

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI KONSERVASI TANAH DAN AGROFORESTRI UNTUK PEMULIHAN FUNGSI HIDROLOGIS DAS POSO

Naharuddin^{*1}, Sudirman Dg Massiri², Abdul Rauf³,
Tirtha Ayu Paramitha⁴, Hendra Pribadi⁵, Anwar⁶

^{1,2,5,6} Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako

³ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako
Jl. Soekarno Hatta Km 9, Palu, Sulawesi Tengah 94119, Indonesia

⁴ Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Palu
Jl. Hang Tuah No. 114, Palu, Sulawesi Tengah 94118, Indonesia

Submitted: March 20, 2026

Revised: July 25, 2026

Accepted: August 15, 2026

* Corresponding author's e-mail: nahar.sumani@gmail.com

Abstrak

Daerah Aliran Sungai (DAS) Poso menghadapi ancaman degradasi lahan dan erosi akibat tingginya kelerengan (37,24%–39,41%) serta pemadatan tanah Podsolik Merah Kuning (PMK), yang menurunkan laju infiltrasi dan meningkatkan risiko erosi pada topografi yang curam. Kondisi tersebut diperparah oleh rendahnya kapasitas teknis petani dalam mengelola lahan konservasi. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk memulihkan fungsi hidrologis DAS Poso melalui transfer teknologi konservasi tanah dan agroforestri secara partisipatif. Menggunakan metode *Action Research*, kegiatan ini melibatkan 40 petani dari Kelompok Tani Sintuwu Maroso dan Kelompok Tani Sintuwu Wawolembo. Hasil kegiatan menunjukkan adanya transformasi kapasitas petani yang terukur secara nyata: angka partisipasi aktif petani mencapai 70% konsisten menerapkan teknik konservasi, penurunan volume penggunaan pupuk kimia berhasil ditekan hingga 80% melalui adopsi kompos mandiri, intensitas serangan hama turun 70% melalui aplikasi pestisida nabati, serta kompetisi gulma di piringan tanaman berhasil ditekan hingga 60% melalui penyiangan sistem cincin. Transformasi kuantitatif ini membuktikan bahwa pendekatan pendampingan berbasis *learning by doing* berhasil mengubah petani dari objek pasif menjadi subjek mandiri dalam pemeliharaan ekohidrologi DAS Poso. Selain itu, program ini sangat penting karena secara efektif mengintegrasikan teknologi konservasi tanah dengan kemandirian ekonomi petani, sekaligus menumbuhkan *sense of ownership* yang kuat terhadap pelestarian fungsi hidrologis DAS Poso demi keberlanjutan ekosistem di masa depan.

Kata kunci: agroforestry; daerah aliran sungai; ekohidrologi; konservasi tanah; pemberdayaan petani.

Abstract

The Poso Watershed faces threats of land degradation and erosion due to steep slopes ranging from 37.24% to 39.41% and the compaction of Red-Yellow Podzolic soils, which reduces infiltration rates and increases erosion risk on steep terrain. This condition is further aggravated by the limited technical capacity of farmers in implementing land conservation practices. This community service activity aimed to restore the hydrological functions of the Poso Watershed through the participatory transfer of soil conservation and agroforestry technologies. Using an Action Research approach, the program involved 40 farmers from the Sintuwu Maroso Farmer Group and the Sintuwu Wawolembo Farmer Group. The results demonstrated measurable improvements in farmers' capacity: 70% of participants consistently applied conservation techniques, the use of chemical fertilizers was reduced by up to 80% through the adoption of independently produced compost, pest incidence decreased by 70% through the application of botanical pesticides, and weed competition around crop bases was reduced by up to 60% through ring weeding. These quantitative improvements demonstrate that a learning-by-doing mentoring approach successfully transformed farmers from passive participants into independent actors in maintaining the ecohydrological functions of the Poso Watershed. Furthermore, the program effectively integrated soil conservation technologies with farmers' economic self-reliance while fostering a strong sense of ownership toward the preservation of the watershed's hydrological functions and the long-term sustainability of its ecosystem.

Keywords: agroforestry; watershed; ecohydrology; soil conservation; farmer empowerment.



1. PENDAHULUAN

Pengelolaan bentang alam dalam kerangka Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan instrumen krusial dalam menjaga stabilitas siklus hidrologi dan keberlanjutan jasa ekosistem di wilayah tropis (Ha et al., 2023). Sebagai sebuah sistem biofisik yang terintegrasi, kondisi hulu DAS menentukan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas aliran air yang mengalir ke hilir (Khalis et al., 2025; Muhammetoglu et al., 2025), di mana gangguan pada tutupan lahan dan karakteristik tanah akan berdampak langsung pada fluktuasi debit sungai serta peningkatan laju sedimentasi (Ramadhan, 2020). Dalam lanskap Pulau Sulawesi, integrasi fungsional antara pengelolaan lahan di dataran tinggi dan pemanfaatan sumber daya air di wilayah danau menjadi determinan utama bagi ketahanan ekonomi regional. Ketidakseimbangan interaksi antara komponen biotik dan abiotik di dalam sistem ini seringkali dipicu oleh aktivitas antropogenik yang mengabaikan kaidah konservasi tanah dan air (Naharuddin, 2018; Mudin et al., 2025).

DAS Poso merupakan aset hidrologis vital di Sulawesi Tengah yang memiliki peran strategis dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan mendukung sektor pertanian serta energi terbarukan yaitu PLTA. Menurut Mangela et al., (2024) dan Naharuddin et al., (2024) kondisi biofisik wilayah ini sangat rentan terhadap degradasi lahan. Secara geomorfologis, wilayah Kelurahan Tentena dan Kelurahan Sawidago yang menjadi lokasi pengabdian dicirikan oleh topografi yang ekstrem dengan tingkat kelerengan dominan curam, masing-masing tercatat sebesar 37,24% dan 39,41%. Karakteristik lereng yang curam ini secara alami memiliki risiko erosi yang tinggi jika tidak dikelola dengan kaidah konservasi tanah yang tepat.

Secara pedologis, wilayah ini didominasi oleh jenis tanah Podsolik Merah Kuning (PMK). Tanah PMK dikenal memiliki tantangan tersendiri, yaitu tingkat kesuburan alami yang tergolong rendah hingga sedang, pH asam, serta kepekaan yang tinggi terhadap erosi. Hasil kajian awal menunjukkan bahwa tanah di lokasi pengabdian mulai mengalami pemadatan fisik (Mangela et al., 2024). Hal ini merupakan dampak dari pola penggunaan lahan yang tidak berkelanjutan, di mana praktik ladang berpindah dan konversi hutan menjadi perkebunan monokultur serta kebun campuran telah berlangsung dalam kurun waktu yang lama yang dapat meningkatkan degradasi lahan (Sudomo et al., 2023). Pemadatan tanah ini secara langsung menurunkan laju infiltrasi air, meningkatkan aliran permukaan (*run-off*), dan mengganggu fungsi hidrologis DAS dalam menyimpan cadangan air tanah (Naharuddin et al., 2021; Babaremu et al., 2024).

Kegiatan pengabdian ini melibatkan dua kelompok masyarakat sebagai mitra utama, yaitu Kelompok Tani Sintuwu Maroso Peduli Sungai di Kelurahan Sawidago dan Kelompok Tani Sintuwu Wawolembo Peduli Sungai di Kelurahan Tentena. Kedua kelompok ini mewakili profil petani penggarap yang memiliki ketergantungan tinggi pada lahan-lahan di zona penyangga DAS Poso. Berdasarkan hasil *pre-assessment*, potret khalayak sasaran menunjukkan kesenjangan kapasitas teknis yang cukup lebar dibandingkan dengan standar manajemen lahan yang diperlukan.

Secara kuantitatif, ditemukan bahwa sekitar 70% anggota kelompok tani peserta pengabdian belum memiliki pemahaman dan kebiasaan dalam menerapkan standar dan prinsip konservasi tanah dan air. Salah satu indikatornya adalah ketidaktahuan tentang pentingnya pemisahan lapisan tanah atas (*topsoil*) dan lapisan tanah bawah (*subsoil*) saat membuat lubang tanam. Selain itu, ketergantungan petani terhadap input kimia sangat tinggi, yang jika dibiarkan akan mempercepat degradasi sifat kimia dan biologi tanah PMK yang sudah rapuh. Potensi sosial yang dimiliki mitra adalah semangat gotong royong dan kesadaran awal mengenai pentingnya menjaga sungai, namun potensi ini belum terkanalisasi ke dalam aksi teknis rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) yang terstandar.

Rehabilitasi lahan ekohidrologi melalui model agroforestri merupakan solusi yang teruji secara ilmiah untuk memulihkan DAS (Moazeni et al., 2025; Soumena dan Susilowati, 2025). Agroforestri menggabungkan tanaman kayu-kayuan dengan tanaman multifungsi (MPTS) yang memiliki nilai ekonomi tinggi, sehingga mampu menciptakan keseimbangan antara fungsi ekologis dan kebutuhan ekonomi masyarakat. Potensi vegetasi yang digunakan dalam

kegiatan ini, seperti Durian (*Durio zibethinus*), Kemiri (*Aleurites moluccanus*), dan Alpukat (*Persea americana*), dipilih karena kemampuan perakarannya dalam mengikat tanah di lahan miring sekaligus memberikan sumber pendapatan baru bagi petani.

Integrasi pupuk organik kotoran kambing dan pestisida nabati (daun pepaya, bawang putih, serai) menjadi potensi teknologi tepat guna yang ditawarkan. Menurut Cui et al., (2023) bahwa aplikasi bahan organik pada tanah PMK sangat krusial untuk memperbaiki struktur tanah yang padat, meningkatkan kapasitas tukar kation, dan menetralkan potensi racun logam berat.

Berdasarkan hasil *pre-assessment* di lapangan, teridentifikasi masalah krusial berupa rendahnya kapasitas teknis petani di mana 70% anggota kelompok tani belum memahami standar konservasi tanah, yang berkorelasi langsung terhadap tingginya tingkat pemadatan tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) dan rendahnya laju infiltrasi air hujan di zona penyangga DAS Poso. Kondisi ini diperparah oleh ketergantungan tinggi pada input pupuk kimia yang merusak biologi tanah serta ancaman serangan hama yang menurunkan produktivitas. Oleh karena itu, intervensi melalui pendekatan *Action Research* dirancang untuk menjembatani masalah tersebut secara langsung: pelatihan pembuatan lubang tanam standar (30x30x30 cm) dan pemisahan lapisan tanah (*topsoil* dan *subsoil*) ditujukan untuk memperbaiki porositas dan aerasi tanah; aplikasi pupuk organik kotoran kambing dan pestisida nabati ditujukan untuk memulihkan struktur remah tanah sekaligus menekan input kimia; serta penataan pola agroforestri berfungsi mengikat tanah di lereng curam (37,24%–39,41%).

Tujuan utama dari kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah untuk memulihkan fungsi hidrologis DAS Poso melalui transfer teknologi konservasi tanah dan agroforestri. Secara spesifik, kegiatan ini bertujuan untuk: (1) meningkatkan kapasitas teknis dan partisipasi aktif masyarakat dalam penerapan kaidah silvikultur untuk memperbaiki laju infiltrasi serta menekan erosi; (2) menguji efektivitas substitusi pupuk kimia dan pengendalian hama berbasis organik mandiri; serta (3) mengevaluasi dampak langsung praktik konservasi terhadap perbaikan struktur fisik tanah dan pemeliharaan cadangan air tanah demi keberlanjutan ekosistem DAS Poso.

2. METODE

Pendekatan yang digunakan adalah *Action Research* melalui model pendampingan partisipatif (*Participatory Assistance*) yang mengintegrasikan edukasi lingkungan selaras dengan kerangka kerja Maryuni et al. (2026) dan Kunda et al. (2025). Pendekatan *action research* merupakan metode dimana tim pengabdian tidak hanya bertindak sebagai pengamat pasif. Melainkan bekerja secara kolaboratif bersama kelompok tani Sintuwu Maroso dan Sintuwu Wawolembo dengan total keseluruhan anggota kelompok tani yang terlibat secara aktif sebagai subjek utama dalam pelatihan teknis, penyusunan komitmen (*Memorandum of Understanding*), hingga praktik konservasi tanah dan agroforestri berjumlah 40 orang petani penggarap yang memiliki ketergantungan langsung pada lahan di lereng dengan kelerengan 37,24% hingga 39,41%.

Siklus Tindakan meliputi: Tindakan (*Action*) dengan melakukan proses implementasi nyata di lapangan berdasarkan perencanaan partisipatif, seperti pembuatan lubang tanam standar silvikultur (30x30x30 cm), pembuatan rorak dan teras individu, serta aplikasi pupuk organik dari kotoran kambing dan pestisida nabati. Observasi yaitu melakukan pemantauan dan pengukuran sistematis terhadap respons biofisik dan sosial, meliputi tingkat keberhasilan adopsi teknik pemisahan tanah (*topsoil* dan *subsoil*), penurunan serangan hama, serta tingkat partisipasi aktif petani. Refleksi yaitu evaluasi berkala yang dilakukan bersama kelompok tani untuk menganalisis hambatan teknis di lapangan (misalnya, kendala tanah berbatu atau keras yang diatasi dengan linggis besar) guna merumuskan perbaikan pada siklus kegiatan berikutnya.

Untuk menghitung partisipasi masyarakat, persentase lubang tanam sesuai standar, pengurangan pupuk kimia dan penurunan serangan hama dianalisis sebagai berikut:

$$\% \text{ Partisipasi Aktif} = \frac{\text{Jumlah petani yang hadir aktif dan menerapkan teknik konservasi}}{\text{Total seluruh anggota kelompok tani mitra}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\% \text{ Lubang Tanam Sesuai Standar} = \frac{\text{jumlah lubang tanam yang memenuhi } 30 \times 30 \times 30 \text{ cm \& terpisah top soil}}{\text{Total seluruh lubang tanam yang dibuat oleh petani}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Pengurangan Pupuk Kimia} = \frac{\text{Dosis/frekuensi pupuk kimia awal} - \text{Dosis/frekuensi pupuk kimia setelah inovasi}}{\text{Dosis/frekuensi pupuk kimia Awal}} \times 100\% \quad (3)$$

$$\text{Penurunan Serangan Hama} = \frac{\text{Intensitas kerusakan sebelum aplikasi pestisida nabati} - \text{Intensitas kerusakan setelah aplikasi}}{\text{Intensitas kerusakan sebelum aplikasi}} \times 100\% \quad (4)$$

Untuk mencapai tujuan transfer teknologi Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL) berbasis agroforestri, strategi implementasi dilakukan melalui tiga tahapan utama:

- Tahap Sosialisasi dan Edukasi: Penanaman pemahaman mengenai nilai ekonomi dan ekologis dari rehabilitasi DAS Poso.
- Tahap Pelatihan Teknis (*Learning by Doing*): Transformasi keterampilan silvikultur dan teknik konservasi tanah secara langsung di lapangan, mulai dari pembersihan lahan tanpa bakar, pembuatan lubang tanam sesuai kaidah profil tanah, hingga penerapan pupuk organik.
- Tahap Pendampingan dan Evaluasi: Penguatan aspek kelembagaan untuk menjamin keberlanjutan program.

Dalam seluruh tahapan ini, Kelompok Tani Sintuwu Maroso (Sawidago) dan Kelompok Tani Sintuwu Wawolembo (Tentena) diposisikan sebagai subjek aktif (*co-creator*) dalam rehabilitasi ekohidrologi. Keterlibatan kolaboratif ini bertujuan untuk menumbuhkan kemandirian serta rasa memiliki (*sense of ownership*) mitra terhadap upaya pelestarian lingkungan di wilayah masing-masing.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum kegiatan pendampingan dilakukan, hasil pre-assessment menunjukkan bahwa 100% dari 40 anggota kelompok tani mitra memandang penanaman di zona penyangga DAS Poso sekadar sebagai proyek temporal, dengan 70% petani tidak mengetahui standar teknik pemisahan topsoil dan subsoil yang memicu pemadatan tanah Podsolik Merah Kuning (PMK). Namun, setelah intervensi pelatihan intensif dan praktik langsung (*learning by doing*), terjadi pergeseran kapasitas di mana tingkat partisipasi aktif petani mencapai 70%, dan sebanyak 80% dari total lubang tanam yang dibuat telah memenuhi standar silvikultur (dimensi 30x30x30 cm dengan aerasi tepat). Transformasi kapasitas teknis ini membuktikan keberhasilan pengabdian dalam mengubah petani dari objek pasif menjadi subjek mandiri yang memahami kaidah konservasi tanah.

Selain peningkatan kapasitas teknis dalam penyiapan lahan, perubahan perilaku yang paling terlihat adalah pada aspek manajemen nutrisi dan pengendalian hama secara mandiri. Sebelum pendampingan, petani sangat bergantung pada pupuk kimia konvensional dan pestisida sintesis; namun, melalui adopsi teknologi pembuatan kompos dari kotoran kambing dan pestisida nabati, pencatatan kelompok tani menunjukkan volume penggunaan pupuk kimia berhasil ditekan secara kuantitatif hingga 80%, sementara intensitas kerusakan tanaman akibat organisme pengganggu tanaman (OPT) berhasil diturunkan sebesar 70%. Perubahan kuantitatif ini tidak hanya memulihkan struktur fisik dan biologis tanah, tetapi juga menjamin keberlanjutan pemeliharaan ekohidrologi DAS Poso.

3.1. Koordinasi dan Sosialisasi Program Rehabilitasi DAS Poso Pola Agroforestri

Kegiatan koordinasi dan sosialisasi (Gambar 1), merupakan fondasi kritikal dalam upaya restorasi Daerah Aliran Sungai (DAS) Poso. Tanpa keselarasan pandangan antara pihak pengabdian dan kelompok tani, intervensi teknis seperti agroforestri berisiko ditolak atau tidak berlanjut.



Gambar 1. Suasana koordinasi partisipatif antara pendamping program; (a) Koordinasi dan sosialisasi program rehabilitasi DAS, (b) *Memorandum of Understanding* antara tim pengabdian dan ketua kelompok tani dalam kegiatan rehabilitasi DAS

Gambar 1 menunjukkan bahwa tujuan utama pertemuan ini adalah mengubah paradigma "penanaman pohon" menjadi "pengelolaan ekosistem produktif." Melalui pendekatan agroforestri, masyarakat diberikan pemahaman bahwa restorasi DAS Poso tidak hanya bermanfaat bagi lingkungan (mencegah erosi dan menjaga debit air), tetapi juga memberikan nilai ekonomi jangka panjang bagi kelompok tani. Sosialisasi juga dilakukan dengan menuangkan beberapa poin penting kesepakatan secara tertulis antara pihak pengabdian dengan ketua kelompok tani. Penerapan model agroforestri dalam restorasi DAS Poso berfungsi sebagai jembatan yang menyelaraskan kepentingan ekologis dengan kebutuhan ekonomi subsisten masyarakat lokal. Strategi ini menggeser paradigma masyarakat dari pemanfaatan lahan secara eksploitatif menuju pengelolaan lahan yang konservatif dan produktif secara finansial. Formalisasi komitmen melalui kesepakatan tertulis (*Memorandum of Understanding*) antara tim pengabdian dan ketua kelompok tani merupakan instrumen penjamin keberlanjutan program, yang memastikan bahwa peran serta masyarakat tidak berhenti pada fase sosialisasi, melainkan berlanjut hingga tahap pemeliharaan aset hidrologis secara mandiri (Asdak, 2023)

Proses sosialisasi tersebut berfungsi sebagai ruang mitigasi untuk menyelaraskan batas-batas lahan dan pemilihan jenis tanaman unggulan yang memiliki nilai adaptasi tinggi terhadap iklim lokal DAS Poso. Dengan melibatkan petani dalam pengambilan keputusan sejak awal, potensi konflik tenurial dapat diminimalisir, sehingga implementasi di lapangan berjalan lebih persuasif dan minim hambatan sosial.

Integrasi pengetahuan lokal (*local wisdom*) dengan sains modern dalam diskusi ini juga memastikan bahwa teknik agroforestri yang diterapkan tidak asing bagi budaya bertani setempat. Pendekatan ini menjamin bahwa rehabilitasi DAS bukan hanya tentang menaruh bibit di tanah, melainkan tentang membangun sistem pendukung kehidupan yang tangguh terhadap ancaman bencana hidrometeorologi di masa depan (Granata dan Nunno, 2026).

Melalui koordinasi intensif ini, diharapkan muncul rasa memiliki (*sense of ownership*) dari masyarakat terhadap pohon-pohon yang ditanam. Keberhasilan rehabilitasi DAS Poso pola agroforestri sangat bergantung pada kemauan petani untuk merawat bibit tersebut hingga dewasa, yang hanya bisa dicapai jika mereka memahami sepenuhnya manfaat program ini bagi masa depan mereka. Koordinasi yang dilakukan bukan sekadar rutinitas administrasi, melainkan upaya pembangunan kapasitas sosial agar rehabilitasi DAS Poso memiliki akar yang kuat di tengah masyarakat, bukan sekadar proyek hijau yang bersifat sementara.

3.2. Dinamika Kapasitas Teknis dalam Rekayasa Penyiapan Lahan

Penyiapan lahan merupakan tahapan paling krusial dalam program Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL), terutama pada wilayah dengan karakteristik tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) yang cenderung padat. Sebelum dilakukan pendampingan, potret kemampuan teknis mitra menunjukkan bahwa 70% peserta tidak melakukan pemisahan lapisan tanah saat menggali. Hal ini berisiko mencampur lapisan subsoil yang miskin hara dengan topsoil yang kaya bahan organik, yang pada akhirnya dapat menghambat pertumbuhan awal bibit.

Sejalan dengan hal tersebut praktik pengolahan lahan yang tidak tepat pada topografi curam berisiko memicu terjadinya inversi profil tanah, di mana lapisan subsoil yang belum matang dan miskin unsur hara tercampur ke permukaan, menutupi lapisan topsoil yang kaya akan bahan organik serta mikroorganisme fungsional (Ewunetu et al., 2025). Pencampuran ini mengakibatkan penurunan kualitas fisik dan kimia pada zona perakaran (rhizosphere), yang berdampak dalam menghambat pertumbuhan awal (early growth) bibit akibat keterbatasan ketersediaan nutrisi dan rendahnya kapasitas tukar kation (Usharani et al., 2019). Lebih lanjut, dominasi fraksi tanah dari lapisan bawah di permukaan tanah meningkatkan kerentanan terhadap pemadatan, sehingga menghalangi penetrasi akar dan menurunkan laju infiltrasi (Tang et al., 2025)

Melalui pendekatan *learning by doing*, masyarakat diberikan demonstrasi langsung pembuatan lubang tanam standar 30x30x30 cm (Gambar 2). Peningkatan keterampilan terlihat sangat jelas setelah dua sesi praktik, di mana masyarakat mulai disiplin memisahkan tanah galian dan membiarkan lubang selama 1 minggu untuk proses aerasi.



Gambar 2. Demonstrasi Langsung Proses Penanaman; (a) Pembuatan Lubang Tanam, (b) Penanaman

Kendala fisik berupa tanah yang berbatu dan keras diatasi melalui sistem gotong royong dan penggunaan linggis besar sebagai alat bantu. Secara kuantitatif, kualitas lubang tanam meningkat drastis dibandingkan dengan periode sebelum pendampingan, yang berdampak langsung pada kesiapan media tumbuh bagi vegetasi agroforestri.

3.3. Implementasi Teknologi Konservasi pada Topografi Ekstrem dan Penggunaan Pupuk Organik

Kondisi topografi di Kelurahan Tentena dan Sawidago yang memiliki kelerengan curam (37,24% – 39,41%) menuntut penerapan teknik konservasi tanah dan air. Tanpa intervensi teknik konservasi, lubang tanam di area miring akan mudah tertutup sedimen saat hujan turun.

Tim pengabdian mengarahkan masyarakat untuk mengadopsi teknik teras individu (tapak kuda) pada lahan miring 30-50% yang mengikuti garis kontur (Gambar 3). Selain itu, pembuatan rorak kecil di sekitar lubang tanam diterapkan untuk menangkap air dan menahan laju erosi

permukaan. Hasil observasi menunjukkan bahwa intervensi yang dilakukan menurunkan aliran permukaan dan meningkatkan kelembapan tanah di sekitar perakaran tanaman.



Gambar 3. Penerapan teknik konservasi tanah dan air; (a) rorak, (b) teras individu

Salah satu capaian utama dalam pengabdian ini adalah perubahan paradigma petani dalam manajemen nutrisi tanaman. Penggunaan pupuk organik berupa kotoran kambing tidak hanya bertujuan menyuplai hara, tetapi juga memperbaiki struktur fisik tanah PMK yang awalnya keras menjadi lebih gembur. Sejalan dengan pendapat Astar et al., (2025) bahwa aplikasi pupuk organik berbasis kotoran kambing memegang peranan ganda (*dual role*) yang strategis dalam rehabilitasi lahan kritis. Secara kimia, intervensi ini menyuplai unsur hara esensial (N, P, dan K) yang dibutuhkan untuk pertumbuhan bibit, namun secara fisik, peranannya jauh lebih vital dalam memperbaiki arsitektur tanah Podsolik Merah Kuning (PMK). Penambahan bahan organik secara konsisten mampu menurunkan kerapatan lindak (*bulk density*) dan meningkatkan porositas, sehingga tekstur tanah yang awalnya masif dan keras bertransformasi menjadi lebih gembur atau remah. Perbaikan struktur fisik ini sangat krusial untuk memfasilitasi penetrasi akar, meningkatkan kapasitas ikat air (*water holding capacity*), dan mengoptimalkan laju infiltrasi di zona perakaran (Pan et al., 2018; Liu et al., 2025)

Data menunjukkan bahwa setelah pendampingan, 80% lubang tanam telah diberi pupuk sesuai dosis standar. Inovasi gerakan produksi kompos mandiri dari limbah serasah dan kotoran ternak lokal berhasil mengatasi kelangkaan pupuk kimia di pasar. Hasilnya, ketergantungan masyarakat pada pupuk kimia dapat ditekan hingga 80%.

3.4. Analisis Pola Agroforestri dan Keberlanjutan Ekosistem

Desain agroforestri disusun berdasarkan fungsi hidrologis dan nilai ekonominya. Penempatan strategis dilakukan dengan menempatkan tanaman durian di area yang relatif datar untuk optimalisasi produksi, sementara tanaman kemiri diposisikan di area miring sebagai penyangga utama terhadap erosi melalui sistem perakarannya yang kuat. Hal tersebut dilakukan melalui penguatan modal sosial dan partisipasi aktif kelompok tani dalam rehabilitasi lahan di DAS Poso (Gambar 4).

Penerapan teknik penyiangan sistem cincin bersih (radius 50–80 cm) tanpa mencabut akar gulma secara total efektif menurunkan kompetisi nutrisi hingga 60% tanpa membiarkan tanah terbuka terlalu lebar. Hal ini menjaga stabilitas tanah di lereng curam dari ancaman erosi percik.

Secara sosial, program ini berhasil meningkatkan partisipasi masyarakat hingga 70% dan menumbuhkan *sense of ownership* (rasa memiliki) yang kuat. Masyarakat tidak lagi memandang kegiatan RHL sebagai proyek pemerintah, melainkan sebagai investasi lingkungan yang akan mereka rasakan manfaat ekonominya di masa depan melalui hasil panen buah-buahan dan kayu-kayuan.



Gambar 4. Penguatan modal sosial dan partisipasi aktif kelompok tani dalam rehabilitasi DAS Poso

3.5. Keberlanjutan Program Post-Pendampingan

Transformasi paradigma dan perilaku petani, dari sistem monokultur yang eksploitatif menuju praktik agroforestri berkelanjutan, merupakan indikator determinan keberhasilan program dalam jangka panjang. Keberlanjutan ini tidak hanya bertumpu pada aspek ekologis, tetapi juga pada kemandirian input produksi. Dengan kemampuan petani dalam memproduksi nutrisi tanah (pupuk organik) secara mandiri, ketergantungan pada subsidi input eksternal dapat direduksi. Hal ini menciptakan resiliensi ekonomi rumah tangga tani terhadap fluktuasi harga pasar global.

Secara hidrologis, model partisipatif yang diterapkan di DAS Poso membuktikan bahwa integrasi vegetasi berkayu dengan tanaman semusim mampu meningkatkan fungsi infiltrasi dan menekan laju erosi pada lahan berlereng curam. Oleh karena itu, model ini memiliki validitas tinggi untuk direplikasi di wilayah lain dengan karakteristik degradasi lahan dan tipologi kelerengan yang serupa. Implementasi skala luas dari model ini sangat krusial untuk menjamin stabilitas ekosistem secara makro, memitigasi risiko bencana hidrometeorologi, serta menjaga keberlangsungan jasa ekosistem bagi masyarakat di hilir.

Implementasi teknologi konservasi tanah dan pola agroforestri dalam penelitian ini tidak hanya berorientasi pada perbaikan biofisik lahan, tetapi juga pada aspek sosial-ekonomi. Menurut Nurfitri et al. (2025), keberhasilan program secara fundamental dapat dilihat dari peningkatan tingkat keberdayaan masyarakat tani. Kemandirian dalam pengelolaan lahan dan pengambilan keputusan menjadi kunci (Irwan et al., 2023). Ketika petani mencapai level keberdayaan yang tinggi, adopsi teknologi konservasi tidak lagi bersifat instruktif, melainkan menjadi kebutuhan intrinsik untuk menjaga produktivitas lahan dan fungsi hidrologis DAS secara mandiri.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini secara komprehensif berhasil mentransformasi kapasitas teknis dan paradigma petani di wilayah DAS Poso dalam mengimplementasikan rehabilitasi ekohidrologi. Peningkatan kompetensi terlihat 70% anggota kelompok tani yang kini mampu menerapkan standar silvikultur, khususnya teknik pemisahan lapisan tanah (topsoil dan subsoil) serta aerasi lubang tanam untuk mengoptimalkan pertumbuhan bibit pada tanah Podsolik Merah Kuning (PMK) yang rapuh. Selain itu, adaptasi teknik konservasi fisik berupa teras bangku sederhana pada lahan dengan kelerengan hingga 30-50% menurunkan laju aliran permukaan dan menjaga kelembapan tanah di sekitar perakaran.

Kemandirian input produksi menjadi pilar keberhasilan program, di mana gerakan produksi kompos mandiri dari limbah lokal mampu menekan ketergantungan pupuk kimia hingga 80%. Secara ekologis dan ekonomis, penerapan model agroforestri partisipatif melalui zonasi tanaman MPTS (Durian di lahan datar dan Kemiri di lahan miring) mampu menurunkan kompetisi gulma hingga 60% sekaligus menjanjikan pendapatan jangka panjang bagi petani. Secara keseluruhan, pendampingan ini telah menumbuhkan sense of ownership yang kuat, mengubah status masyarakat dari sekadar objek proyek menjadi subjek aktif pelestari lingkungan yang mandiri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT Poso Energi atas dukungan dan kolaborasi dalam pelaksanaan program ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Tim Forum Koordinasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Fordas) Provinsi Sulawesi Tengah atas koordinasi teknis selama kegiatan berlangsung. Penghargaan setinggi-tingginya kami sampaikan kepada Dekan Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako atas pemberian izin, dan dukungan administratif yang memungkinkan pengabdian ini terlaksana dengan baik. Terakhir, terima kasih kepada para mahasiswa program Magang Mandiri Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM) yang telah berpartisipasi aktif dalam implementasi teknis di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2023). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Astar, I., Rahayu, S., & Suyanto, A. (2025). Rehabilitasi Tanah Aluvial Terdegradasi dengan Pupuk Kandang Kambing dan POC Tahu untuk Meningkatkan Produktivitas Okra. *Rawa Sains: Jurnal Sains STIPER Amuntai*, 10-19.
- Babaremu, K., Taiwo, O., & Ajayi, D. (2024). Impacts of land use and land cover changes on hydrological response. *TWIST*, 19(1), 256-267.
- Cui, W., Li, X., Duan, W., Xie, M., & Dong, X. (2023). Heavy metal stabilization remediation in polluted soils with stabilizing materials: a review. *Environmental geochemistry and health*, 45(7), 4127-4163.
- Ewunetu, T., Selassie, Y. G., Molla, E., Admase, H., & Gezahegn, A. (2025). Soil properties under different land uses and slope gradients: Implications for sustainable land management in the Tach Karnuary watershed, Northwestern Ethiopia. *Frontiers in Environmental Science*, 13, 1518068.
- Granata, F., & Di Nunno, F. (2026). Pathways for hydrological resilience: strategies for adaptation in a changing climate. *Earth Systems and Environment*, 10(1), 203-231.
- Ha, L. T., Bastiaanssen, W. G., Simons, G. W., & Poortinga, A. (2023). A new framework of 17 hydrological ecosystem services (HESS17) for supporting river basin planning and environmental monitoring. *Sustainability*, 15(7), 6182.
- Irwan, M., Rosdiana, R., Hasibuan, J., & Syahputa, D. D. (2023). Model pemberdayaan masyarakat berbasis kemandirian pangan untuk pengentasan kemiskinan di Kampung Matfa. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 11(2), 118-129.
- Khalis, I. M., Swahip, S., Hidayat, A. R., & Fibriyanti, B. V. (2025). Kajian Daya Dukung Tata Air sebagai Upaya Perencanaan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang Berkelanjutan (Studi Kasus pada DAS Dodokan, NTB, Indonesia). *Agregat*, 10(1), 1302-1312.
- Kunda, R. M., Kakisina, P., Salamor, R., Manuhutu, F., & Lakoan, M. R. (2025). Penerapan Teknologi Pembuatan Pupuk Cair Ramah Lingkungan Dari Limbah Kulit Pisang Dan Nanas Menggunakan Aktivator EM4. *PAKEM: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 47-54.
- Liu, Y., Zhu, L., & Chen, C. (2025). The mechanisms and optimization strategies of tillage practices affecting soil pore structure. *Geographical Research Bulletin*, 4, 507-529.
- Mangela, D., Muis, H., Rahman, A., Naharuddin, N., Massiri, S. D., Maiwa, A., ... & Istiqamah, N. (2024). Analisis Spasial Tingkat Kekritisan Lahan di Sub Das Wimbi, Kelurahan Sawidago Kecamatan Pamona Utara, Kabupaten Poso. *Savana Cendana*, 9(1), 1-5.
- Maryuni, S., Pardi, P., Jumadi, J., Apriyani, E., Putri, N. D., & Resti, F. (2026). Pendampingan Berbasis Participatory Action Research dalam Penguatan Implementasi Program Adiwiyata di Sekolah Dasar

- dan Menengah Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 6(1), 357-364.
- Moazeni, S., Salajegheh, A., Khalighi-Sigaroodi, S., Golkarian, A., & Cerda, A. (2025). Impacts of Watershed Restoration on Runoff, Evapotranspiration, and Ecosystem Service Valuation in a Semi-Arid Region. *Ecosystems*, 28(6), 1-22.
- Mudin, M. I., Ouannes, M. H., & Saputri, N. (2025). Paradigma Dominasi Vis As Vis Harmoni Atas Alam: Studi Kritis Perspektif Teo-Ekologi Islam. *Academic Journal of Islamic Principles and Philosophy*, 6(1), 91-124.
- Muhammetoglu, A., Akdegirmen, O., Dugan, S. T., & Orhan, P. (2025). A modeling framework for control of nonpoint source pollution and evaluation of best management practices for identification of critical source areas. *Environmental Earth Sciences*, 84(10), 257.
- Naharuddin, N. (2018). Komposisi dan struktur vegetasi dalam potensinya sebagai parameter hidrologi dan erosi. *Jurnal Hutan Tropis*, 5(2), 134-142.
- Naharuddin, N., Malik, A., & Ahyauddin, A. (2021). Soil loss estimation for conservation planning in the Dolago Watershed Central Sulawesi, Indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, 22(7), 242-251.
- Naharuddin, N., Rahmawati, R., Wahid, A., Massiri, S. D., & Toknok, B. (2024). Pemberdayaan Masyarakat dalam Usaha Konservasi Lahan Terdegradasi di Wilayah Penyangga Kawasan Konservasi. *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, 3(1), 36-42.
- Nurfitria, N., Sriwulan, S., & Nuruddin, A. W. (2025). Pendampingan Pengolahan Limbah Peternakan Sebagai Upaya Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan di Desa Margosuko. *PAKEM: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(2), 164-171.
- Pan, R., Martinez, A., Brito, T., & Seidel, E. (2018). Processes of soil infiltration and water retention and strategies to increase their capacity. *Journal of Experimental Agriculture International*, 20(2), 1-14.
- Ramadhan, M. F. (2020). Pengaturan ideal tentang pengelolaan daerah aliran sungai di Indonesia (Studi di Sungai Serang Kabupaten Kulon Progo). *Jurnal Hukum Ius Quia Iustum*.
- Soumena, W., & Susilowati, L. E. (2025). Efektivitas Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai terhadap Pemulihan Hutan dan Daya Dukung Lahan di Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokomplek*, 4(3), 959-970.
- Sudomo, A., Leksono, B., Tata, H. L., Rahayu, A. A. D., Umroni, A., & Rianawati, H. (2023). *Asmaliyah; Krisnawati; Setyayudi, A.; Utomo, MMB; et al. Can Agroforestry Contribute to Food and Livelihood Security for Indonesia's Smallholders in the Climate Change Era? Agriculture* 2023, 13, 1896.
- Tang, Y., Lian, J., Li, C., Cheng, X., Jia, Z., Liu, X., ... & Zhang, J. (2025). Vertically oriented roots affect soil water infiltration by decomposition and altering soil structure: An examination based on CT technology and innovation in soil infiltration research methods. *Plant and Soil*, 1-17.
- Usharani, K. V., Roopashree, K. M., & Naik, D. (2019). Role of soil physical, chemical and biological properties for soil health improvement and sustainable agriculture. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(5), 1256-1267.