

Identifikasi Nilai Erodibilitas Tanah Menggunakan Platform *Google Earth Engine* (GEE) di DAS Limboto Provinsi Gorontalo

Ainun Jaria Ahmadong, Sri Maryati, Rakhmat Jaya Lahay

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Gorontalo
*e-mail: Sri.maryati@ung.ac.id

Abstract

Limboto watershed is one of the watersheds in Gorontalo Province that is categorised as critical priority. This condition is caused by land degradation in the catchment area (DTA) due to uncontrolled land conversion in the upstream part of the river. The purpose of this research is to determine the soil erodibility value based on soil texture in Limboto watershed. The erodibility value in this study was obtained by matching the soil texture of the Limboto watershed from the USDA soil texture image with the soil erodibility table from Hamza (2017). The results showed that soil erodibility values in the Limboto watershed varied according to soil texture, with sandy clay loam having the lowest erodibility value (0.0264), clay (0.288), and clay loam the highest (0.394). Most areas of the watershed, especially those with high erodibility, require conservation measures to reduce erosion risk. This approach is expected to provide practical solutions in sustainable land management.

Keywords: *Erosion; Limboto Watershed; Erodibility*

Abstrak

DAS Limboto merupakan salah satu DAS di Provinsi Gorontalo yang termasuk dalam kategori prioritas kritis. Kondisi ini disebabkan oleh rusaknya lahan di Daerah Tangkapan Air (DTA) akibat adanya perubahan lahan yang tidak terkendali di bagian hulu Sungai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai erodibilitas tanah berdasarkan tekstur tanah di DAS Limboto. Nilai erodibilitas pada penelitian ini diperoleh dengan menyesuaikan tekstur tanah DAS Limboto dari citra soil texture USDA dengan tabel erodibilitas tanah dari Hamza (2017). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai erodibilitas tanah di DAS Limboto bervariasi sesuai dengan tekstur tanah, di mana lempung liat berpasir memiliki nilai erodibilitas terendah (0,0264), liat (0,288), dan lempung liat tertinggi (0,394). Sebagian besar wilayah DAS, terutama area dengan erodibilitas tinggi, memerlukan tindakan konservasi untuk mengurangi risiko erosi. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan solusi praktis dalam pengelolaan lahan berkelanjutan.

Kata kunci: *Erosi; DAS Limboto; Erodibilitas*

1. PENDAHULUAN

DAS adalah suatu wilayah daratan yang merupakan suatu kesatuan sungai dan anak-anak sungai (Pamuji *et al.*, 2020). Secara umum, DAS dibagi menjadi tiga wilayah yaitu hulu, tengah, dan hilir. Wilayah hulu biasanya dianggap sebagai daerah konservasi dengan kemiringan lereng lebih dari 20%, dan wilayah tengah dianggap sebagai penyalur air. Wilayah hilir dianggap sebagai daerah eksploitasi atau pemanfaatan air. Pada pengelolaan DAS, bagian hulu sangat penting untuk menjaga kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air. Oleh karena itu, setiap tindakan yang dilakukan di bagian hulu DAS akan berdampak pada bagian hilirnya dengan mengubah debit dan mengangkut sedimen serta material terlarut dalam sistem aliran airnya (Suryani, 2017).

Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup (KLHK, 2021) Indonesia menghadapi laju degradasi hutan yang signifikan, dengan luas hutan yang rusak mencapai sekitar 460.000 hektar per tahun. Kerusakan hutan ini tidak hanya mengancam keanekaragaman hayati, tetapi juga berkontribusi terhadap berbagai masalah lingkungan, termasuk erosi dan sedimentasi yang berdampak pada kesehatan daerah aliran sungai (DAS), salah satunya DAS Limboto (Dunggio & Chairil Ichsan, 2022). DAS Limboto menjadi salah satu DAS prioritas tingkat I menurut Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 248/Kpts-II/1999, yang memuat urutan prioritas dalam pengelolaan DAS di Indonesia. DAS ini juga dikategorikan sebagai kawasan kritis yang membutuhkan perhatian lebih, khususnya dalam hal pengelolaan dan pemulihan lingkungan. Permasalahan ini diperburuk oleh kondisi lahan di wilayah

tangkapan air (DTA) Limboto yang mengalami kerusakan akibat alih fungsi lahan yang tidak terkendali, terutama di bagian hulu sungai.

Kawasan hulu DAS Limboto awalnya memiliki vegetasi yang berfungsi untuk menyerap dan menahan air hujan, mengurangi risiko erosi dan aliran permukaan. Namun, perubahan fungsi lahan di daerah hulu telah mengurangi tutupan vegetasi, sehingga kemampuan tanah untuk menahan air pun menurun. Akibatnya, air hujan yang turun tidak dapat diserap secara efektif oleh tanah dan mengalir langsung ke wilayah hilir, membawa serta material tanah yang tererosi. Hal ini menyebabkan terjadinya sedimentasi di bagian hilir DAS Limboto dan berpotensi meningkatkan risiko banjir. Kerusakan lahan di bagian hulu DAS ini mempengaruhi tidak hanya ekosistem DAS Limboto tetapi juga masyarakat setempat yang bergantung pada sumber daya alam di DAS tersebut. Alih fungsi lahan yang tidak terkendali mengakibatkan siklus hidrologi menjadi terganggu, sehingga debit air di musim penghujan cenderung meningkat dengan volume yang tidak terkendali, sementara di musim kemarau, debit air menurun drastis. Ketidakseimbangan ini menambah tantangan dalam pengelolaan DAS Limboto dan memerlukan pendekatan yang lebih berkelanjutan serta integratif untuk memulihkan kondisi lahan yang rusak (BPDAS Bone-Bolango, 2022).

Erosi adalah proses geomorfologi yang mengubah bentuk permukaan bumi dan menjadi salah satu penyebab utama kerusakan lahan (Siswandana et al., 2020). Erosi tanah mengancam keberlanjutan lahan, terutama di wilayah yang mengalami degradasi akibat aktivitas manusia. Di Indonesia, erosi air menjadi faktor dominan yang menyebabkan hilangnya lapisan tanah subur, sehingga berdampak pada menurunnya produktivitas pertanian dan menyebabkan kerusakan lingkungan (Apriani et al., 2021). Menurut (Pasaribu & Situmoang, 2022) erosi dapat menjadi salah satu tanda bahwa suatu lahan telah rusak. Risiko kerusakan lahan meningkat pada lahan yang mengalami erosi dengan frekuensi yang relatif sering. Hal tersebut disebabkan erosi mengakibatkan berkurangnya lapisan tanah yang subur dan penting untuk pertumbuhan tanaman. Selain itu erosi juga menyebabkan berkurangnya kapasitas tanah untuk menahan dan menyerap air. Erosi sendiri dapat dikaji lebih spesifik dalam bentuk kajian erodibilitas. Tingkat erodibilitas ini sangat penting untuk dipahami, karena memberikan indikasi seberapa cepat dan signifikan tanah akan tererosi ketika terpapar oleh hujan dengan intensitas yang sama. Penting untuk memahami hubungan antara tekstur tanah dan erodibilitas ini, karena informasi tersebut dapat digunakan untuk merumuskan strategi pengelolaan tanah yang efektif. Misalnya, pada area dengan tekstur tanah yang lebih rentan, seperti lempung liat berpasir, dapat diterapkan praktik konservasi yang lebih intensif, seperti penanaman vegetasi atau pembuatan teras, untuk mengurangi risiko erosi. Dengan demikian, pengetahuan mengenai variasi tekstur tanah dan nilai erodibilitasnya menjadi kunci dalam upaya perlindungan dan pengelolaan sumber daya tanah secara berkelanjutan.

Dalam kajian erodibilitas tanah, berbagai metode telah digunakan, termasuk pendekatan konvensional berbasis lapangan, analisis laboratorium, serta pemodelan matematis. Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan data citra satelit untuk menganalisis erodibilitas tanah, menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam mengidentifikasi area rawan erosi (Nugroho et al., 2019; Kurniawan & Rahayu., 2021). Namun, metode ini sering kali terbatas oleh aksesibilitas data dan ketepatan dalam pemodelan spasial. Penggunaan platform Google Earth Engine (GEE) menawarkan keunggulan dalam hal pengolahan data skala besar secara efisien dan real-time, memungkinkan analisis yang lebih komprehensif dan akurat (Gorelick et al., 2017). Meskipun demikian, masih terdapat sedikit penelitian yang menerapkan GEE untuk analisis erodibilitas tanah, sehingga penelitian ini berupaya mengisi kekosongan tersebut dengan pendekatan yang lebih inovatif.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai erodibilitas tanah berdasarkan tekstur tanah di DAS Limboto dengan memanfaatkan *Google Earth Engine* sebagai alat bantu analisis. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat mengidentifikasi area rawan erosi secara lebih akurat, serta memberikan kontribusi terhadap pengelolaan lahan yang berkelanjutan dan konservasi sumber daya alam di wilayah tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi praktis bagi pemangku kepentingan dalam mengatasi masalah erosi tanah.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan di DAS Limboto yang terletak administratif di wilayah Kabupaten dan Kota Gorontalo. Secara astronomis, DAS Limboto berada pada koordinat $122^{\circ} 42' 0.24''$ - $123^{\circ} 03' 1.17''$ BT dan $00^{\circ} 30' 2.035''$ - $00^{\circ} 47' 0.49''$ LU. Wilayah DAS Limboto mencakup sembilan Kecamatan,

dengan delapan Kecamatan berada di Kabupaten Gorontalo dan satu Kecamatan di Kota Gorontalo, serta tujuh puluh desa. Sedangkan yang termasuk wilayah pesisir Danau Limboto mencakup 17 desa/kelurahan. Luas DAS Limboto adalah 87.589,09 Ha sedangkan luas Danau Limboto 3.415 Ha.

Penelitian ini mengadopsi pendekatan berbasis Google Earth Engine (GEE) untuk menganalisis erodibilitas tanah di Daerah Aliran Sungai (DAS) Limboto. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra soil texture USDA yang diperoleh dari catalog GEE dengan memasukkan data shapefile DAS Limboto agar sesuai dengan wilayah penelitian. Nilai erodibilitas tanah dalam studi ini ditentukan dengan membandingkan tekstur tanah di DAS Limboto, yang diidentifikasi melalui citra soil texture USDA, dengan tabel erodibilitas tanah yang disusun oleh Hamza (2017). Tabel ini berfungsi untuk mengidentifikasi kerentanan tanah terhadap erosi berdasarkan jenis tekstur yang berbeda. Salah satu fokus utama penelitian ini adalah dampak tekstur tanah terhadap erodibilitas. Diketahui bahwa tekstur tanah yang lebih kasar cenderung memiliki nilai erodibilitas yang lebih tinggi, yang berarti tanah tersebut lebih rentan terhadap erosi. Peningkatan nilai erodibilitas ini terjadi karena tekstur tanah yang lebih kasar mengurangi kemampuan tanah untuk menahan air, sehingga meningkatkan risiko terjadinya aliran permukaan dan erosi. Informasi tentang nilai tekstur tanah serta erodibilitas yang terkait dapat dilihat pada Tabel 1, yang menjadi acuan penting dalam analisis ini. Melalui pendekatan ini, diharapkan penelitian dapat memberikan wawasan yang berguna untuk pengelolaan dan perlindungan DAS Limboto secara berkelanjutan.

Tabel 1. Nilai Erodibilitas Tanah

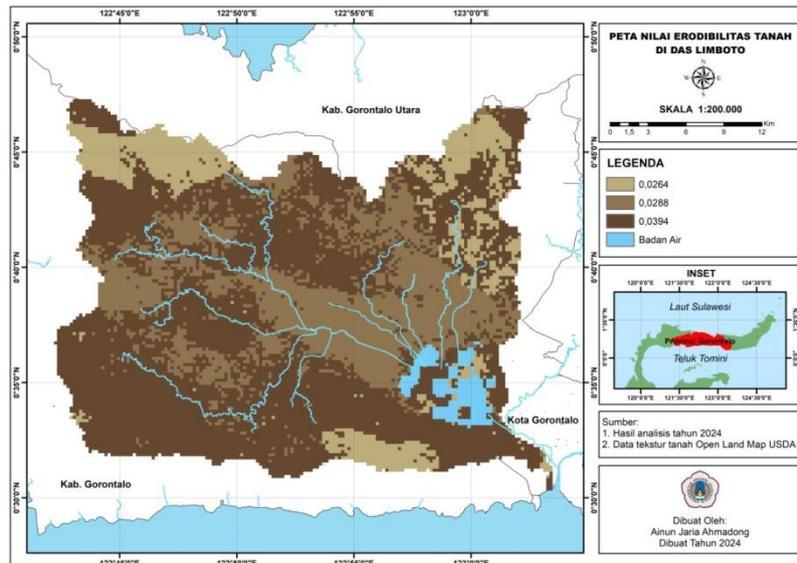
Tekstur Tanah	Faktor K Hamza (2017)
Clay	0.0288
Silty clay	0.0341
Sandy clay	0.0360
Clay loam	0.0394
Silty clay loam	0.0423
Sandy clay loam	0.0264
Loam	0.0394
Silty loam	0.0499
Sandy loam	0.0170
Silt	0.0450
Loamy sand	0.0053
Sand	0.0023

Sumber: (Bouguerra *et al.*, 2017)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Erodibilitas tanah

Dalam wilayah penelitian terdapat 3 klasifikasi tekstur tanah yaitu liat, lempung liat, dan lempung liat berpasir. Masing-masing klasifikasi tekstur ini memiliki nilai erodibilitas yang berbeda-beda, yang mencerminkan kerentanan tanah terhadap proses erosi. Tingkat erodibilitas menunjukkan seberapa rentan tanah terhadap erosi. Tanah dengan erodibilitas tinggi akan tererosi lebih cepat daripada yang memiliki erodibilitas rendah saat hujan dengan intensitas yang sama. Nilai erodibilitas tanah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Erodibilitas Tanah di DAS Limboto

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat sebaran nilai erodibilitas tanah di DAS Limboto. Nilai erodibilitas tanah pada penelitian ini diperoleh dengan menyesuaikan tekstur tanah DAS Limboto dari citra soil texture USDA dengan tabel erodibilitas tanah (K) dari Hamza (2017). Berdasarkan pengolahan data tersebut diketahui terdapat 3 jenis tekstur tanah di DAS Limboto yaitu lempung liat berpasir, liat dan lempung liat. Setiap tekstur tanah memiliki nilai erodibilitas yang berbeda-beda. Nilai erodibilitas tanah dan luas dari masing-masing indeks dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Faktor Erodibilitas Tanah DAS Limboto

No	Jenis Tanah	Nilai Erodibilitas Tanah	Luas (Ha)	Luas (%)
1.	Lempung Liat Berpasir	0,0264	11.202	13
2.	Liat	0,0288	23.633	27
3.	Lempung Liat	0,394	50.746	58
4.	Badan Air	0	2.090	2
Jumlah			87.671	100

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa tanah dengan tekstur Lempung Liat Berpasir memiliki nilai erodibilitas terendah yaitu 0,0264, yang menunjukkan bahwa tanah ini relatif tahan terhadap erosi. Luas area ini adalah 11.202 hektar, atau 13% dari total luas wilayah penelitian. menandakan bahwa meskipun tidak dominan, keberadaannya dapat memberikan perlindungan terhadap erosi. Kemudian tanah dengan tekstur liat yang memiliki nilai erodibilitas 0,0288 dengan luas 23.633 hektar atau sebesar 27% dari seluruh wilayah penelitian, jenis tanah ini juga tergolong tahan erosi, tetapi lebih rentan dibandingkan lempung liat berpasir. Selanjutnya tanah dengan tekstur lempung liat yang memiliki nilai erodibilitas tertinggi yaitu 0,394 dan mencakup 50.746 hektar atau sebesar 58% dari seluruh wilayah penelitian. Tingginya nilai ini menunjukkan bahwa tanah lempung liat sangat rentan terhadap erosi, sehingga memerlukan perhatian khusus dalam pengelolannya untuk mencegah kerugian tanah yang signifikan.

Dengan dominasi lempung liat yang memiliki nilai erodibilitas tinggi, DAS Limboto berpotensi mengalami kerusakan tanah yang serius jika tidak dikelola dengan baik. Ini dapat mengakibatkan hilangnya kesuburan tanah, berkurangnya produktivitas pertanian, dan dampak

negatif terhadap ekosistem lokal. Pengelolaan yang tepat sangat penting, seperti penerapan teknik konservasi tanah, penggunaan penutup lahan, dan praktik agronomi yang baik. Ini tidak hanya akan membantu mengurangi erosi tetapi juga meningkatkan kesehatan tanah dan produktivitas jangka panjang.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi variasi nilai erodibilitas tanah di DAS Limboto menggunakan platform Google Earth Engine (GEE). Hasil menunjukkan bahwa tanah di DAS Limboto memiliki nilai erodibilitas yang bervariasi tergantung pada tekstur tanahnya. Tekstur lempung liat berpasir memiliki nilai erodibilitas terendah (0,0264), menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap erosi, diikuti oleh tekstur liat dengan nilai erodibilitas 0,0288. Sementara itu, lempung liat mencatat nilai erodibilitas tertinggi (0,394), menandakan kerentanan yang sangat tinggi terhadap erosi. Variasi ini menunjukkan bahwa daerah dengan tekstur lempung liat memerlukan perhatian konservasi yang lebih intensif untuk mencegah kerusakan tanah yang signifikan. Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan dalam perencanaan pengelolaan lahan berkelanjutan, khususnya di area DAS Limboto yang paling rentan terhadap erosi.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, N., Arsyad, U., & Mapangaja, B. (2021). Prediksi Erosi Berdasarkan Metode Universal Soil Loss Equation (Usle) Untuk Arahan Penggunaan Lahan Di Daerah Aliran Sungai Lawo. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*, 13(1), 49–63. <https://doi.org/10.24259/jhm.v13i1.10979>
- Bouguerra, H., Bouanani, A., Khanchoul, K., Derdous, O., & Tachi, S. E. (2017). Mapping erosion prone areas in the Bouhamdane watershed (Algeria) using the Revised Universal Soil Loss Equation through GIS. *Journal of Water and Land Development*, 32(1), 13–23. <https://doi.org/10.1515/jwld-2017-0002>
- Dunggio, I., & Chairil Ichsan, A. (2022). Efektifitas Pembuatan Tanaman Vegetatif Dalam Menanggulangi Erosi Dan Sedimentasi (Studi kasus di daerah aliran sungai Limboto Provinsi Gorontalo). *Jurnal Belantara*, 5(1), 45–58. <https://doi.org/10.29303/jbl.v5i1.882>
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18–27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan. (2021). Status Hutan dan Kehutanan Indonesia 2020. In *kementerian Lingkungan Hidup dan kehutanan, Republik Indonesia*.
- Pamuji, K. E., Lestari, O. A., & Mirino, R. R. (2020). Analisis Morfometri Daerah Aliran Sungai (Das) Muari Di Kabupaten Manokwari Selatan. *Jurnal Natural*, 16(1), 38–48. <https://doi.org/10.30862/jn.v16i1.59>
- Pasaribu, P. H. P., & Situmoang, R. O. P. (2022). Hubungan Faktor Kemiringan Lereng, Jenis Tanah, dan Tipe Penggunaan Lahan Terhadap Resiko Bahaya Erosi. *November*, 147–158.
- Siswandana, S., Pratama, M. I. L., Febrianto, H., & Simponi, M. (2020). Tingkat Erodibilitas Tanah Di Daerah Aliran Sungai Bayang Sani. *Jambura Geoscience Review*, 2(1). <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v2i1.2468>
- Suryani, S. (2017). *Evaluasi Kondisi DAS Sumani Kabupaten Solok Berdasarkan Kriteria Tata Air*.