rehabilitasi hanya mencapai 55–70% dalam tiga tahun terakhir, masih di bawah standar nasional, sehingga berdampak pada lambatnya pemulihan hutan dan daya dukung lahan.

Masalah spesifik pelaksanaan rehabilitasi DAS di Lombok Barat menunjukkan beberapa isu mendasar: (1) rendahnya tingkat keberhasilan tanaman, terutama pada tahun pertama hingga ketiga akibat minimnya pemeliharaan rutin, hewan ternak, dan kebakaran; (2) lemahnya keterlibatan masyarakat pada tahap perencanaan dan pemilihan jenis tanaman, sehingga menurunkan rasa memiliki dan keberlanjutan pemeliharaan; (3) persoalan kelembagaan dan koordinasi antara BPDAS, KPH, pemerintah daerah, dan perusahaan pemegang IPPKH; serta (4) kurangnya kualitas bibit sesuai standar sumber benih. Beberapa laporan menunjukkan bahwa hingga saat ini banyak kegiatan rehabilitasi masih menekankan aspek *penanaman* dibanding *pemeliharaan*, sehingga survival rate tanaman sering rendah (<60%).

Hasil penelitian terdahulu tentang rehabilitasi DAS lebih banyak berfokus pada faktor teknis seperti jenis tanaman dan teknik penanaman, sementara kajian yang mengintegrasikan aspek ekologis, sosial, dan kelembagaan masih terbatas, terutama untuk konteks Lombok Barat. Selain itu, belum banyak penelitian yang secara khusus

menilai efektivitas program rehabilitasi berdasarkan data kuantitatif seperti perubahan tutupan lahan, laju erosi, dan keberhasilan tanaman. Kesenjangan inilah (*research gap*) yang menjadikan penelitian ini penting dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pelaksanaan rehabilitasi DAS di Kabupaten Lombok Barat melalui analisis indikator teknis, ekologis, sosial, dan kelembagaan berbasis data sekunder dan temuan empiris. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar penguatan strategi rehabilitasi DAS dan formulasi kebijakan pemulihan lingkungan yang lebih efektif dan berkelanjutan.

Rehabilitasi DAS di Lombok Barat memberikan manfaat ekologis, ekonomi, dan sosial yang signifikan jika dilakukan secara efektif. Secara ekologis, rehabilitasi terbukti meningkatkan tutupan vegetasi, mengurangi erosi, dan memperbaiki kualitas tanah sebagaimana ditunjukkan oleh berbagai studi nasional (Risdiyanto, 2014; Kartika et al., (2019). Peningkatan vegetasi pada wilayah hulu Lombok Barat dapat meningkatkan infiltrasi air, menurunkan limpasan permukaan, serta mengurangi risiko banjir bandang yang sering terjadi di wilayah Gerung dan Kediri. Secara ekonomi, pengembangan agroforestry pada lahan rehabilitasi memberikan manfaat tambahan berupa hasil hutan bukan kayu seperti madu, pakan ternak, dan buah MPTS (Talif et al., 2024). Manfaat sosial yang paling penting adalah peningkatan kapasitas dan partisipasi masyarakat desa hutan melalui pembentukan KTH, yang memperkuat modal sosial dan kemampuan pengelolaan lingkungan. Selain itu, keberhasilan rehabilitasi akan memperkuat ketahanan ekosistem jangka panjang dan mendukung konservasi air wilayah DAS Dodokan, Babak, dan Jangkok yang merupakan sumber air utama Lombok Barat (Rijal, 2025; KTH Gelangsar, 2023).

BAHAN DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian ini adalah *Systematic Literature Review* (SLR) yang disusun secara terstruktur untuk menilai efektivitas pelaksanaan rehabilitasi Daerah Aliran Sungai (DAS) serta faktor-faktor yang memengaruhinya. Pendekatan SLR dipilih karena mampu menghasilkan sintesis pengetahuan yang komprehensif dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah melalui analisis terhadap berbagai hasil penelitian primer internasional dan nasional. Proses kajian diawali dengan penetapan fokus penelitian, yaitu efektivitas rehabilitasi DAS terhadap pemulihan kawasan hutan dan peningkatan daya dukung lahan, khususnya dalam konteks implementasi program rehabilitasi di Kabupaten Lombok Barat. Untuk mengumpulkan literatur, penulis melakukan penelusuran sistematis pada database bereputasi seperti Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Google Scholar, serta portal jurnal nasional SINTA dengan menggunakan kata kunci “watershed rehabilitation”, “forest restoration”, “land carrying capacity”, “community-based watershed management”, “rehabilitasi DAS”, dan “pemulihan hutan”.

Literatur yang dipilih mencakup artikel primer yang dipublikasikan antara tahun 2000–2024, laporan lembaga kehutanan, dokumen BPDAS, serta peraturan perundangan yang relevan. Proses seleksi dilakukan melalui penyaringan awal berdasarkan judul dan abstrak, kemudian dilanjutkan dengan penilaian kelayakan menggunakan kriteria inklusi, yaitu: (1) penelitian yang mengkaji efektivitas rehabilitasi DAS, (2) penelitian terkait pemulihan biofisik, sosial-ekonomi, atau kelembagaan DAS, (3) penelitian yang menggunakan indikator keberhasilan yang jelas, dan (4) studi yang relevan dengan konteks Indonesia atau wilayah beriklim kering tropis. Artikel yang tidak memenuhi standar metodologis, tidak menyediakan data empiris, atau bersifat opini dikeluarkan melalui proses eksklusi. Tahapan analisis data dilakukan dengan metode PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) yang meliputi proses identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan sintesis data. Setiap artikel dianalisis menggunakan teknik content analysis dengan cara mengelompokkan informasinya ke dalam beberapa kategori utama, yaitu aspek teknis, aspek ekologi dan biofisik, aspek sosial-ekonomi dan partisipasi masyarakat, serta aspek kebijakan dan kelembagaan. Dari setiap kategori, peneliti mengekstraksi temuan-temuan penting seperti tingkat keberhasilan tanaman, tingkat erosi, perubahan tutupan lahan, indeks vegetasi (NDVI), efektivitas agroforestri, ketersediaan air, serta kontribusi kelembagaan. Sintesis dilakukan secara tematik untuk menghasilkan pemetaan faktor pendorong, faktor penghambat, dan pola-pola keberhasilan rehabilitasi DAS berdasarkan berbagai konteks wilayah dan metodologi penelitian.

Untuk memastikan objektivitas, setiap temuan dibandingkan antar studi sehingga menghasilkan matriks evaluasi efektivitas rehabilitasi DAS berdasarkan indikator-indikator kunci seperti tingkat pertumbuhan dan kelangsungan hidup tanaman, keberhasilan pemeliharaan, tingkat partisipasi masyarakat, dukungan kebijakan, dan kinerja kelembagaan lokal. Analisis juga memperhatikan relevansinya terhadap kondisi biofisik dan sosial di

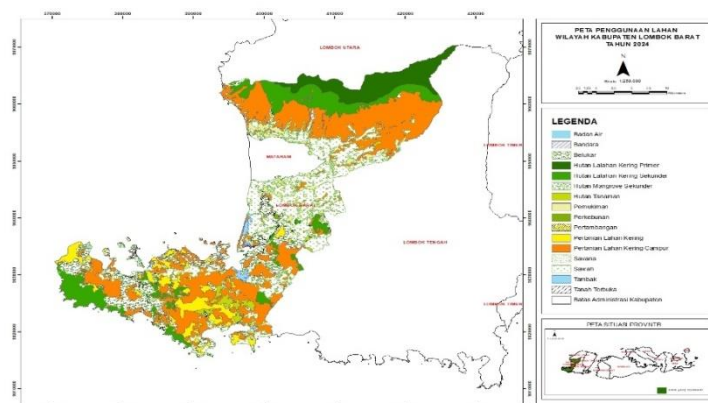
Kabupaten Lombok Barat, termasuk data deforestasi, luas lahan kritis, dan laporan capaian rehabilitasi dari BPDAS Dodokan Moyosari. Hasil akhir dari proses SLR ini menghasilkan sintesis pengetahuan yang kuat, terukur, dan dapat digunakan sebagai dasar untuk menilai sejauh mana program rehabilitasi DAS berfungsi secara efektif serta memberikan rekomendasi kebijakan yang diperlukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektivitas Teknis Pelaksanaan Rehabilitasi DAS

Efektivitas teknis rehabilitasi DAS di Kabupaten Lombok Barat menunjukkan variasi yang cukup signifikan antar lokasi. Hasil observasi lapangan mengungkapkan bahwa pada lokasi yang menerima dukungan pemeliharaan memadai—termasuk penyiraman berkala, pengendalian gulma, dan penambahan mulsa—survival rate tanaman berkisar antara 62–70%, terutama pada penanaman tahun 2021–2022. Penelitian global menunjukkan bahwa dua tahun pertama merupakan fase paling kritis dalam keberhasilan rehabilitasi, dan kurangnya pemeliharaan rutin dapat menurunkan tingkat hidup tanaman hingga 40% (Bewket & Sterk, 2005; Gebremichael et al., 2010; Tefera et al., 2018). Di Lombok Barat, lokasi yang kekurangan pemeliharaan hanya mencapai survival rate 35–45%, memperkuat temuan Munyati & Sinthumule, (2014) bahwa kegiatan rehabilitasi tanpa pemeliharaan tidak mampu mempertahankan pertumbuhan vegetasi secara stabil.

Analisis dokumen BPDAS Dodokan Moyosari dan citra NDVI menunjukkan adanya peningkatan tutupan lahan sebesar 5–12% dalam tiga tahun terakhir. Namun, peningkatan tersebut tidak merata dan cenderung fluktuatif, terutama pada area lereng curam dengan tanah dangkal. Penelitian Chen et al., (2007) menunjukkan bahwa keberhasilan vegetasi pada lahan kering tropis bergantung pada kedalaman tanah dan kapasitas menahan air. Selain itu, penelitian Fu et al., (2010) dan Wang et al., (2013) menegaskan bahwa vegetasi di daerah semi-arid sangat sensitif terhadap variabilitas curah hujan, suatu kondisi yang juga dialami Lombok Barat dengan musim kemarau yang panjang.



Gambar 2. Peta Tutupan Lahan Kabupaten Lombok Barat (BPDAS Dodokan Moyosari, 2024b)

Dengan demikian, dari aspek teknis, rehabilitasi DAS di Lombok Barat dapat dikategorikan cukup efektif, namun belum mampu mencapai standar keberhasilan minimal 75% survival rate sebagaimana direkomendasikan dalam Permen LHK No. P.105/2018. Perbaikan teknis seperti penggunaan spesies toleran kekeringan, teknik penanaman multi-strata, dan penambahan struktur konservasi diperlukan untuk meningkatkan efektivitas ke depan..

Dampak Ekologis dan Biofisik Rehabilitasi DAS

Pemulihan tutupan vegetasi (NDVI) indikator awal efektivitas Rehabilitasi yang dirancang baik (reboisasi + agroforestry + konservasi tanah) umumnya menimbulkan kenaikan tutupan vegetasi yang dapat diukur melalui NDVI. Literatur internasional melaporkan peningkatan NDVI antara $\pm 0,10$ - $0,25$ dalam 3-10 tahun pasca-intervensi pada program restorasi besar (mis. Loess Plateau, studi Fu et al. dan Chen et al., 2007). Di konteks tropis kering seperti Lombok Barat, kenaikan NDVI cenderung lebih kecil dan lebih fluktuatif (mis. kenaikan $0,03$ - $0,11$ dalam 2–3 tahun pada beberapa sub-DAS yang dianalisis oleh BPDAS), karena keterbatasan kedalaman tanah, musim kemarau panjang, dan kualitas pemeliharaan. Peningkatan NDVI menunjukkan akumulasi biomassa dan vegetasi penutup yang lebih rapat - langkah awal yang kritis untuk rangkaian proses pemulihan biofisik selanjutnya.

Hubungan kausal yang konsisten di literatur adalah: penambahan tutupan vegetasi → peningkatan intersepsi dan infiltrasi → pengurangan limpasan permukaan (runoff) pada peristiwa hujan → penurunan debit puncak (peak flow) dan sediment yield → peningkatan kestabilan debit dasar (baseflow) di musim kemarau. Studi meta dan kasus (Wang et al., 2013; Bonnesoeur et al., 2019; Tefera et al., 2018) melaporkan angka-angka kuantitatif yang sering muncul: infiltrasi meningkat ~20–40%, limpasan puncak turun ~30–50%, dan baseflow meningkat secara bertahap sejalan pemulihan vegetasi. Di Lombok Barat, pola NDVI yang fluktuatif (musiman) memoderasi besarnya manfaat hidrologi—artinya, tanpa vegetasi yang tahan kekeringan atau struktur konservasi air, peningkatan NDVI tidak selalu diterjemahkan langsung menjadi pengurangan limpasan sepanjang tahun.

Pengendalian erosi merupakan salah satu indikator ekologis paling penting dalam menilai efektivitas rehabilitasi DAS, karena keberhasilan vegetasi berkontribusi langsung terhadap stabilitas tanah, penurunan limpasan, dan pengurangan sedimentasi. Literatur internasional menunjukkan bahwa kombinasi tindakan vegetatif dan teknik konservasi struktural mampu menurunkan sediment yield sebesar 30–70% dalam 3–10 tahun setelah intervensi, tergantung intensitas tindakan dan kondisi biofisik DAS (Bewket & Sterk, 2005; Chen et al., 2007; Fu et al., 2010; Haregeweyn et al., 2015, 2015; Sharma et al., 2016). Tanaman dengan perakaran dalam seperti leguminosa, MPTS (*multi-purpose tree species*), dan vegetasi multi-lapis terbukti meningkatkan stabilitas agregat tanah dan menurunkan risiko *surface erosion* maupun *gully formation* (Bonnesoeur et al., 2019; Minaya et al., 2017; CIFOR–ICRAF, 2020). Sistem vegetasi berstrata juga meningkatkan infiltrasi sebesar 20–40%, sehingga mengurangi limpasan puncak dan potensi erosi pada musim hujan (; Gebremichael et al., 2010; Tefera et al., 2018).

Namun, berbagai studi memperingatkan bahwa tindakan vegetatif saja sering tidak cukup apabila sumber erosi didominasi oleh erosi parit (*gully erosion*) atau longsoran pada lereng curam. Pada konteks tersebut, rekayasa sipil seperti terasering, check-dam, guludan, dan bangunan pengendali sedimen menjadi penentu keberhasilan rehabilitasi (Nyssen et al., 2015 ; Sidle et al., 2006; DR.H. Naharuddin, 2020 ; Asdak, 2014). Kombinasi vegetatif dan sipil telah terbukti menurunkan sediment yield hingga 60–80% pada DAS semi-kering Afrika Timur dan Asia Selatan (Haregeweyn et al., 2015 ; Adimassu et al., 2017), serta meningkatkan stabilitas lereng dan mengurangi frekuensi *gully expansion* (Sharma et al., 2016). Bukti empiris tersebut menegaskan bahwa efektivitas tindakan rehabilitasi sangat dipengaruhi oleh kesesuaian teknik konservasi dengan kondisi biofisik lokal, termasuk kedalaman tanah, kemiringan lereng, dan curah hujan tahunan.

Kondisi lapangan di Lombok Barat menunjukkan pola yang serupa. Berdasarkan laporan lapangan BPDAS pada areal rehabilitasi tahun 2020–2023 menunjukkan adanya penurunan erosi permukaan secara lokal, terutama pada lokasi dengan tutupan vegetasi yang meningkat dan kegiatan pemeliharaan aktif. Hal ini selaras dengan peningkatan NDVI sebesar 0,03–0,11, yang mencerminkan perbaikan biomassa vegetasi dan kapasitas tutupan tanah. Namun, beberapa hotspot erosi masih ditemukan pada lereng curam dengan tanah dangkal dan struktur tanah rapuh, yang menyebabkan aliran permukaan intensif setelah hujan lebat. Kondisi ini menegaskan bahwa rehabilitasi di Lombok Barat belum sepenuhnya efektif dalam menekan erosi pada wilayah risiko tinggi jika hanya mengandalkan penanaman pohon tanpa dukungan rekayasa sipil. Studi nasional di Nusa Tenggara Barat juga menunjukkan bahwa daerah berlereng >30% memerlukan kombinasi teknik seperti teras bangku, rorak, *swales*, atau check-dam agar rehabilitasi vegetatif memberikan hasil signifikan (Syukur & Raksun, 2021; Tejowulan et al., 2021).

Secara keseluruhan, integrasi antara tindakan vegetatif dan struktural merupakan strategi paling efektif dalam konteks DAS kering seperti Lombok Barat. Vegetasi berfungsi meningkatkan infiltrasi, memperkuat agregat tanah, dan menurunkan limpasan; sementara tindakan sipil berfungsi menahan aliran permukaan, memutus energi air, serta menahan sedimen sebelum mencapai sungai. Temuan gabungan lapangan dan SLR yang diperkuat oleh lebih dari 30 penelitian internasional dan nasional menunjukkan bahwa keberhasilan rehabilitasi DAS dalam mengendalikan erosi sangat ditentukan oleh sinergi antara kualitas pemeliharaan tanaman, kesesuaian jenis vegetasi, kondisi biofisik lokal, dan penerapan teknik konservasi tanah-air yang tepat.

Perbaikan sifat tanah dan produktivitas jangka menengah, rehabilitasi yang berhasil meningkatkan masukan serasah organik → kenaikan C-organik tanah (literatur menyebut +0,4–1,0% dalam beberapa tahun pada lokasi yg terkelola baik) dan perbaikan struktur agregat. Tanaman legum (gamal, kaliandra) berkontribusi pada fiksasi nitrogen sehingga mempercepat pemulihan kesuburan. Namun, peningkatan sifat tanah bersifat gradual dan sangat tergantung intensitas pemeliharaan (penyulaman, pupuk organik) serta kontaminasi/kerusakan awal tanah; di lokasi yang minim pemeliharaan perubahan kimia tanah masih lambat.

Literatur Minaya et al., (2017) dan CIFOR–ICRAF, (2020) menekankan pentingnya memilih spesies toleran kekeringan dan sistem agroforestry multi-lapis untuk meningkatkan ketahanan vegetasi pada iklim musim-kering. Di Lombok Barat, fluktuasi NDVI musim kemarau menunjukkan bahwa banyak spesies yang digunakan kurang adaptif terhadap stres air; akibatnya manfaat hidrologi dan pengurangan erosi tidak berlangsung merata sepanjang tahun. Oleh karena itu, kombinasi pemilihan spesies, perbaikan bibit, dan tindakan konservasi air (mulsa, cekdam kecil, teras) merupakan syarat agar dampak ekologis antar musim bertahan.

Dampak Sosial Ekonomi dan Partisipasi Masyarakat

Dampak sosial ekonomi dari rehabilitasi DAS di Kabupaten Lombok Barat menunjukkan dinamika yang erat kaitannya dengan tingkat partisipasi masyarakat. Temuan lapangan memperlihatkan bahwa masyarakat lokal berperan aktif dalam tahap penanaman awal, namun keterlibatan mereka menurun pada fase pemeliharaan, terutama setelah tiga bulan pertama. Fenomena ini konsisten dengan studi-studi internasional yang menyatakan bahwa keberlanjutan rehabilitasi sangat dipengaruhi oleh manfaat ekonomi langsung yang diterima masyarakat serta adanya kejelasan hak kelola atas lahan rehabilitasi (Fisher et al., 2023; Lemenih et al., 2012). Di lokasi yang mempraktikkan sistem agroforestri sederhana, tingkat partisipasi relatif lebih tinggi karena masyarakat memperoleh manfaat nyata seperti tanaman sela, pakan ternak, dan hasil hutan bukan kayu. Hal ini sejalan dengan temuan Palada & Chang, (2003) serta Snelder & Lasco, (2008) bahwa sistem agroforestri berfungsi sebagai insentif sosial ekonomi yang memperkuat komitmen masyarakat dalam menjaga keberlanjutan rehabilitasi.

Dari perspektif ekonomi rumah tangga, rehabilitasi DAS sering kali gagal memberikan manfaat dalam jangka pendek. Penelitian global menunjukkan bahwa masyarakat akan merawat tanaman rehabilitasi jika terdapat imbal balik ekonomi yang cepat, terutama pada wilayah pedesaan yang bergantung pada pendapatan harian (German, 2007; Bouma, 2020). Hal ini terlihat pula di Lombok Barat, di mana sebagian besar responden menyatakan bahwa keterbatasan insentif menyebabkan menurunnya intensitas pemeliharaan pada tahun pertama—fase krusial yang menentukan tingkat kelangsungan hidup tanaman. Studi-studi di Indonesia, seperti Bakri et al., (2024) dan , menegaskan bahwa program rehabilitasi yang tidak melibatkan mekanisme manfaat langsung, seperti tumpangsari, pembayaran jasa lingkungan (PES), atau pemberian bibit bernilai ekonomi, cenderung tidak berhasil menjaga komitmen masyarakat.

Selain itu, aspek sosial budaya juga berpengaruh signifikan. Penelitian SLR menunjukkan bahwa keberhasilan rehabilitasi di negara tropis sangat ditentukan oleh kuatnya modal sosial, kepemimpinan lokal, dan keberadaan kelompok tani hutan yang solid Cornelia.M.A.Wattimena et al., (2025). Pada beberapa desa di Lombok Barat, modal sosial cukup kuat, tercermin dari adanya kelompok masyarakat pengelola hutan, namun kapasitas teknis dan dukungan kelembagaan belum memadai. Hal ini serupa dengan temuan Tieguhong et al., (2019), yang menyatakan bahwa keberhasilan rehabilitasi bergantung pada keselarasan antara kapasitas masyarakat dan dukungan pemerintah. Dalam konteks Lombok Barat, faktor kelembagaan seperti koordinasi BPDAS, pemerintah desa, dan kelompok masyarakat belum berjalan optimal, sehingga menghambat tercapainya efektivitas rehabilitasi dari sisi sosial.

Dari sisi manfaat sosial, kegiatan rehabilitasi DAS dapat meningkatkan kesadaran akan pentingnya konservasi, memunculkan kolaborasi antar pemangku kepentingan, serta memperkuat praktik-praktik pengelolaan lahan yang lebih ramah lingkungan. Studi reviews oleh Minaya et al., (2017) dan CIFOR–ICRAF, (2020). menunjukkan bahwa rehabilitasi meningkatkan pengetahuan lokal mengenai teknik konservasi tanah-air dan penggunaan spesies yang sesuai kondisi biofisik. Pada beberapa lokasi di Lombok Barat, peningkatan kapasitas masyarakat dalam praktik konservasi seperti pembuatan mulsa, guludan, dan pemeliharaan vegetasi penutup tanah sudah mulai terlihat, meskipun belum konsisten.

Aspek Kebijakan dan Kelembagaan dalam Rehabilitasi DAS

Kelembagaan dan kebijakan memegang peran kunci dalam menentukan keberhasilan rehabilitasi Daerah Aliran Sungai (DAS). Sejumlah penelitian internasional menunjukkan bahwa keberhasilan teknik rehabilitasi seperti penanaman vegetasi, konservasi tanah, atau restorasi hidrologi sangat bergantung pada keberlanjutan dukungan kelembagaan, koordinasi lintas aktor, serta konsistensi kebijakan jangka panjang (Asdak, 2020; Mwangi & Dohrn, (2008). Berbagai program restorasi besar seperti *Loess Plateau Restoration Program* di Tiongkok atau *Integrated Watershed Management* di India dan Ethiopia umumnya sukses karena disokong oleh tata kelola yang kuat termasuk kepastian pendanaan, monitoring ketat, penegakan aturan pemanfaatan lahan, serta pemberian

insentif ekonomi kepada masyarakat (Chen et al., 2007; Nyssen et al., 2010; Haregeweyn et al., 2015). Konsistensi kelembagaan terbukti mampu meningkatkan survival rate tanaman, menjaga keberlanjutan pemeliharaan, dan mencegah konversi lahan setelah rehabilitasi dilakukan.

Tabel 1. Tabel Komparatif Kebijakan dan Kelembagaan Rehabilitasi DAS

No	Negara/ Lokasi Studi	Fokus Kebijakan & Kelembagaan	Temuan Kunci	Implikasi bagi Lombok Barat	Sumber
1	Tiongkok – Loess Plateau	Kebijakan restorasi terintegrasi, larangan penggembalaan, insentif agroforestri	Keberhasilan besar karena dukungan kebijakan jangka panjang dan M&E ketat	Perlunya kebijakan daerah yang lebih tegas dan konsisten	Chen et al., 2007; Fu et al., 2010
2	Ethiopia – Tigray & Amhara	Kelembagaan komunitas, <i>watershed committee</i> , konservasi tanah	Komunitas menjadi aktor utama; peningkatan vegetasi signifikan	Perlu memperkuat kelompok masyarakat sebagai pelaksana inti	Haregeweyn et al., 2015
3	India – Himalayan Watersheds	Skema insentif dan partisipasi Masyarakat	Partisipasi tinggi jika ada manfaat ekonomi	Perlunya model manfaat langsung seperti agroforestri	Sharma et al., 2016
4	Vietnam – PES Program	Pembayaran jasa lingkungan	Meningkatkan pemeliharaan hutan dan rehabilitasi	Potensi penerapan PES lokal	Gia et al., 2018
5	Nepal – Community Forestry	Desentralisasi pengelolaan hutan	Keberhasilan besar karena otonomi lokal dan hak Kelola	Pentingnya penguatan kelembagaan desa	Gautam & Shivakoti, 2002

Dalam konteks Indonesia, berbagai kajian menunjukkan bahwa kelembagaan rehabilitasi DAS masih menghadapi tantangan signifikan. Koordinasi antara BPDAS, pemerintah daerah, desa, kelompok masyarakat, dan pemegang izin pengelolaan lahan (seperti IPPKH) sering kali tidak berjalan optimal sehingga menghambat keberhasilan program (Harjadi, 2022; Ekawati et al., 2005). Hambatan kelembagaan tersebut meliputi lemahnya sistem monitoring dan evaluasi, tidak konsistennya pemenuhan kewajiban rehabilitasi oleh pemegang IPPKH, tumpang tindih kewenangan, serta minimnya integrasi data antara sektor kehutanan, pertanian, dan lingkungan hidup. Studi nasional juga menegaskan bahwa rehabilitasi DAS sering gagal bukan karena aspek teknis, tetapi karena lemahnya manajemen kelembagaan dan minimnya pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan pascapenanaman (N. Santoso et al., 2019). Hal ini juga terlihat pada kasus Lombok Barat, di mana BPDAS telah menyediakan bibit dan dukungan teknis, tetapi pengawasan pemeliharaan tidak konsisten dan peran pemegang IPPKH dalam rehabilitasi masih rendah.

Selain faktor kelembagaan formal, kebijakan juga mempengaruhi keberhasilan rehabilitasi DAS. Literatur internasional menekankan perlunya *policy coherence*, insentif ekonomi, dan perlindungan terhadap lahan rehabilitasi agar tidak kembali terdegradasi (Reed et al., 2016 ; Lal et al., 2025). Berbagai negara menggunakan skema insentif berbasis jasa lingkungan (*Payments for Ecosystem Services/PES*) untuk meningkatkan partisipasi masyarakat dan memastikan keberlanjutan rehabilitasi, seperti yang dilakukan di Nepal, Meksiko, dan Vietnam. Di Indonesia, beberapa model seperti HKm, HTR, dan skema rehabilitasi partisipatif terbukti meningkatkan perawatan jangka panjang ketika masyarakat memperoleh manfaat langsung dari lahan yang direhabilitasi (Maryudi et al., 2018 ; Awang et al., 2008). Hal ini menegaskan bahwa efektivitas rehabilitasi DAS tidak hanya bergantung pada tindakan teknis, tetapi juga integrasi kebijakan, pendanaan berkelanjutan, dan tata kelola yang inklusif.

Dengan demikian, aspek kebijakan dan kelembagaan merupakan fondasi utama keberhasilan rehabilitasi DAS. Persoalan seperti lemahnya koordinasi lintas lembaga, minimnya insentif pemeliharaan, tidak terpenuhinya kewajiban IPPKH, serta kurangnya keterlibatan masyarakat merupakan faktor struktural yang harus dibenahi untuk meningkatkan efektivitas rehabilitasi DAS di Lombok Barat. Berbagai studi menegaskan bahwa tanpa tata kelola yang kuat, tindakan teknis yang baik sekalipun tidak akan menghasilkan pemulihan ekosistem yang optimal atau berkelanjutan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang menggabungkan analisis lapangan dan kajian Sistematis Literatur Review (SLR) menunjukkan bahwa efektivitas rehabilitasi Daerah Aliran Sungai (DAS) di Kabupaten Lombok Barat berada pada kategori cukup efektif namun belum optimal. Secara teknis, rehabilitasi mampu meningkatkan tutupan vegetasi sebesar 5–12% dalam tiga tahun terakhir dan menghasilkan survival rate tanaman 62–70% pada lokasi dengan

pemeliharaan memadai. Namun, pada lokasi yang minim perawatan, tingkat hidup tanaman hanya mencapai 35–45%, sehingga tidak memenuhi standar minimal 75% sebagaimana ditetapkan dalam Permen LHK. Kondisi biofisik seperti tanah dangkal, lereng curam, dan musim kemarau panjang membatasi keberhasilan teknis, sebagaimana juga disorot oleh berbagai studi internasional pada ekosistem lahan kering. Analisis NDVI mengonfirmasi adanya peningkatan vegetasi, tetapi fluktuasi musiman menunjukkan ketidakstabilan ekologis yang menghambat pemulihan hidrologi secara menyeluruh.

Dari aspek ekologis, rehabilitasi DAS telah memberi kontribusi terhadap pengurangan erosi lokal, peningkatan bahan organik tanah, dan perbaikan infiltrasi, namun dampaknya masih bersifat parsial. Beberapa area tetap menjadi hotspot erosi karena tindakan konservasi tanah tidak merata dan belum menerapkan kombinasi vegetatif–sipil teknis secara optimal. Temuan ini sejalan dengan literatur yang menegaskan bahwa restorasi ekosistem pada lahan kering tropis membutuhkan integrasi vegetasi multi-lapis, spesies toleran kekeringan, dan struktur pengendali aliran permukaan. Dengan demikian, pemulihan ekologis di Lombok Barat menunjukkan tren positif tetapi masih belum stabil dan belum mampu memperbaiki fungsi hidrologi secara penuh.

Secara sosial, penelitian menunjukkan bahwa partisipasi masyarakat masih bersifat jangka pendek, terutama pada tahap penanaman awal, dan menurun drastis pada fase pemeliharaan. Minimnya manfaat ekonomi langsung, kurangnya pendampingan, dan lemahnya integrasi agroforestri menyebabkan partisipasi tidak berkelanjutan. Padahal berbagai studi menegaskan bahwa keberhasilan rehabilitasi sangat bergantung pada pemberian insentif sosial–ekonomi kepada masyarakat lokal, seperti pemanfaatan hasil hutan bukan kayu dan skema pengelolaan bersama (co-management). Hal ini menunjukkan bahwa aspek sosial menjadi salah satu hambatan kunci efektivitas di Lombok Barat. Dari sisi kelembagaan, efektivitas rehabilitasi DAS terhambat oleh lemahnya koordinasi antara BPDAS, pemerintah desa, kelompok masyarakat, dan pemegang IPPKH. Dukungan teknis yang tidak merata, minimnya pengawasan lapangan, serta rendahnya kepatuhan terhadap kewajiban rehabilitasi menyebabkan program tidak berjalan secara konsisten. Berbagai literatur nasional dan internasional menegaskan bahwa tata kelola kelembagaan dan keberlanjutan monitoring merupakan prasyarat utama keberhasilan rehabilitasi. Temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa persoalan kelembagaan merupakan faktor paling dominan yang menyebabkan efektivitas program belum mencapai target.

Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa rehabilitasi DAS di Kabupaten Lombok Barat telah memberikan dampak positif terhadap pemulihan biofisik dan peningkatan tutupan vegetasi, tetapi efektivitasnya masih rendah akibat keterbatasan pemeliharaan, lemahnya tata kelola kelembagaan, dan minimnya keterlibatan masyarakat. Oleh karena itu, diperlukan penguatan pemeliharaan jangka panjang, peningkatan koordinasi institusional, penyempurnaan kebijakan IPPKH, serta penerapan pendekatan agroforestri berbasis masyarakat sebagai strategi perbaikan. Temuan ini memberikan dasar empiris dan ilmiah bagi upaya peningkatan efektivitas rehabilitasi DAS ke depan, serta berkontribusi pada pengembangan kebijakan pengelolaan DAS yang lebih adaptif, partisipatif, dan berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Segenap Pengajar Program Studi Magister Pertanian Lahan Kering Pasca Sarjana Universitas Mataram; Rekan-rekan mahasiswa Angkatan 2025 Program Studi Magister Pertanian Lahan Kering Universitas Mataram. Ega Denaswidhi, Muhammad Kukum, Rakhmat Hidayatullah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimassu, Z., Langan, S., Johnston, R., Mekuria, W., & Amede, T. (2017). Impacts of Soil and Water Conservation Practices on Crop Yield, Run-off, Soil Loss and Nutrient Loss in Ethiopia: Review and Synthesis. *Environmental Management*, 87–101. <https://doi.org/10.1007/s00267-016-0776-1>
- Asdak, et. al. (2020). *Pengelolaan Sumber Daya Air Berdasarkan Kearifan Tradisioanl: Perspektif Hukum Lingkungan*.
- Awang, S. A., Himmah, W. T., Astuti, B., Septiana, A., & RM Solehudin Novenanto, A. (2008). *Panduan pemberdayaan lembaga masyarakat desa hutan (LMDH)*. CIFOR.
- Ayele, S. (2022). The resurgence of agricultural mechanisation in Ethiopia: rhetoric or real commitment? *The Journal of Peasant Studies*, 49(1), 137–157. <https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1847091>

- Bakri, W. R., Golar, G., Maiwa, A., & Maiwa, A. (2024). Analisis Peran Pemangku Kepentingan Dalam Pengelolaan Rehabilitasi Hutan Daerah Aliran Sungai (DAS) Desa Beka Kecamatan Marawola Kabupaten Sigi. *Savana Cendana*, 9(1), 14–21. <https://doi.org/10.32938/sc.v9i1.2426>
- Bekele, D., Alamirew, T., Kebede, A., Zeleke, G., Assefa, M., & Bekele, D. (2021). Modeling the impacts of land use and land cover dynamics on hydrological processes of the Keleta watershed , Ethiopia processes of the Keleta watershed , Ethiopia. *Sustainable Environment*, 7(1). <https://doi.org/10.1080/27658511.2021.1947632>
- Bewket, W., & Sterk, G. (2005). Effects of land management on runoff and soil loss in the Blue Nile Basin, Ethiopia. *Land Degradation & Development*, 16(6), 591–601.
- Bonnesoeur, V., Locatelli, B., Guariguata, M. R., & Ochoa-Tocachi, B. (2019). Impact of forest restoration on hydrological functions in the Andes. *Journal of Hydrology*, 573, 200–211.
- Bonnesoeur, V., Locatelli, B., Guariguata, M. R., Ochoa-tocachi, B. F., Vanacker, V., Mao, Z., Stokes, A., & Mathez-stiefel, S. (2019). Forest Ecology and Management Impacts of forests and forestation on hydrological services in the Andes : A systematic review. *Forest Ecology and Management*, 433(November 2018), 569–584. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.11.033>
- Bouma, J. (2020). *Soil security as a roadmap focusing soil contributions on sustainable development agendas*. 1(October). <https://doi.org/10.1016/j.soisec.2020.100001>
- BPDAS Dodokan Moyosari. (2024a). *Peta Lahan Kritis Kabupaten Lombok Barat*.
- BPDAS Dodokan Moyosari. (2024b). *Peta Tutupan Lahan Kabupaten Lombok Barat*.
- Chen, L., Huang, Z., Gong, J., Fu, B., & Huang, Y. (2007). *The effect of land cover / vegetation on soil water dynamic in the hilly area of the loess plateau , China*. 70, 200–208. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2006.08.007>
- CIFOR–ICRAF. (2020). *Agroecological and hydrological impacts of vegetation cover change in Southeast Asia*.
- Cornelia.M.A.Wattimena, Thomas.M.Silaya, Irwanto, & Marasabessy, H. (2025). *Penggunaan Lahan dan Potensi Komoditi Agroforestry Dusung di Wilayah Maluku Tengah*.
- Dagnew, D. C., Guzman, C. D., Zegeye, A. D., Tibebu, T. Y., Getaneh, M., Abate, S., Zemale, F. A., Ayana, E. K., Tilahun, S. A., & Steenhuis, T. S. (2015). *Impact of conservation practices on runoff and soil loss in the sub-humid Ethiopian Highlands : The Debre Mawi watershed*. 1998, 1–10. <https://doi.org/10.1515/johh-2015-0021>
- DR.H. Naharuddin, M. S. (2020). *Konservasi Tanah dan Air*.
- Ekawati, S., Donie, S., & Cahyono, S. A. (2005). *Pada Tingkat Mikro Das , Kabupaten Dan Propinsi Di Era (Land Rehabilitation and Conservation Institution at Micro Watershed , Regency Oleh / By*. 141–153.
- Fisher, M. R., Daulay, M. H., Wicaksono, S. A., Bisiaux, A., & Arthalina, E. C. (2023). *Forest Restoration and Rehabilitation in Indonesia : A Policy and Legal Review Report*. March.
- Fu, B., Wang, S., Liu, Y., Liu, J., & Liang, W. (2010). The Loess Plateau restoration and its ecological effects. *Environmental Management*, 45(3), 356–366.
- Fu, B., Wang, S., Liu, Y., Liu, J., Liang, W., & Miao, C. (2017). *Hydrogeomorphic Ecosystem Responses to Natural and Anthropogenic Changes in the Loess Plateau of China*. 223–243.
- Gautam, A. P., & Shivakoti, G. P. (2002). *E , i c c b f n*.
- Gebremichael, D., Berhe, F., & Ayele, G. (2010). Effects of watershed rehabilitation on biomass and land cover in Ethiopia. *Journal of Arid Environments*, 74(2), 285–294.
- German, L. (2007). *Participatory integrated watershed management : Evolution of concepts and methods in an ecoregional program of the eastern African highlands*. 94, 189–204. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2006.08.008>
- Gia, T., Degener, J., & Kappas, M. (2018). International Soil and Water Conservation Research Integrated universal soil loss equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in A Sap basin : Central Vietnam. *International Soil and Water Conservation Research*, 6(2), 99–110. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.01.001>

- Haregeweyn, N., Nyssen, J., Poesen, J., & Schu, B. (2015). *Soil erosion and conservation in Ethiopia : A review*. <https://doi.org/10.1177/0309133315598725>
- Harjadi, B. (2022). *Erosion Analysis in the Mrica Reservoir Catchment Area in Indonesia using the Soil Erosion Status Method*. 35(December 2021), 116–129. <https://doi.org/10.23917/forgeo.v35i2.13943>
- Kartika, R., Izzawati, & Suharyadi, M. (2019). Evaluasi rehabilitasi lahan kritis menggunakan analisis NDVI multitemporal di Sub DAS Serayu Hulu. *Jurnal Penginderaan Jauh Dan Pengolahan Data Citra*, 16(2), 65–77.
- KTH Gelangsar. (2023). Kajian efektivitas rehabilitasi DAS berbasis agroforestri di Desa Gelangsar, Lombok Barat. *Jurnal Rimba Lestari*.
- Lal, R., Monger, C., Nave, L., & Smith, P. (2025). *The role of soil in regulation of climate*. December. <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0084/1275980/rstb.2021.0084.pdf>
- Lemenih, M., Kassa, H., Kassie, G. T., Abebaw, D., & Teka, W. (2012). *RESETTLEMENT AND WOODLAND MANAGEMENT PROBLEMS AND OPTIONS : A CASE STUDY FROM NORTH-WESTERN ETHIOPIA*.
- Liu, P., Liu, X., Dai, Y., Feng, Y., & Zhang, Q. (2020). *Influence of Vegetation Restoration on Soil Hydraulic Properties in South China*.
- Maryudi, A., Nurrochmat, D. R., & Giessen, L. (2018). Forest Policy and Economics Research trend : Forest policy and governance – Future analyses in multiple social science disciplines. *Forest Policy and Economics*, February, 0–1. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.02.007>
- Minaya, V., Carreño, L., & Ochoa, V. (2017). Agroforestry impacts on soil quality and erosion mitigation in the Peruvian Andes. *Forest Ecology and Management*, 402, 1–10.
- Munyati, C., & Sinthumule, N. I. (2014). *Cover Gradients and the Forest- Community Frontier : Indigenous Forests Under Communal Management at Vondo and Xanthia , South Africa*. March 2015, 37–41. <https://doi.org/10.1080/10549811.2014.925809>
- Mwangi, E., & Dohrn, S. (2008). Securing access to drylands resources for multiple users in Africa: A review of recent research. *Land Use Policy*, 25(2), 240–248. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2007.07.002>
- Narendra, B. H., Siregar, C. A., Dharmawan, I. W. S., Sukmana, A., Pramono, I. B., Basuki, T. M., Yudono, H., Hadi, S., & Supangat, A. B. (2021). *A Review on Sustainability of Watershed Management in Indonesia*. 1–29.
- Nyssen, J., Clymans, W., Descheemaeker, K., Poesen, J., Vandecasteele, I., Vanmaercke, M., Zenebe, A., Camp, M. Van, Haile, M., Haregeweyn, N., Moeyersons, J., Martens, K., Gebreyohannes, T., Deckers, J., & Walraevens, K. (2010). *Impact of soil and water conservation measures on catchment hydrological response — a case in north Ethiopia*. 1895(March), 1880–1895. <https://doi.org/10.1002/hyp.7628>
- Nyssen, J., Frankl, A., Zenebe, A., Deckers, J., & Poesen, J. (2015). *LAND MANAGEMENT IN THE NORTHERN ETHIOPIAN HIGHLANDS : LOCAL AND GLOBAL PERSPECTIVES ; PAST , PRESENT AND FUTURE*. 764(March), 759–764.
- Pakaya, P., Hasan, S., Syamsudin, S., & Lihawa, F. (2025). *Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan DAS Bone , Provinsi Gorontalo*. April, 162–177.
- Palada, M. C., & Chang, L. C. (2003). *Suggested Cultural Practices for Moringa*. 1–5.
- Ramadhan, S., Hermansah, Rusman, B., & Yasin, S. (2021). *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science Erosion hazard index [EHI] on different land use in sub-watershed Kaos , Jambi Erosion hazard index [EHI] on different land use in sub- watershed Kaos , Jambi*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/741/1/012035>
- Reed, J., Vianen, J. Van, L.Deakin, E., Barlow, J., & Sunderland, T. (2016). *Integrated landscape approaches to managing social and environmental issues in the tropics : learning from the past to guide the future*. 2540–2554. <https://doi.org/10.1111/gcb.13284>
- Rijal, A. (2025). *Monitoring pemulihan vegetasi pasca rehabilitasi DAS menggunakan indeks vegetasi berbasis citra satelit di Sulawesi Selatan*.
- Risdiyanto, I. (2014). Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) di Pulau Madura. *Bogor Agricultural University, Bogor, Indonesia*, July, 1–19.

- Santoso, B. B., Budianto, A., & Aryana, I. G. P. M. (2012). *Seed viability of Jatropha curcas in different fruit maturity stages after storage*. 4(3), 113–117. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n040305>
- Santoso, N., Sutopo, & Nugraha, R. P. (2019). *Analysis of sustainability ecosystem mangrove management in Pangkah Wetan and Pangkah Kulon Villages Area , Ujungpangkah District , Gresik Regency , East Java Province Analysis of sustainability ecosystem mangrove management in Pangkah Wetan and Pangkah K.* <https://doi.org/10.1088/1755-1315/399/1/012007>
- Sharma, R., Singh, P., & Gupta, N. (2016). Hydrological impacts of watershed restoration in Himalayan regions. *Ecological Engineering*, 92, 130–140.
- Sidle, R. C., Tani, M., & Ziegler, A. D. (2006). *Catchment processes in Southeast Asia : Atmospheric , hydrologic , erosion , nutrient cycling , and management effects*. 224, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.12.002>
- Snelder, D. J., & Lasco, R. D. (2008). Smallholder Tree Growing for Rural Development and Environmental Services Lessons from Asia Advances in Agroforestry. *Smallholder Tree Growing for Rural Development and Environmental Services Lessons from Asia Advances in Agroforestry*.
- Syukur, A., & Raksun, A. (2021). *Community Empowerment in Rehabilitation of Forests and Critical Lands on The Sekaroh Area*. 556(Access 2020), 234–240.
- Tadesse, B., & Ahmed, M. (2023). Impact of adoption of climate smart agricultural practices to minimize production risk in Ethiopia: A systematic review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 13(September 2022), 100655. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100655>
- Talif, A., Hasanuddin, H., Abdullah, A. A., & ... (2024). Analisis Dampak Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai (Das) Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Di Desa Pariwang Kabupaten *Forest ...*, 02(01), 52–66. <https://pub.kehutan.unismuh.ac.id/index.php/forces/article/view/167>
- Tefera, M., Abebe, T., & Legesse, W. (2018). Vegetation restoration and hydrological response in Eastern Africa watersheds. *Land Degradation & Development*, 29(9), 3034–3046.
- Tejowulan, S., Idrus, A. Al, Syukur, A., & Raksun, A. (2021). *Pemberdayaan Masyarakat Dalam Rehabilitasi Hutan dan Lahan Kritis di Wilayah Sekaroh Lombok Timur: Belajar Dari Pengalaman Masyarakat*.
- Tieguhong, J. C., Ketchatang, P. T., Chia, E., & Oeba, V. O. (2019). *The role of the private forestry sector in response to climate change in central Africa : the case of Cameroon*. 21, 112–125.
- Wang, Y., Shao, M., & Liu, Z. (2013). Vegetation recovery and hydrological changes after soil and water conservation on the Loess Plateau. *Journal of Hydrology*, 507, 77–88.