

Landslide Susceptibility Classification of the Rerer Watershed, Minahasa Regency.**Klasifikasi Daerah Rawan Longsor Das Rerer Kabupaten Minahasa****Melisa P. Todingan^{1*}, Risal Nur Rahma S.², Riel J. Umboh³, Sandra E. Pakasi¹**¹ Program Studi Agroteknologi, Universitas Sam Ratulangi² Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Sam Ratulangi³ Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Sam Ratulangi

*Corresponding author:

melisatodingan@unsrat.ac.id

Manuscript received: 23 Nov 2025.

Revision accepted: 22 Jan 2026.

Abstract. This study aims to analyze the level of landslide susceptibility in the Rerer Watershed, focusing on agricultural areas dominated by mixed gardens, dryland farms, and partially open land. The parameters used include slope gradient, rainfall, land use, soil type, and geology. The analysis employed a scoring method based on Geographic Information System (GIS) techniques to produce a susceptibility zonation map. The results show that the biophysical conditions of the Rerer Watershed are dominated by moderately steep slopes (15–25%), *Eutropepts Dystrandepts* soil types, and weathered volcanic rocks (Q_{tv}), combined with an annual rainfall of approximately 1,500–2,000 mm. Anthropogenic factors, particularly agricultural cultivation on sloping terrain, significantly contribute to increased vulnerability. The landslide susceptibility zonation is classified into three levels: low (43.37 ha or 14.75%), moderate (230.17 ha or 78.27%), and high (20.53 ha or 6.98%). These findings emphasize the importance of implementing soil and water conservation strategies—such as terracing, cover crops, and agroforestry systems—to mitigate landslide risks while maintaining the hydrological sustainability of the Rerer Watershed in Minahasa Regency.

Keywords: landslide susceptibility, agricultural land, watershed .

Abstrak. Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat kerawanan longsor di DAS Rerer dengan fokus pada kawasan lahan pertanian yang didominasi kebun campuran, tegalan/ladang, dan sebagian lahan terbuka. Parameter yang digunakan meliputi kemiringan lereng, curah hujan, penggunaan lahan, jenis tanah, dan geologi. Analisis dilakukan dengan metode skoring berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menghasilkan zonasi kerawanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi biofisik DAS Rerer didominasi lereng agak curam (15–25%), jenis tanah *Eutropepts Dystrandepts*, serta batuan vulkanik (Q_{tv}) yang mudah lapuk, dikombinasikan dengan curah hujan tahunan sekitar 1500–2000 mm/tahun. Faktor antropogenik berupa aktivitas budidaya lahan pertanian pada lereng miring menjadi pendorong utama peningkatan kerentanan. Zonasi kerawanan longsor terbagi dalam tiga kelas, yaitu rawan rendah seluas 43,37 Ha atau sekitar 14,75%, rawan sedang seluas 230,17 Ha atau sekitar 78,27%, dan rawan tinggi seluas 20,53 atau sekitar 6,98%. Temuan ini menegaskan pentingnya penerapan strategi konservasi tanah dan air, seperti terasering, vegetasi penutup, dan sistem agroforestri, guna mitigasi risiko longsor sekaligus menjaga keberlanjutan fungsi hidrologis DAS Rerer di Kabupaten Minahasa.

Kata Kunci: rawan longsor, lahan pertanian, daerah aliran sungai

PENDAHULUAN

Berdasarkan Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) Tahun 2023 [1], Kabupaten Minahasa, termasuk wilayah dengan indeks risiko tertinggi di Sulawesi Utara terhadap bencana tanah longsor dengan nilai indeks 193,85. Hal ini dipicu oleh faktor geografis seperti topografi bergunung, curah hujan tinggi, serta aktivitas seismik dari zona subduksi

Sangihe. Analisis kebencanaan dilakukan sebagai dampak kumulatif alih fungsi lahan hutan menjadi permukiman dan pertanian intensif, yang mengurangi daya dukung ekosistem lereng.

Wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Rerer mencakup Desa Rerer dan Desa Rerer Satu, Kecamatan Kombi memiliki topografi yang didominasi oleh perbukitan dengan kemiringan lereng cukup terjal [2]. Kondisi ini menjadikan DAS Rerer sebagai wilayah

yang rawan bencana longsor, terutama pada musim hujan ketika curah hujan tinggi dapat menyebabkan tanah menjadi jenuh dan kehilangan kohesi. Selain itu, sebagian besar masyarakat di wilayah DAS Rerer berprofesi sebagai petani yang mengelola lahan pertanian di lereng-lereng bukit. Aktivitas pertanian yang kurang memperhatikan prinsip konservasi tanah dan air dapat semakin memperparah risiko terjadinya longsor.

Penelitian Putra, dkk [3] di Pacitan, Jawa Timur, mengungkapkan bahwa 65% lahan pertanian di lereng curam (>45%) rawan terhadap longsor akibat kombinasi faktor geologi (solum tanah tipis) dan antropogenik (pengolahan lahan tidak berkelanjutan). Temuan serupa dilakukan dalam penelitian Hosenuzzaman, dkk [4] di Bangladesh, dimana 80% lahan pertanian di zona longsor mengalami penurunan produktivitas hingga 50% akibat sedimentasi dan kehilangan lapisan *topsoil*. Masyarakat Desa Rerer menggantungkan hidup pada pertanian lahan kering dengan sistem tumpang sari tradisional [5].

Di Minahasa, pertanian tanaman tahunan mendominasi dan tersebar pada topografi berlereng. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan tingkat kerawanan longsor DAS Rerer, sehingga dapat menjadi acuan bagi masyarakat atau petani dan pemangku kepentingan dalam mengambil langkah preventif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan survei dan analisis spasial dengan teknis tumpang tindih (*overlay*) peta serta *geoprocessing*. Sementara itu, untuk klasifikasi daerah rawan longsor menggunakan metode skoring memanfaatkan *tools analysis* dalam aplikasi sistem informasi geografis.

Penelitian Hanifa dan Suwardi [6] mengaplikasikan metode skoring dalam mengidentifikasi tingkat kerawanan tanah

longsor sehingga berhasil menyusun peta kerawanan yang dapat menjadi acuan dalam perencanaan tata guna lahan dan mitigasi bencana. Papathoma-Köhle et al. [7] dan Susetyo et al. [8] mengembangkan klasifikasi pembobotan setiap parameter fisik lahan dimana setiap parameter diberi skor 1–5 berdasarkan tingkat kontribusinya terhadap longsor. Sementara itu, Suni et al. [9] memodifikasi metode skoring dengan menambahkan faktor antropogenik dalam analisis kerawanan longsor.

Pengolahan data spasial dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *overlay* lima parameter yakni jenis tanah, kemiringan lereng, penggunaan lahan, ketinggian dan curah hujan untuk menghasilkan peta unit lahan. Kemudian dilakukan analisis kerawanan longsor dengan membagi kelas rawan menjadi tiga kelas, yaitu rawan rendah, rawan sedang dan rawan tinggi. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap lahan pertanian dengan menggunakan *tools geoprocessing* dan analisis lanjutan sehingga menghasilkan peta kelas rawan longsor di lahan pertanian DAS Rerer Kabupaten Minahasa. Hal ini serupa dengan studi sebelumnya di Sub DAS Tondano [10], dengan menerapkan metode deskriptif dan analisis berbasis SIG untuk menilai tingkat kerawanan longsor secara spasial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Daerah Aliran Sungai (DAS) Rerer secara administratif terletak di Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Wilayahnya mencakup dua Desa di Kecamatan Kombi, yaitu Desa Rerer dan Desa Rerer Satu dengan total luas 294,07 Ha dengan rincian setiap desa ditunjukkan pada Tabel 1 dan Gambar 1 berikut ini.

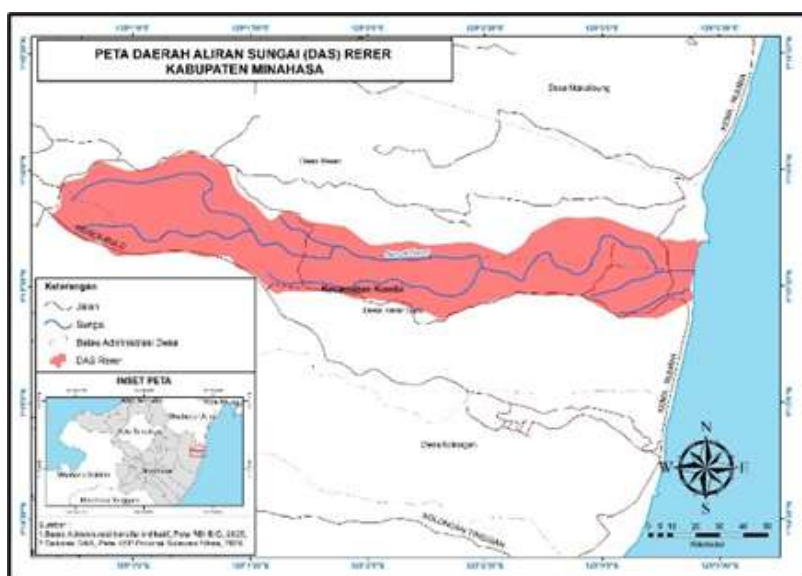
Pola aliran sungai Rerer menunjukkan karakteristik dendritik yang mengindikasikan kondisi batuan dan tanah yang homogen di wilayah ini. Kedua desa yang masuk dalam DAS Rerer memiliki

karakteristik lahan yang didominasi oleh penggunaan lahan untuk pertanian, baik berupa kebun campuran (sistem agroforestri) maupun tegalan/ladang. Kondisi ini menjadikan kajian kerawanan

longsor di wilayah ini menjadi sangat relevan, mengingat aktivitas pertanian yang intensif di lereng-lereng curam dapat mempengaruhi kestabilan lereng.

Tabel 1. Luas DAS Rerer

No	Desa	Luas (Ha)	Persentase (%)
1.	Rerer	144,60	49,17
2.	Rerer Satu	149,47	50,83
Total		294,07	100



Gambar 1. Peta DAS Rerer

(Sumber: BIG dan KSP Provinsi Sulawesi Utara, 2025 (diolah))

Unit Lahan Klasifikasi Rawan Longsor

Unit lahan didefinisikan sebagai satuan wilayah yang memiliki karakteristik relatif beragam berdasarkan sejumlah faktor yang memengaruhi tingkat kerawanan longsor [10]. Penentuan unit lahan pada DAS Rerer dilakukan melalui proses tumpang susun (*overlay*) antara peta jenis tanah, peta kemiringan lereng, peta penggunaan lahan, peta geologi, dan peta curah hujan. Hasil tumpang tindih tersebut menghasilkan 22 unit lahan.

Kemudian klasifikasi rawan longsor menggunakan pembobotan atau skoring berdasarkan parameter-parameter yang telah dianalisis sebelumnya. Perhitungan dilakukan dengan formula sebagai berikut :

$$\text{Tingkat Rawan Longsor} =$$

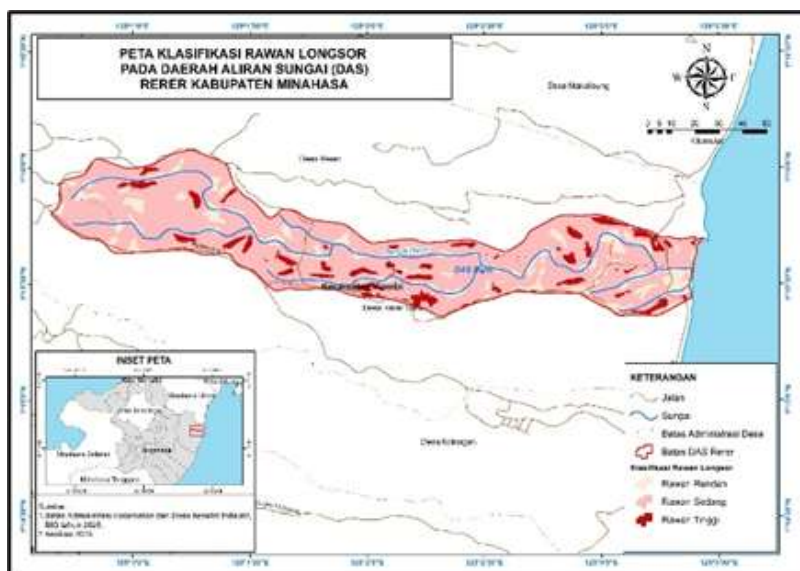
$$[(\text{skor kelereng} * 30\%) + (\text{skor geologi} * 10\%) + (\text{skor jenis tanah} * 15\%) + (\text{skor curah hujan} * 25\%) + (\text{skor penggunaan lahan} * 20\%)]$$

Analisis Kerawanan Longsor

Berdasarkan hasil pengolahan data unit lahan dengan skema pembobotan atau skoring, tingkat kerawanan longsor kemudian diklasifikasikan ke dalam tiga zona utama, yakni zona kerawanan rendah, sedang, dan tinggi. Masing-masing kelas divisualisasikan menggunakan degradasi warna yang berbeda, yaitu merah muda untuk kelas rendah, merah untuk kelas sedang, serta merah tua untuk kelas tinggi. Tabel 2 dibawah ini menunjukkan luas kerawanan longsor di DAS Rerer dan sebarannya ditunjukkan pada Gambar 2.

Tabel 2. Luas Kelas Rawan Longsor DAS Rerer

.No	Kelas Rawan Longsor	Luas (Ha)	Persentase (%)
1.	Rendah	43,37	14,75
2.	Sedang	230,17	78,27
3.	Tinggi	20,53	6,98
Total		294,07	100



Gambar 2. Peta Rawan Longsor DAS Rerer

Secara umum, wilayah DAS Rerer didominasi oleh kelas rawan sedang yang menempati area terluas, tersebar merata di sepanjang bagian tengah DAS mengikuti alur Sungai Rerer. Zona ini menunjukkan kombinasi antara kemiringan lereng landai (8-15%) dan agak curam (15–25%). Area dengan kelas rawan tinggi umumnya berlereng curam (>25%). Sementara itu, kelas rawan rendah terlihat terbatas di bagian hilir DAS dekat muara Sungai Rerer. Wilayah ini ditandai dengan topografi agak landai (<8%) dan penggunaan lahan yang relative tidak terganggu.

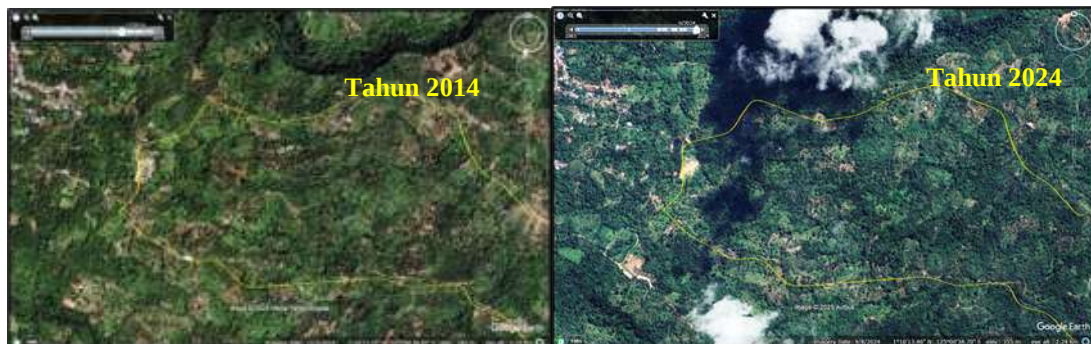
Analisis parameter fisik dan antropogenik di DAS Rerer menunjukkan adanya kombinasi faktor yang berpengaruh terhadap tingkat kerawanan longsor. Dari aspek biofisik DAS Rerer didominasi oleh lereng agak curam (15–25%), jenis tanah *Eutropepts–Dystrandepts*, dan batuan vulkanik muda (Q_{tv}) yang mudah mengalami pelapukan. Curah hujan tahunan yang relatif tinggi, berkisar antara 1500–

2000 mm/tahun, memperkuat potensi terjadinya gerakan tanah, terutama pada lahan dengan pengelolaan yang kurang konservatif. Berdasarkan data penggunaan lahan, hampir seluruh wilayah DAS Rerer merupakan aktivitas/kegiatan pertanian, dengan dominasi kebun campuran, tegalan/ladang, serta sebagian lahan terbuka.

Sementara itu, hasil interpretasi citra Google Earth tahun 2014–2024 (Gambar 3) memperlihatkan bahwa penggunaan lahan di DAS Rerer relatif stabil tanpa perkembangan permukiman, namun terdapat dinamika lokal berupa aktivitas budidaya dan keberadaan lahan terbuka kecil yang menunjukkan aktivitas pertanian masyarakat. Pada bagian hulu, kebun rakyat menjadi bentuk pemanfaatan utama yang berimplikasi pada terbukanya lahan miring, sedangkan di bagian hilir terlihat pola lahan terbuka dan pertanian lahan kering yang semakin jelas dalam satu dekade terakhir. Meskipun bersifat mikro, perubahan ini

penting dicermati karena secara langsung berhubungan dengan berkurangnya penutup

vegetasi rapat yang seharusnya melindungi tanah dari erosi.



Gambar 2. Perubahan Penggunaan Lahan di Hulu DAS Rerer.
(Sumber: Google Earth, 2014-2024)

Dengan mempertimbangkan interaksi antara kondisi biofisik yang rentan dan tekanan antropogenik dari aktivitas pertanian, penyusunan klasifikasi kerawanan longsor berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) menjadi langkah penting. Klasifikasi ini diharapkan mampu menggambarkan variasi spasial tingkat kerawanan longsor di DAS Rerer, sekaligus menjadi dasar bagi strategi mitigasi bencana dan perencanaan penggunaan lahan pertanian yang lebih berkelanjutan.

Strategi dan Rekomendasi

Mitigasi untuk meminimalkan risiko longsor diperlukan dalam mempertahankan produktivitas pertanian dan fungsi hidrologis DAS Rerer. Berikut ini merupakan strategi dan rekomendasi perencanaan penggunaan lahan di DAS Rerer dengan kombinasi tindakan teknik (*engineering*), alami (*nature-based*) dan kebijakan-perencanaan berbasis bukti zonasi kerawanan.

1. *Terracing* (teras/undak) pada lahan miring untuk memutus jalur aliran permukaan, mengurangi erosi dan mengurangi kemiringan efektif. *Terracing* terbukti mengurangi laju aliran permukaan dan kehilangan tanah jika dirancang sesuai kontur [11].

2. Agroforestri dan pohon pelindung pada batas teras: sistem agroforestri multistrata membantu memperkuat struktur tanah (akar), mengurangi aliran permukaan, dan memberikan pendapatan tambahan kepada petani — cocok untuk lahan bercampur di DAS Rerer. Studi restorasi pasca-longsor menunjukkan agroforestri multistrata efektif mencegah reaktivasi lereng [12].
3. Penanaman penutup tanah (*cover crops*), *strip cropping* searah kontur, dan konservasi *minimum tillage* untuk mengurangi erosi permukaan pada musim hujan. Praktik ini meningkatkan infiltrasi dan menurunkan kehilangan *topsoil* [13].
4. Pembentukan kelompok petani konservasi/kelompok tanggap DAS Rerer: fasilitasi pelatihan teknik teras, pembuatan gabion, pengelolaan agroforestri, dan perawatan tanaman penutup. Program berbasis komunitas mempercepat adopsi dan pengelolaan berkelanjutan [14].
5. Sistem monitoring dengan pemetaan ulang berkala, pemutakhiran penggunaan lahan (tutupan), pengamatan lapangan untuk mengetahui perubahan yang terjadi

akibat konversi lahan atau kejadian ekstrim [15].

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh wilayah DAS Rerer di Kabupaten Minahasa dimanfaatkan untuk aktivitas pertanian, dengan dominasi penggunaan lahan berupa kebun campuran, tegalan, dan lahan terbuka seluas 294,07 Ha. Kondisi biofisik wilayah yang didominasi oleh lereng agak curam (15–25%), jenis tanah *Eutropepts–Dystrandepts*, serta batuan vulkanik muda (Qtv) yang mudah lapuk, menjadikan kawasan ini rawan terhadap bencana longsor terutama pada musim hujan dengan curah hujan tahunan mencapai 1500–2000 mm/tahun.

Analisis spasial berbasis SIG menunjukkan bahwa zonasi kerawanan longsor di DAS Rerer terbagi atas tiga kelas, yaitu rawan rendah seluas 43,37 Ha atau sekitar 14,75%, rawan sedang seluas 230,17 Ha atau sekitar 78,27%, dan rawan tinggi seluas 20,53 Ha atau sekitar 6,98%. Kondisi ini menegaskan pentingnya penerapan strategi konservasi tanah dan air seperti terasering, vegetasi penutup, dan sistem agroforestri untuk mengurangi tingkat kerentanan, sekaligus mendukung keberlanjutan produksi pertanian dan stabilitas hidrologis DAS Rerer.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA UNSRAT Tahun Anggaran 2025.

DARTAR PUSTAKA

- [1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2024). *Indeks Resiko Bencana Indonesia (IRBI) Tahun 2023*. Jakarta: BNPB.
- [2] Badan Pusat Statistik. (2024). *Kabupaten Minahasa Dalam Angka Tahun 2024*. BPS Kabupaten Minahasa.
- [3] Putra, A.N., Nita, I., Jauhary, A., Rifqi, M., Nurhutami, S.R. and Ismail, M.H. (2021). *Landslide Risk Analysis on Agriculture Area in Pacitan Regency in East Java Indonesia Using Geospatial Techniques*. *Environment & Natural Resources Journal*, 19(2) 141–152. Retrieved from <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/ennrj/article/view/241402>
- [4] Hosenuzzaman, M., Kibria, M.G., Sarkar, R., Abedin, M.A. (2022). *Landslide, Agricultural Vulnerability, and Community Initiatives: A Case Study in South-East Part of Bangladesh*. In: Sarkar, R., Shaw, R., Pradhan, B. (eds) *Impact of Climate Change, Land Use and Land Cover, and Socio-economic Dynamics on Landslides* pp.123-145. *Disaster Risk Reduction*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7314-6_5.
- [5] Umaternate, A.R., Fathimah, S., Hasrin, A. and Sidik, S. (2022). *Memahami Kearifan Lokal Masyarakat Minahasa, sebagai Upaya Membangun Harmonisasi Kehidupan Sosial Masyarakat*. *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan)*, 6(1). <http://dx.doi.org/10.58258/jisip.v6i1.2876>.
- [6] Hanifa, Hana, and Suwardi Suwardi. (2023). *Identifikasi Tingkat Kerawanan Tanah Longsor di Ajibarang Banyumas Menggunakan Metode Skoring*. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan* 10.1 (2023): 97-103. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.10>.
- [7] Papathoma-Köhle, M., Schlögl, M., & Fuchs, S. (2019). *Vulnerability indicators for natural hazards: An innovative selection and weighting approach*. *Scientific Reports*, 9(1), 15026. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50257-2>.

- [8] Susetyo, J. A., Kurnianto, F. A., Nurdin, E. A., & Pangastuti, E. I. (2022). *Landslide Disaster Mapping in Silo District, Jember Regency*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 975, No. 1, p. 012011). IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/975/1/012011.
- [9] Suni, M. A., Mappatoba, C. A., & Basoka, M. D. (2023). *Identification of Landslide Susceptibility Level in Buffer Village Lore Lindu National Park Using Scoring Method*. International Journal of Multidisciplinary Approach Research and Science, 1(02), 221-236. DOI: 10.59653/ijmars.v1i02.96.
- [10] Todingan, M. P., Sinolungan, M., Kamagi, Y. E., & Lengkong, J. (2014, February). *Pemetaan daerah rawan longsor di wilayah Sub DAS Tondano dengan sistem informasi geografis*. In Cocos (Vol. 4, No. 2). DOI: <https://doi.org/10.35791/cocos.v4i2.3796>.
- [11] Kosmowski F. (2018). *Soil water management practices (terraces) helped to mitigate the 2015 drought in Ethiopia*. Agric Water Manag. 2018 May 31;204:11-16. doi: 10.1016/j.agwat.2018.02.025. PMID: 29881139; PMCID: PMC5985715.
- [12] Euthalia H. Sittadewi, Iwan G. Tejakusuma, Asep Mulyono, Titin Handayani, Adrin Tohari, Zufaldi Zakaria, (2024). *Post-landslide restoration through multistrata agroforestry-based land management in the West Bogor area of Indonesia, Trees, Forests and People*. Volume 16, 100593, ISSN 2666-7193, <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100593>.
- [13] Isnurdiansyah, Amaruzaman S, Lusiana B, Leimona B. (2023). *Agricultural Land Soil and Water Conservation Techniques in Pagar Alam*. Brief No. 120. Bogor, Indonesia: World Agroforestry (ICRAF) Indonesia Country Program.
- [14] Setyawan, Chandra & Susanto, Sahid & Lee, Chin-Yu. (2019). *Land and water conservation practices in tropical agricultural watershed*. Journal of Degraded and Mining Lands Management. 06. 1697-1704. 10.15243/jdmlm.2019.062.1697.
- [15] Dharmawan, I. W. S., Pratiwi, Siregar, C. A., Narendra, B. H., Undaharta, N. K. E., Sitepu, B. S., Sukmana, A., Wiratmoko, M. D. E., Abywijaya, I. K., & Sari, N. (2023). *Implementation of Soil and Water Conservation in Indonesia and Its Impacts on Biodiversity, Hydrology, Soil Erosion and Microclimate*. Applied Sciences, 13(13), 7648. <https://doi.org/10.3390/app13137648>