

ERODIBILITAS TANAH PADA KAWASAN HUTAN LINDUNG GUNUNG MASARANG

Ayu Natia H. Djufri⁽¹⁾, Johan A. Rombang⁽²⁾, Johny S. Tasirin⁽²⁾

¹Mahasiswa Program Studi Ilmu Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado, Sulawesi Utara

²Dosen Program Studi Ilmu Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado, Sulawesi Utara

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji besarnya nilai erodibilitas tanah pada kawasan Hutan Lindung Gunung Masarang dilaksanakan di Kelurahan Rurukan Kota Tomohon. Penelitian dilakukan pada 3 tipe tutupan lahan yaitu rumput-rumputan/alang-alang, lahan pertanian dan hutan sekunder. Pada setiap tipe tutupan lahan diambil 3 sampel tanah, dan penentuan titik sampel tanah ditentukan secara *purposive sampling* serta dilakukan pengamatan struktur tanah dan pengukuran permeabilitas tanah menggunakan permeameter dengan metode tinggi air tetap (*Constant Head*). Sampel tanah dianalisis di laboratorium untuk memperoleh data tekstur dan kandungan bahan organik tanah yang kemudian dilakukan perhitungan nilai K menggunakan metode USLE. Hasil penelitian menunjukkan erodibilitas tanah yang tertinggi yaitu pada lahan pertanian sebesar $0,37 \text{ ton.jam.ft-tonf}^{-1}.\text{in}^{-1}$ yang tergolong dalam kelas agak tinggi, sedangkan yang terendah pada lahan rumput-rumputan/alang-alang sebesar $0,19 \text{ ton.jam.ft-tonf}^{-1}.\text{in}^{-1}$ tergolong dalam kelas erodibilitas rendah. Faktor penyebab tingginya erodibilitas tanah pada lahan pertanian karena memiliki kandungan liat rendah, debu lebih tinggi dan bahan organik lebih rendah sehingga tanah lebih mudah tererosi.

Kata kunci: erodibilitas tanah, hutan lindung, gunung masarang

Abstract

This research aims to assess the value of soil erodibility in the Mount Masarang Protected Forest area Rurukan Village, Tomohon City. The research was conducted on 3 types of land cover, namely grasses/reeds land, agricultural land and secondary forests. For each type of land cover, 3 soil samples were taken. Soil sample points were determined purposively, the soil structure was observed and the soil permeability was measured using a permeameter with the constant water level method (*Constant Head*). Soil samples were analyzed in the laboratory to obtain data on soil texture and soil organic matter content, then K value was calculated according to the USLE method. The results showed that the highest soil erodibility was on agricultural land at $0.37 \text{ ton.jam.ft-tonf}^{-1}.\text{in}^{-1}$ which is classified as a rather high class, while the lowest was on grass/reed land of $0.19 \text{ ton.jam.ft-tonf}^{-1}.\text{in}^{-1}$ belongs to the low erodibility class. Factors causing high soil erodibility on agricultural land were a low clay content, higher silt and lower organic matter so that the soil is more easily eroded.

Keywords: soil erodibility, protected forest, Mount Masarang.

Pendahuluan

Erosi yang berlebihan dapat dikatakan sebagai salah satu indikator kerusakan lingkungan. Proses erosi tersebut melalui tiga tahapan, yaitu pelepasan, pengangkutan atau pergerakan, dan pengendapan (Yudhistira *dkk*, 2011).

Secara keseluruhan terdapat lima faktor yang menyebabkan dan mempengaruhi besarnya laju erosi yaitu iklim, tanah, topografi vegetasi penutup tanah dan kegiatan manusia. Besar kecilnya laju erosi tergantung juga kepada sifat-sifat tanah yang dinyatakan sebagai faktor erodibilitas tanah. Kepekaan tanah terhadap erosi, atau erodibilitas tanah dapat didefinisikan sebagai mudah tidaknya suatu tanah untuk dihancurkan oleh kekuatan jatuhnya butir-butir hujan, atau oleh kekuatan aliran permukaan (Sulistyaningrum *dkk*, 2013).

Wilayah Rurukan merupakan areal pertanian yang didominasi oleh usaha tani hortikultura. Kawasan Hutan Lindung Gunung Masarang mempunyai Luas 158,48 ha. Struktur dan komposisi vegetasi pohon jenis-jenis yang dominan di Hutan Lindung Gunung Masarang adalah *Artocarpus* sp. INP 60.02, *Ficus septica* INP 41.10, dan *Lansium* sp INP 38.76. (Luturyali, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai erodibilitas tanah di beberapa tipe tutupan lahan pada kawasan Hutan Lindung Gunung Masarang. Hasil

penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada pemerintah setempat dan masyarakat di Kelurahan Rurukan tentang besar nilai Erodibilitas tanah yang terjadi pada Kawasan Hutan Lindung Gunung Masarang.

Metode penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2020 di Hutan Lindung Gunung Masarang, Kelurahan Rurukan, Kota Tomohon, dan analisis sampel tanah di Laboratorium Balai Penelitian Tanaman Palma (BALIT Palma) Manado dan Laboratorium Unit Ilmu Tanah Universitas Tadulako.

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain *Global Positioning System* (GPS), Google Earth, perangkat komputer dan perangkat lunak, kamera digital, meteran, bor manual, Permeameter, pisau/*cutter*, alat tulis menulis. Bahan-bahan yang digunakan yaitu sampel tanah dan beberapa zat kimia untuk menganalisa sampel tanah di laboratorium.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei. Dengan melakukan survei di lapangan. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh lahan yang terdapat di kawasan Hutan Lindung Gunung Masarang. Pengambilan sampel tanah diambil pada 3 tipe tutupan lahan yang berbeda yaitu hutan sekunder, lahan pertanian dan semak dengan kedalaman 0-20 cm. Pada setiap

lokasi akan diambil 3 sampel tanah secara acak (*purposive sampling*) serta dilakukan pengamatan struktur tanah dan pengukuran permeabilitas tanah.

Analisis sampel tanah

Penetapan tingkat erodibilitas tanah dalam penelitian ini menggunakan indeks erodibilitas tanah USLE dari Wischmeier dan Smith (1978) sedangkan analisa penelitian ini dilakukan setelah diperoleh data faktor-faktor erodibilitas tanah sebagai berikut: tekstur tanah, struktur tanah, permeabilitas tanah dan kandungan bahan organik. Analisis tekstur tanah menggunakan metode Pipet dan kandungan bahan organik tanah menggunakan metode Walkley and Black yang dianalisis di laboratorium. Untuk struktur dan permeabilitas tanah ditetapkan di lapangan.

Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan berupa data primer yang meliputi Tekstur tanah, kandungan bahan organik, permeabilitas, sruktur tanah dan vegetasi tutupan lahan.

Pengolahan data

Penentuan erodibilitas tanah dengan menggunakan metode USLE oleh Wischmeier dan Smith (1978) dengan persamaan sebagai berikut:

$$K = \frac{2,1 \times 10^{-4} (12 - a) M^{1,14} + 3,25(b - 2) + 2,5(c - 3)}{100}$$

Keterangan :

M= (Persentase pasir halus + debu) x (100 – persentase liat)

a = Persentase bahan organik

b = Kode Struktur tanah

c = Kelas Permeabelitas tanah

Hasil dan pembahasan

Tekstur tanah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tekstur tanah di kawasan HL Gunung Masarang bervariasi antar tutupan tanah yang berbeda. Variasi tekstur ini kemungkinan disebabkan oleh proses erosi dan/atau pengolahan tanah yang telah terjadi sebelumnya. Sifat fisik tanah yang menentukan kepekaan tanah terhadap erosi salah satunya adalah tekstur. Berdasarkan hasil analisa, tekstur tanah yang ada di daerah penelitian adalah lempung berliat, lempung liat berpasir, lempung berpasir dan lempung berdebu.

Tabel 1. Kandungan partikel tanah dan kelas tekstur tanah pada beberapa tipe tutupan lahan di HL Gunung Masarang

Tutupan Lahan	Kandungan(%)				Kelas Tekstur
	Pasir Kasar	Pasir Halus	Debu	Liat	
Rumput-rumputan/ alang-alang	20.7 (20.1-21.6)	14.6 (14.0-15.0)	30.4 (28.3 - 32.7)	34.4 (30.7-37.6)	Lempung berliat
Lahan Pertanian	12.3 (10.7-14.3)	26.4 (25.5-28.0)	53.9 (51.6 - 57.0)	7.3 (3.0-11.9)	Lempung berdebu
Hutan Sekunder	26.9 (25.4-29.9)	22.8 (17.7-27.0)	33.6 (24.8 - 45.9)	16.8 (5.1-27.6)	Lempung liat berpasir dan lempung berpasir

Keterangan: angka dalam kurung adalah nilai minimum dan maksimum

Berdasarkan Tabel 1, kandungan pasir terbanyak di peroleh di hutan sekunder berkisar antara 17.7-29.9%, sedangkan kandungan debu terbanyak di lahan pertanian berkisar 51.6-57.0% dan kandungan liat terbanyak di lahan rumput-rumputan/alang-alang sebanyak 30.7-37.6%. Hutan sekunder memiliki tekstur tanah yang lempung liat berpasir dan lempung berpasir dengan kandungan pasir sebanyak 17.7-29.9%, debu 24.8-45.9% dan liat 5.1-27.6%. Kondisi ini cukup baik karena menunjukkan bahwa hutan memiliki kandungan pasir yang cukup tinggi maka semakin banyak ruang pori-pori makro diantara partikel-partikel tanah yang dapat memperlancar pergerakan udara dan air.

Lahan pertanian memiliki tekstur tanah lempung berdebu dengan kandungan pasir sebanyak 10.7-28.0%, debu 51.6-57.0% dan liat yang rendah sebanyak 3.0-11.9%. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah tersebut peka terhadap erosi. Hal ini disebabkan partikel debu tidak bermuatan sehingga tidak terbentuk ikatan antar partikel.

Pada lahan rumput-rumputan/alang-alang memiliki tekstur tanah lempung berliat dengan kandungan pasir sebanyak 14.0-21.6%, debu 28.3-32.7% dan liat 30.7-37.6%, hal ini menunjukkan bahwa pada lahan rumput-rumputan/alang-alang memiliki kandungan liat yang tinggi di dibandingkan dengan lahan

lainnya. Tekstur tanah dengan dominan liat cenderung memiliki ikatan antar partikel-partikel tanah relatif kuat. Hal ini disebabkan karena liat memiliki kemampuan memantapkan agregat tanah. Perbedaan persentase partikel-partikel tanah dapat disebabkan pada lapisan atas tanah terjadi erosi sehingga partikel-partikel tanah pada lapisan atas tersebut terbawa dan hilang oleh erosi atau tertimbun bahan baru yang dibawa oleh air atau angin.

Struktur Tanah

Struktur/agregat tanah sebaiknya kuat agar tidak mudah hancur oleh adanya gaya dari luar seperti adanya pukulan butir-butir air hujan dan aliran permukaan. Dengan keadaan tersebut tanah akan tahan terhadap erosi dan pori-pori tanah tidak mudah tertutup oleh partikel-partikel tanah halus sehingga infiltrasi air hujan kedalam tanah relatif tinggi dan aliran permukaan menjadi lebih kecil. Hasil analisis struktur tanah disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Struktur tanah pada beberapa tipe tutupan

Tutupan Lahan	Nama Struktur	Kelas
Rumput-rumputan/alang-alang	Gumpal membulat dan remah	Halus – sedang
Lahan Pertanian	Gumpal membulat dan remah	Halus – kasar
Hutan Sekunder	Gumpal membulat dan remah	Halus – kasar

lahan di HL Gunung Masarang

Struktur tanah di kawasan HL Gunung Masarang berdasarkan hasil pengamatan di lapangan adalah gumpal membulat dan

remah dari granular halus hingga kasar. Tanah dengan struktur remah mempunyai tata udara yang baik, unsur-unsur hara lebih mudah tersedia dan mudah di olah dengan baik. Menurut Hardjowigeno (2010) struktur tanah yang baik adalah yang

bentuknya membulat sehingga tidak dapat saling bersinggungan dengan rapat. Unsur organik cenderung memperbaiki struktur tanah dan bersifat meningkatkan permeabilitas tanah, kapasitas daya tampung air tanah dan kesuburan tanah.

Kandungan Bahan Organik

Bahan organik yang berupa ranting tanaman dan sebagian yang belum hancur menutupi permukaan tanah berfungsi sebagai pelindung permukaan tanah dari pukulan langsung air hujan dan sekaligus menghambat aliran permukaan.

Sumber bahan organik dalam tanah adalah jaringan tanaman berupa akar tanaman, ranting dan daun yang telah mengalami dekomposisi sehingga berhubungan erat antara vegetasi penutup dan bahan organik dalam tanah.

Tabel 3. Hasil analisis Kandungan Bahan Organik pada beberapa tipe tutupan lahan di HL Gunung Masarang

Tutupan Lahan	Kadar Air (%)	C-Organik (%)	Bahan Organik (%)
Rumput-rumputan/ alang-alang	9.21 (8.39 – 10.15)	3.91 (3.76 – 4.13)	6.82 (6.54 – 7.18)
Lahan Pertanian	8.81 (7.79 – 10.50)	3.81 (3.22 – 4.28)	6.64 (5.60 – 7.44)
Hutan Sekunder	9.59 (9.37 – 9.80)	4.39 (4.21 – 4.71)	7.65 (7.32 – 8.19)

Keterangan: angka dalam kurung adalah nilai minimum dan maksimum

Hasil analisa menunjukkan besarnya bahan organik tanah di HL Gunung Masarang berkisar antara 5.60% hingga 8.19%. Perbedaan kandungan bahan organik pada masing-masing lahan diduga karena adanya perbedaan sifat vegetasi penutup tanah dan adanya aktivitas mikro organisme sebagai pengurai di dalam tanah.

Kandungan bahan organik pada lahan hutan sekunder relatif lebih tinggi dibandingkan tutupan lahan lainnya yaitu rata-rata sebesar 7.65%. Hal ini disebabkan masih melimpahnya sumber bahan organik seperti serasah dan sisa-sisa daun yang berjatuhan. Pada lahan pertanian memiliki kandungan bahan organik yang terbilang cukup tinggi yaitu berkisar 5.60 – 7.44%, hal ini disebabkan penggunaan pupuk organik seperti kompos pada tanah saat sebelum ditanami tanaman sayur dan pupuk organik cair pada saat setelah ditanami tanaman. Kondisi lahan pertanian saat pengambilan sampel tanah sedang tidak ditanami tanaman dan dalam proses pengembalian unsur hara dimana banyak terdapat sisa-sisa tanaman pada permukaan tanah. Tinggi rendahnya kandungan bahan organik pada lahan pertanian dipengaruhi oleh adanya kegiatan pertanian yang berlangsung terus menerus

sehingga terjadi pengambilan unsur hara secara intensif oleh tanaman. Selain itu lahan pertanian berbatasan langsung dengan hutan sekunder sehingga serasah-serasah yang jatuh menambah sumber bahan organik. Pada lahan rumput-rumputan/alang-alang persen kandungan bahan organiknya tidak

jauh berbeda dengan lahan pertanian yaitu 6.54 – 7.18%, hal ini dikarenakan lokasi titik pengambilan sampel pada lahan rumput-rumputan/alang-alang berada di lereng yang cekung sehingga merupakan tempat tertimbunya bahan-bahan yang berasal dari lereng atas.

Permeabilitas Tanah

Cepat lambatnya permeabilitas tanah dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, tekstur tanah dan struktur tanah. Tanah yang bertekstur pasir akan lebih cepat permeabilitasnya dibanding tanah yang bertekstur debu dan lempung.

Tabel 4. Hasil analisis Permeabilitas tanah pada beberapa tipe tutupan lahan di HL Gunung Masarang

Tutupan Lahan	Permeabilitas Tanah (cm/jam)	Kelas
Rumput-rumputan/ alang-alang	0,44 (0,39 – 0,48)	Sangat lambat
Lahan Pertanian	0,54 (0,41 – 0,79)	Sangat lambat – Lambat
Hutan Sekunder	0,42 (0,31 – 0,53)	Sangat lambat – Lambat

Keterangan: angka dalam kurung adalah nilai minimum dan maksimum

Dari hasil analisa menunjukkan bahwa nilai rata-rata tingkat permeabilitas tanah di kawasan HL Gunung Masarang tergolong sangat lambat yaitu berkisar dari 0,31 hingga 0,79 cm/jam. Hal ini juga menunjukkan

pemeabilitas di HL Gunung Masarang yang tertinggi adalah pada lahan pertanian yaitu 0,41-0,79 cm/jam.

Tingginya permeabilitas ini dapat disebabkan kemiringan lahan dan adanya kegiatan-kegiatan pertanian seperti pengolahan tanah. Pada lahan hutan permeabilitasnya berkisar 0,31-0,53 cm/jam, sedangkan pada lahan rumput-rumputan/alang-alang permeabilitasnya rendah yaitu 0,39-0,48 cm/jam. Permeabilitas lahan hutan relatif sama (kelas) dengan lahan pertanian karena tekstur dan struktur tanah yang relatif hampir sama sedangkan pada lahan rumput-rumputan/alang-alang agak lebih rendah karena kandungan liat yang relatif lebih tinggi sehingga pori-pori makro lebih sedikit dibandingkan dengan lahan-lahan lainnya.

Erodibilitas Tanah

Dengan menggunakan metode Wischmeier dan Smith (1978) yang mempertimbangkan faktor-faktor debu, pasir halus dan pasir kasar, struktur tanah, bahan organik dan permeabilitas tanah, maka diperoleh nilai kepekaan tanah terhadap erosi (K) pada tiap penggunaan lahan yang berbeda di HL Gunung Masarang seperti yang tertera pada Tabel 5. Klasifikasi tingkat erodibilitas tanah menggunakan klasifikasi Arsyad (2010).

Tabel 5. Nilai Erodibilitas Tanah (K) pada Berbagai Tutupan Lahan di kawasan HL Gunung Masarang

Tutupan Lahan	Rata-rata Erodibilitas (K) (ton.jam.ft-tonf ¹ .in ⁻¹)	Nilai Kelas
Rumput-rumputan/ alang-alang	0,19 ± 0,04	Rendah – Sedang
Lahan Pertanian	0,37 ± 0,08	Sedang – Tinggi
Hutan Sekunder	0,23 ± 0,05	Rendah – Sedang

Keterangan: (±) simpangan baku (*standard deviation*)

Berdasarkan Tabel 5, terlihat perbedaan nilai erodibilitas pada masing-masing tipe tutupan lahan. Nilai erodibilitas tanah pada lokasi penelitian berkisar 0,19 – 0,37 ton.jam.ft-tonf¹.in⁻¹ dan tergolong dalam kelas rendah hingga tinggi. Berdasarkan nilai simpangan baku

yang diperoleh, tingkat erodibilitas tanah pada lahan rumput-rumputan/alang-alang tidak berbeda nyata dengan pada lahan hutan tapi masih lebih rendah dibandingkan dengan lahan pertanian.

Pada lahan rumput-rumputan/alang-alang nilai erodibilitas rata-rata dari yang terendah yaitu 0,19 ton.jam.ft-tonf¹.in⁻¹, sedangkan pada lahan pertanian nilai erodibilitas 0,37 ton.jam.ft-tonf¹.in⁻¹ tergolong kelas sedang hingga tinggi. Pada lahan hutan nilai erodibilitas tanah 0,23 ton.jam.ft-tonf¹.in⁻¹ tergolong kelas rendah hingga sedang. Perbedaan nilai erodibilitas ini disebabkan adanya perbedaan antara karakteristik sifat fisik dan kimia tanah pada tiap tutupan lahan.

Pada tabel di atas terlihat bahwa pada lahan pertanian lebih peka terhadap erosi dibandingkan dengan lahan rumput-rumputan/alang-alang dan hutan sekunder. Hal ini disebabkan tanah pada lahan pertanian memiliki sifat fisik tanah seperti tekstur tanah dengan kandungan pasir halus dan debunya lebih tinggi, kandungan bahan organik yang relatif rendah dibandingkan dengan lahan rumput-rumputan/alang-alang dan hutan serta pengolahan tanah secara intensif pada tanah lahan pertanian dapat mengakibatkan menurunnya sifat fisik dan kimia tanah sehingga tanah menjadi lebih mudah tererosi.

Setiap tipe penggunaan lahan mempunyai pengaruh terhadap kerusakan tanah oleh erosi. Semakin baik perlindungan permukaan tanah oleh tanaman maka semakin rendah erosi akan

terjadi. Perubahan penggunaan lahan di kawasan HL Gunung Masarang seperti pembukaan lahan untuk lahan pertanian telah berjalan selama 3 tahun, sehingga terjadi perubahan terutama dalam sifat fisik dan kimia tanah. Hal ini sejalan dengan pendapat Utomo *dkk*, (2016) bahwa perubahan jenis dan populasi vegetasi di permukaan tanah akan mempengaruhi kandungan bahan organik tanah.

Konversi penggunaan lahan dari ekosistem alami ke ekosistem pertanian mempengaruhi kandungan dan penyimpanan karbon organik tanah yang tergantung pada frekuensi dan kedalaman pengolahan tanah, tipe tanah, iklim dan faktor lainnya. Penggunaan lahan untuk pertanian ditentukan oleh jenis tanaman dan vegetasi, cara bercocok tanam dan intensitas penggunaan lahan.

Sifat fisik dan kimia tanah dipengaruhi oleh adanya vegetasi alami maupun tidak melalui perakaran tanaman. Akar tanaman berpengaruh dalam kestabilan agregat tanah, jumlah dan kemampuan pori-pori tanah dalam penyerapan air meningkat. Penutupan lahan dengan vegetasi dan pohon-pohon di hutan dapat membantu menghambat atau bahkan mencegah berlangsungnya pengikisan tanah-tanah permukaan. Tanah-tanah yang ditutupi oleh vegetasi alami mempunyai keadaan keseimbangan antara unsur hara, air dan udara dalam tanah.

Kesimpulan dan saran

Kesimpulan

Nilai erodibilitas tanah pada Hutan Lindung Gunung Masarang berkisar 0,14 – 0,45 ton.jam.ft-tonf⁻¹.in⁻¹ dan tergolong dalam kelas rendah hingga tinggi. Nilai erodibilitas tanah yang tinggi terdapat di lahan pertanian dengan rata-rata 0,37.

Saran

Sebaiknya tipe tutupan lahan pertanian dan rumput-rumputan/alang-alang dikembalikan ke fungsi awalnya yaitu hutan, atau masyarakat dapat menerapkan sistem agroforestri sebagai upaya konservasi pada hutan lindung dan tetap menghasilkan produk pertanian. Kepada instansi terkait hendaknya melakukan pembinaan dan memberi penyuluhan kepada masyarakat setempat mengenai pengelolaan lahan yang benar dengan mengedepankan prinsip-prinsip konservasi agar tidak menyebabkan erosi dan kerusakan lahan yang berat terutama di kawasan hutan lindung.

Daftar Pustaka

- Arief, A.. 1994. Hutan: Hakikat dan Pengaruhnya Terhadap Lingkungan. Buku Ajar. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Arsyad, S.. 2010. Konservasi Tanah dan Air. Buku Ajar. Edisi Kedua. Institut Pertanian Bogor Press. Bogor.
- Balai Penelitian Tanah (BPT). 2009. Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Buku Ajar. Edisi Kedua. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor.
- Belasri, A., A. Lakhouili, & O. Iben Halima. 2017. Soil erodibility mapping and its correlation with soil properties of Oued El Makhazine watershed, Morocco. 8 (9):3208-3215.
- Dariah, A., Subagyo, H., Tafakresnanto & S. Marwan. 2004. Kepekaan Tanah terhadap Erosi. Jurnal Akta Agrosia. 8 (2): 7-28. Bogor.
- Dariah, A., F. Agus, S. Arsyad, Sudarsono, & Maswar. 2003. Erosi dan Aliran Permukaan pada Lahan Pertanian Berbasis Tanaman Kopi di Sumberjaya. Jurnal Agrivista, 26 (1): 52- 60. Lampung Barat.
- Fiantis, D.. 2017. Buku Ajar: Morfologi dan Klasifikasi tanah. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi. Universitas Andalas. Padang.
- Hardjowigeno, S.. 2010. Ilmu Tanah. Cetakan Ketujuh. CV Akademika Pressindo. Jakarta.
- ICMM. Starke, & L. (Ed.). 2006. Good Practice Guidance for Mining and Biodiversity. International Council on Mining and Metals (ICMM). London.
- Kalaati, I., Ramlan, & A. Rahman. 2019. Tingkat Erodibilitas Tanah pada Beberapa Tingkat Kemiringan Lahan di Desa Labuan Toposo Kecamatan Labuan Kabupaten Donggala. Jurnal. 7 (2): 172-178. Program Studi Agroteknologi. Universitas Tadulako. Palu
- Kasifah. 2017. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Materi Kuliah. Buku Ajar. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar.
- Louwim, J.. 2008. Analisis Erodibilitas Tanah di Kecamatan Kemusu Kabupaten Boyolali Propinsi Jawa Tengah. Program Studi Geografi. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Lutoryali, E.. 2019. Struktur dan Komposisi Vegetasi Pohon di Hutan Lindung Gunung Mahawu dan Hutan Lindung Gunung Masarang. Jurnal. Program Studi Ilmu

- Kehutanan. Fakultas Petanian. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Mustafa, M., A. Ahmad, M. Ansar, & M. Syafiudin. 2012. Hibah Penulisan Buku Ajar: Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Program Studi Agroteknologi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Oktiviany, F.. 2009. Pengaruh Penggunaan Lahan Terhadap Sifat Fisiko Kimia dan Erodibilitas Tanah pada Berbagai Kemiringan Lereng. Skripsi. Program Studi Ilmu Tanah. Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pandutama, M. H., Mudjiharjati, A., Suyono, & Mustamidin. 2003. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Buku Ajar. Jurusan Tanah. Universitas Jember. Jember.
- Patiung, O.. 2012. Kajian Dampak Reklamasi Lahan Tambang Batubara terhadap Komponen Fungsi Hidrologis dan Ekologis DAS serta Manfaat bagi Masyarakat. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rachman, A., S. H. Anderson, C. Gantzer, & A. L. Thompson. 2003. Influence of Long-term Cropping Systems on Soil Physical Properties Related to Soil Erodibility. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67: 637-644.
- Rahasia, R. F.. 2014. Potensi Tumbuhan Pakan Alami bagi Monyet Hitam Sulawesi (Macaca nigra) di Hutan Lindung Gunung Masarang. *Jurnal. Program Studi Ilmu Kehutanan.* Fakultas Pertanian. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Rahman, F., U. Andawayanti, L. M. & Limantara. 2017. Analisa Nilai Erodibilitas Tanah Terhadap Laju Kehilangan Tanah dengan Rainfall Simulator. *Jurnal. Jurusan Teknik Pengairan.* Thesis. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sulistyaningrum, D., L. D. Susanawati, & B. Suharto. 2013. Pengaruh Karakteristik Fisika Kimia Tanah Terhadap Nilai Indeks Erodibilitas Tanah dan Upaya Konservasi Lahan. *Jurnal Sumberdaya Alam dan lingkungan.* Keteknikan Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Trisnoto. 2008. Tingkat Erodibilitas Tanah di Kecamatan Ambarawa Kabupaten Semarang Propinsi Jawa Tengah. *Fakultas Geografi.* Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 1997 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Utomo, M., Sudarsono, B. Rusman, T. Sabrina, J. Lumbanraja, & Wawan. 2016. ILMU TANAH Dasar-dasar dan Pengelolaan. Buku Ajar. Prenadamedia. Jakarta.

Wischmeier, W. H. & Smith DD.,
1978. Predicting Rainfall
Erosion Losses : A Guide to
Conservation Planning,
USDA Agriculture.
Handbook No. 537.

Wischmeier, W. H., & J. V.
Mannering. 1969. Relation of
soil properties to its
erodibility. Soil Sci. Soc.
Amer. Proc. 131-137.

Yamani, A.. 2012. Studi Besarnya
Erosi pada Areal Reklamasi
Tambang Batubara di PT
Arutmin Indonesia
Kabupaten Kotabaru. Jurnal
Hutan Tropis. 13 (1): 46-54.
Program Studi Kehutanan.
Universitas Lambung
Mangkurat. Banjarbaru.

Yudhistira, W. K. Hidayat, & A.
Hadiyanto. 2011. Kajian
Dampak Kerusakan
Lingkungan Akibat Kegiatan
Penambangan Pasir di Desa
Keningar Daerah Kawasan
Gunung Merapi. Jurnal Ilmu
Lingkungan. 9 (2): 76-84.
Program Studi Ilmu
Lingkungan Program Pasca
Sarjana. Universitas
Diponegoro. Semarang.