

PREDIKSI EROSI MENGGUNAKAN METODE USLE PADA TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L) DI KECAMATAN TELAGA BIRU KABUPATEN GORONTALO

EROSION PREDICTION USING THE USLE METHOD ON CACAO PLANTS (*Theobroma cacao* L.) IN TELAGA BIRU DISTRICT, GORONTALO REGENCY

Nursiam Daud¹, Yunnita Rahim¹, Muhammad Arief Aziz¹, Rival Rahman^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

*Penulis korespondensi: rival@ung.ac.id

ABSTRACT

This research aims to predict the magnitude of erosion, determine the tolerable erosion value (T), and establish the values of crop management and conservation practices factors (CP) on cocoa plantation land in Dulamayo Village, Telaga Biru Subdistrict, Gorontalo Regency. The method employed is the Universal Soil Loss Equation (USLE), which considers rainfall erosivity (R), soil erodibility (K), slope length and steepness (LS), land cover (C), and conservation practices (P). The research was conducted through field surveys, soil sampling, laboratory analysis, and analysis of rainfall data from the last five years. The results show that the annual rainfall erosivity value is 1569.87 with a monthly average of 146.6. The soil erodibility value (K) is 0.200541, classified as moderate, while the LS factor value is 6.8 on a slope gradient of 38.1%. The crop management factor (C) is 0.2, and the conservation practices factor (P) is 1. These conditions indicate that the land has a high erosion potential due to rainfall and steep topography, though existing vegetation helps reduce erosion. Therefore, more effective soil conservation measures, such as terracing and cover crop planting, are required to reduce erosion rates to tolerable levels.

Keywords: : Erosion, USLE, Cocoa, Soil Conservation, Gorontalo

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi besarnya erosi, menentukan nilai erosi yang dapat ditoleransi (T), serta menetapkan nilai faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi (CP) pada lahan pertanaman kakao di Desa Dulamayo, Kecamatan Telaga Biru, Kabupaten Gorontalo. Metode yang digunakan adalah Universal Soil Loss Equation (USLE) dengan mempertimbangkan faktor erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), penutup lahan (C), serta tindakan konservasi (P). Penelitian dilakukan melalui survei lapangan, pengambilan sampel tanah, serta analisis laboratorium dan data curah hujan lima tahun terakhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai erosivitas hujan tahunan sebesar 1569,87 dengan rata-rata bulanan 146,6, nilai erodibilitas tanah (K) sebesar 0,200541 termasuk kategori sedang, dan nilai faktor LS sebesar 6,8 pada kemiringan lereng 38,1%. Nilai faktor pengelolaan tanaman (C) sebesar 0,2 dan faktor konservasi (P) sebesar 1. Kondisi ini menunjukkan bahwa lahan memiliki potensi erosi yang cukup tinggi akibat pengaruh curah hujan dan topografi yang curam, meskipun vegetasi cukup membantu menekan erosi. Oleh karena itu, diperlukan penerapan tindakan konservasi tanah yang lebih efektif seperti terasering dan penanaman tanaman penutup tanah untuk menekan laju erosi agar tetap berada di bawah ambang toleransi.

Kata kunci: : Erosi, USLE, kakao, konservasi tanah, Gorontalo

PENDAHULUAN

Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian - bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Erosi tanah terjadi saat lapisan permukaan tanah tererosi akibat pergerakan air dan angin, yang menyebabkan partikel tanah hancur sebelum diangkut. Intensitas hujan, karakteristik fisik tanah, penutupan lahan, kemiringan dan panjang lereng, serta faktor lainnya juga berperan dalam mempengaruhi proses ini (Andriyani, dkk 2020). Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya-upaya untuk mencegah kerusakan tanah akibat erosi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengetahui besarnya erosi yang terjadi pada suatu lahan melalui prediksi erosi. Erosi terprediksi dapat dijadikan dasar dalam perencanaan tindakan konservasi yang tepat untuk dapat menurunkan nilai erosi pada tingkat yang tidak membahayakan. Mengetahui besarnya erosi yang terjadi disuatu wilayah

merupakan hal penting karena selain dapat mengetahui nilai laju erosi dan indeks bahaya erosi yang terjadi juga dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk mencari solusi dari bahaya erosi. Prediksi Erosi dapat dilakukan dengan menggunakan Salah satu metode prediksi yang masih digunakan yaitu metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*), (Arsyad, 2010).

Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE), yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978), adalah salah satu model yang sering digunakan di Indonesia untuk memproyeksikan tingkat erosi permukaan. USLE digunakan untuk mengevaluasi faktor-faktor seperti erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), pengelolaan vegetasi tanaman (C), serta praktik konservasi tanah (P). Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) umumnya dibudidayakan di daerah tropis dengan curah hujan tinggi dan kontur lahan yang tidak selalu rata. Kondisi ini membuat lahan kakao rentan terhadap erosi, terutama bila tidak dikelola dengan prinsip konservasi tanah. Sistem tanam monokultur, jarak tanam yang tidak sesuai, dan minimnya penutup tanah memperparah proses pelapukan dan kehilangan tanah. Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan ilmiah untuk mengevaluasi tingkat ancaman erosi dan menentukan strategi konservasi yang tepat. Salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam kajian prediksi erosi adalah *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Penerapan metode USLE dalam konteks lahan kakao di Desa Dulamayo menjadi sangat penting untuk mengetahui besarnya potensi erosi yang terjadi dan sebagai dasar dalam merancang tindakan pengendalian erosi yang efektif. Dengan data yang akurat dan perhitungan yang tepat, hasil dari analisis USLE dapat dijadikan acuan dalam pembuatan kebijakan lokal maupun pengelolaan lahan tingkat petani.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Juli – September 2025. Penelitian ini dilaksanakan di lahan pertanian yang ditanami tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) yang memiliki kemiringan lahan sebesar 38,1% dengan panjang 40 meter, yang terletak di Desa Dulamayo Kecamatan Telaga, Kabupaten Gorontalo. Alat yang digunakan dalam penelitian ini mencakup ring sampel, meteran gulung (25-50 meter), pisau, kertas label, klinometer, kamera, alat tulis, dan peralatan untuk analisis tanah di laboratorium. Bahan yang digunakan termasuk sampel tanah, plastik sampel, serta data curah hujan 5 tahun terakhir. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan melakukan survei langsung di lapangan dan mengambil sampel tanah untuk dianalisis di laboratorium kimia dan kesuburan tanah Universitas Hasanuddin Makassar. Data yang diperoleh dari pengamatan lapangan dan analisis laboratorium digunakan untuk memperkirakan tingkat erosi yang diperkirakan terjadi pada lahan pertanaman kakao milik petani dengan menggunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Untuk mendapatkan estimasi erosi di lahan pertanaman jagung, persamaan USLE (*Universal Soil Loss Equation*) digunakan seperti berikut:

a. Nilai Erosi Terprediksi (A)

$$A = R.K.L.S.C.P$$

Keterangan: A = Besarnya kehilangan tanah (ton/ha/tahun); R = faktor erosivitas hujan K = faktor erodibilitas tanah; LS= Faktor panjang dan kemiringan lereng; C =Faktor penutupan vegetasi dan pengelolaan tanaman; P = Faktor pengelolaan lahan/tindakan konservasi tanah.

b. Penentuan Erosi yang Dapat Ditoleransi

Di daerah atau negara-negara yang masih mengandalkan teknologi pertanian tradisional atau menggunakan input yang minim, penting untuk menetapkan nilai T secara rendah. Namun, karena suhu dan curah hujan rata-rata lebih tinggi di daerah tropis basah dibandingkan dengan daerah beriklim sedang, laju pembentukan tanah di daerah tropis basah diperkirakan dua kali lebih cepat dibandingkan dengan di daerah beriklim sedang. Nilai T merupakan batas maksimum kehilangan tanah yang masih dapat ditoleransi agar produktivitas tanah tetap berkelanjutan. Nilai T dihitung berdasarkan kedalaman efektif tanah, umur guna tanah, dan berat isi tanah. Perhitungan nilai T dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T_{mm} = \frac{D}{U} \text{ dan } T = T_{mm} \times \rho \times 10$$

Dimana, T_{mm} = laju penipisan tanah (mm/ha/thn); D = Kedalaman ekuivalen tanah (mm); U = Umur guna tanah (thn); ρ =Berat isi tanah (g/cm^3).

c. Penentuan Indeks Bahaya Erosi

Penetapan nilai Indeks Bahaya Erosi (IBE) melibatkan perbandingan antara tingkat erosi aktual dengan nilai erosi yang dapat diterima, dengan tujuan untuk mengevaluasi dampak erosi terhadap kelestarian lahan (Tabel 1). Hammer mengatakan bahwa penentuan indeks bahaya erosi dilakukan menggunakan rumus:

$$IBE = \frac{\text{Erosi Potensial}}{T}$$

Dimana, Erosi Potensial ;= R.K.L.S; T = Erosi yang dapat ditoleransi (ton/ha/thn) (Arsyad, 2010)

Tabel 1. Klasifikasi Indeks Bahaya Erosi dan Tingkat Kekritisan Lahan Kondisi Eksisting

No	Indeks Bahaya Erosi		Tingkat Kekritisan Lahan	Luas (km ²)	Persentase (%)
	Nilai	IBE			
1	<1,0	Rendah	Potensial Kritis	5,74	4,39
2	1,01 – 4,0	Sedang	Semi Kritis	104,77	80,06
3	4,01 – 10,0	Tinggi	Kritis	20,35	15,55
Total				130,86	100,00

d. Penentuan Nilai CP Yang Dapat Menurunkan Nilai Erosi Tanah

Menurut Arsyad (2010), untuk menentukan nilai faktor pengelolaan tanaman dan praktik konservasi yang sesuai, atau nilai CP yang dapat mengurangi tingkat erosi menjadi setara atau lebih rendah dari nilai T , digunakan rumus sebagai berikut:

$$CP \leq \frac{T}{RKLS}$$

Dimana: CP = nilai faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi; T = nilai erosi yang dapat ditoleransi/diperbolehkan; RKLS = nilai erosivitas hujan, erodibilitas, dan nilai faktor topografi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan merupakan faktor utama dalam memprediksi tingkat erosi tanah. Data curah hujan selama lima tahun terakhir yang dikumpulkan dari stasiun BMKG Bone Bolango, digunakan untuk menghitung nilai erosivitas hujan. Hasil perhitungan nilai erosivitas hujan tersebut ditampilkan dalam Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 dibawah, nilai erosivitas hujan (R) yang dihitung dari data rata-rata curah hujan 5 tahun terakhir menunjukkan variasi yang cukup besar setiap bulan. Nilai R bulanan tertinggi terjadi pada bulan Oktober (241,85), diikuti Juli (199,31) dan November (189,37), sedangkan nilai terendah terjadi pada Februari (57,64) dan Januari (84,87). Total nilai erosivitas tahunan yang diperoleh adalah 1569,87, dengan rata-rata bulanan sebesar 146,6. Pola ini memperlihatkan bahwa periode pertengahan hingga akhir tahun memiliki daya rusak hujan yang lebih tinggi dibanding awal tahun. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada bulan-bulan tersebut energi kinetik hujan, intensitas, serta peluang terjadinya limpasan permukaan meningkat sehingga potensi erosi tanah menjadi lebih besar. Hasil ini selaras dengan temuan penelitian Lady Agestia dkk. (2023) pada Sub DAS Way Pubian yang menyatakan bahwa nilai indeks erosivitas hujan dengan metode Bols cenderung tinggi pada bulan-bulan dengan curah hujan besar dan hujan maksimum harian tinggi, serta menunjukkan perbedaan nyata antar bulan Dalam artikel tersebut dijelaskan bahwa metode Bols lebih sensitif terhadap variasi karakteristik hujan dibanding metode yang hanya menggunakan curah hujan bulanan, sehingga lebih representatif dalam menggambarkan energi hujan penyebab erosi. Menurut Arsyad (2010), salah satu faktor penting hujan yang mempengaruhi erosi adalah energi kinetik hujan, karena ini yang menyebabkan penghancuran agregat tanah. Meskipun energi kinetik hujan berpengaruh terhadap erosi, hubungan yang lebih kuat dengan erosi ditemukan dengan intensitas curah hujan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan

bahwa di antara energi kinetik dan intensitas curah hujan, intensitas hujan memiliki pengaruh terbesar terhadap tingkat erosi.

Tabel 2. Rata-rata Curah Hujan 5 Tahun Terakhir dan Nilai Erosivitas R

BULAN	RAIN (cm)	RAIN _{1,21}	DAYS	DAYS _{0,47}	MAX.P (cm)	MAX.P _{0,53}	R (cm/th)
Jan	12,44	21,12	10,8	0,33	3,67	1,99	84,87
Feb	7,04	10,61	5,2	0,46	3,46	1,93	57,64
Mar	18,68	34,54	10,2	0,34	4,31	2,17	155,93
Apr	13,94	24,24	8	0,38	4,06	2,1	118,36
Mei	21,8	41,64	12,2	0,31	4,54	2,23	176,14
Jun	16,8	30,38	10,8	0,33	4,01	2,09	128,21
Jul	22,6	43,5	11,2	0,32	4,98	2,34	199,31
Ags	18,52	34,19	10,4	0,33	4,31	2,17	149,81
Sep	16,5	29,73	9	0,36	4,43	2,2	144,08
Okt	22,9	44,2	10	0,34	6,22	2,63	241,85
Nov	25,2	49,62	16,8	0,27	4,86	2,31	189,37
Des	14,74	25,93	8,8	0,36	3,65	1,99	113,67
Jumlah	211,16	389,7	123,4	4,13	52,5	26,15	1569,8744
Rerata	17,6	32,48	10,28	0,34	4,38	2,18	146,6

Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah atau faktor K merupakan ukuran sejauh mana tanah mudah tererosi oleh air. Nilai erodibilitas tanah ini diperoleh dari sampel tanah yang di ambil dalam lokasi penelitian kemudian di uji dalam laboratorium. Hasil dari erodibilitas tanah ini tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Kemiringan Lahan	M	A	b	Permeabilitas	c	K	Kategori
38,1%	2585,82	2,64	3	1,31	5	0,200541	sedang

Ket : K = Faktor Erodibilitas Tanah, M = Ukuran Partikel, a = % bahan organik, b = Kode Struktur Tanah, c = Kode Permeabilitas Tanah

Berdasarkan hasil analisis data pada Tabel 11, diperoleh nilai faktor erodibilitas tanah (K) di lokasi penelitian sebesar 0,200541. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tanah di area penelitian masuk ke dalam kategori sedang dalam hal kepekaannya terhadap erosi. Angka ini didapatkan melalui perhitungan parameter fisik tanah yang meliputi ukuran partikel (M) sebesar 2585,82, kandungan bahan organik (a) sebesar 2,64%, kode struktur tanah (b) bernilai 3, serta kode permeabilitas tanah (c) bernilai 5. Secara teoretis, nilai erodibilitas ini menggambarkan kemudahan tanah untuk mengalami pengelupasan (*detachment*) dan pengangkutan (*transportation*) oleh energi kinetik air hujan serta aliran permukaan. Kategori "sedang" pada lokasi ini dipengaruhi secara signifikan oleh kandungan bahan organik sebesar 2,64%. Bahan organik berperan krusial sebagai agen pengikat agregat tanah yang meningkatkan stabilitas struktur, sehingga dapat menekan nilai erodibilitas. Namun, nilai permeabilitas yang berada pada kode 5 mengindikasikan bahwa kemampuan tanah untuk menyerap air cenderung agak lambat. Kondisi permeabilitas yang rendah ini berpotensi meningkatkan volume limpasan permukaan (*run-off*) saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi, yang pada gilirannya dapat memicu pengikisan partikel tanah meskipun nilai K berada pada tingkat moderat. Hasil penelitian ini sejalan dengan klasifikasi yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978) serta Arsyad (2010), yang menyatakan bahwa tanah dengan nilai K di kisaran 0,20 hingga 0,32 memiliki tingkat kerentanan erosi yang menengah. Faktor tekstur tanah (M) yang cukup tinggi dalam perhitungan ini menunjukkan adanya dominasi fraksi debu atau pasir sangat halus yang memang dikenal memiliki ikatan antar-partikel yang lebih lemah dibandingkan fraksi liat. Oleh karena itu, diperlukan upaya konservasi tanah yang tepat, seperti pemeliharaan tutupan lahan atau penambahan bahan organik secara berkala, untuk menjaga agar laju erosi tidak meningkat melampaui ambang batas yang diperbolehkan.

Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Panjang dan kemiringan lereng merupakan faktor topografi utama yang mempengaruhi besarnya erosi. Dua faktor ini saling berhubungan dalam menentukan energi potensial aliran permukaan. Pada metode USLE, kedua faktor ini digabung dalam satu parameter, yaitu LS. Mengenai informasi panjang dan kemiringan lereng dapat dilihat pada tabel 4 berdasarkan penelitian lapangan.

Tabel 4. Nilai Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Bentuk wilayah	Panjang Lereng	Kemiringan lereng	Nilai LS
Miring	40 Meter	38,1%	6,8

Berdasarkan tabel nilai faktor panjang dan kemiringan lereng (LS), hasil pengukuran di lokasi penelitian menunjukkan bahwa bentuk wilayah tergolong lahan miring dengan panjang lereng sebesar 40 meter dan kemiringan lereng mencapai 38,1%. Dari kondisi tersebut diperoleh nilai faktor LS sebesar 6,8. Nilai ini mencerminkan bahwa karakteristik topografi dilokasi penelitian memiliki potensi besar dalam meningkatkan laju aliran permukaan, sehingga energi kinetik air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menjadi lebih tinggi. Semakin panjang dan curam sutau lereng, maka kemampuan aliran permukaan untuk mengangkut partikel tanah juga semakin besar, yang pada akhirnya meningkatkan erosi terjadinya erosi tanah. Hasil tersebut dikaitkan dengan tabel penilaian kelas lereng dan faktor LS yang mengelompokkan kemiringan lereng ke dalam beberapa kelas. Berdasarkan tabel tersebut, kemiringan lereng 25 – 40% termasuk dalam kelas lereng IV dengan nilai LS sebesar 6,8. Hal ini menunjukkan bahwa nilai LS yang diperoleh dari hasil pengukuran lapangan telah sesuai dengan nilai LS berdasarkan klasifikasi kelas lereng yang dikemukakan oleh Zainudin dan Kironoto *et al.*, (2003). Nilai LS sebesar 6,8 menandakan bahwa kontribusi panjang dan kemiringan lereng terhadap erosi cukup signifikan dalam perhitungan menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation (USLE)*. Hal ini sejalan dengan konsep USLE yang menyatakan bahwa faktor LS merepresentasikan pengaruh topografi terhadap besarnya kehilangan tanah, dimana nilai LS yang tinggi akan meningkatkan nilai erosi total apabila tidak diimbangi dengan pengolahan lahan dan tindakan konservasi yang memadai. Dengan demikian, kemiringan lereng sebesar 38,1% pada lokasi penelitian secara konsisten masuk dalam kategori lereng curam yang memiliki potensi erosi relatif tinggi. Temuan ini di dukung oleh beberapa penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa lahan dengan kemiringan lereng di atas 25% memiliki tingkat kerentanan erosi yang tinggi, terutama apabila digunakan untuk kegiatan pertanian tanpa penerapan teknik konservasi tanah. Oleh karena itu, kondisi lereng pada lokasi penelitian memerlukan perhatian khusus dalam pengolahan lahan, seperti penerapan terasering, penanaman tanaman penutup tanah, atau sistem agroforestri, guna menekan laju erosi yang berpotensi terjadi.

Faktor Pengelolaan Tanaman (C)

Berdasarkan hasil perhitungan dari nilai pengelolaan tanaman yang menggabungkan nilai pengelolaan tanaman kakao dan kayu gambir, maka Tabel 5 nilai pengelolaan tanaman dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Nilai Faktor Pengelolaan Tanaman (C)

Kemiringan Lereng	Faktor C	Nilai Faktor C	Nilai Faktor P
38,1%	Kakao (kerapatan tinggi)	0,2	1

Berdasarkan hasil analisis pada tabel 5, diketahui bahwa lokasi penelitian memiliki kemiringan lereng sebesar 38,1% yang termasuk dalam kategori curam/tinggi. Kondisi topografi seperti ini secara alami memiliki potensi erosi yang tinggi karena meningkatnya kecepatan aliran permukaan dan energi kinetik air hujan. Namun, hasil penilaian faktor pengelolaan tanaman menunjukkan bahwa lahan tersebut dikelola dalam bentuk kebun campuran dengan kerapatan vegetasi yang tinggi, sehingga diperoleh nilai faktor C sebesar 0,2 dan nilai faktor P sebesar 1. Nilai faktor C sebesar 0,2 menunjukkan bahwa sistem pengelolaan tanaman yang diterapkan dilokasi penelitian tergolong cukup relatif dalam

menekan laju erosi tanah. Faktor C dalam metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) menggambarkan pengaruh jenis tanaman, sistem tanam, serta kondisi penutup lahan terhadap besarnya erosi. Nilai C yang rendah menandakan bahwa permukaan tanah terlindungi dengan dari pukulan langsung butir hujan, sehingga proses pelepasan partikel tanah (*detachment*) dapat diminimalkan. Namun, pada kondisi penutup lahan pada pertanaman kakao tergolong cukup baik, ditandai dengan tajuk yang rapat serta adanya seresah yang menutupi permukaan tanah. Kondisi ini berperan dalam mengurangi energi kinetik hujan dan memperlambat aliran permukaan, sehingga dapat menekan laju erosi. Oleh karena itu, nilai faktor pengelolaan tanaman (C) pada lokasi penelitian tergolong rendah, yaitu sebesar 0,2. Nilai ini menunjukkan bahwa vegetasi memiliki kontribusi yang cukup signifikan dalam mengendalikan erosi, meskipun belum sepenuhnya mampu mengimbangi pengaruh kemiringan lereng yang curam. Selain itu, sistem perakaran yang beragam dan menyebar ke berbagai lapisan tanah membantu memperkuat struktur tanah dan mengurangi risiko terjadinya erosi lembar maupun erosi alur pada lereng curam. Pada lahan dengan kemiringan 38,1%, ketiadaan tindakan konservasi mekanik berpotensi meningkatkan risiko erosi, terutama pada saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kebun campuran mampu menekan erosi melalui nilai C rendah, efektivitas pengendalian erosi masih belum optimal apabila tidak dikung oleh tindakan konservasi tanah yang sesuai. Dengan kata lain, pengolahan vegetasi saja belum cukup untuk menekan erosi secara maksimal pada lahan topografi yang curam. Beberapa penelitian menyatakan bahwa lereng curam, pengelolaan vegetasi perlu dikombinasikan dengan konservasi mekanik untuk menekan kehilangan tanah secara signifikan (Arsyad, 2010). Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Widiyanto et al., (2010) yang menyatakan bahwa pada lahan perkebunan di lereng curam, kerapatan tanaman memiliki peran yang lebih krusial dibandingkan umur tanaman itu sendiri dalam mengontrol erosi. Nilai C sebesar 0,2 yang dihasilkan dari kerapatan tinggi dalam penelitian ini mengonfirmasi teori bahwa sistem tanam rapat mampu menciptakan "hambatan permukaan" yang menyerupai kondisi hutan, sehingga efektif dalam memotong kecepatan aliran permukaan (*run-off*). Efektivitas tanaman kakao dalam konservasi tanah tidak hanya ditentukan oleh nilai faktor C, tetapi juga oleh kerapatan tajuk dan pengelolaan ruang antar tanaman. Tajuk yang rapat dapat mengurangi energi tumbukan hujan, sedangkan sistem perakaran yang berkembang pada agroforestri kakao mampu meningkatkan makroporositas dan infiltrasi tanah sehingga menekan erosi, bahkan pada lereng curam (>30%) (Hafid et al., 2007; Saputra et al., 2020).

Nilai Erosi yang Terprediksi (A)

Menurut hasil perhitungan dengan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE), nilai erosi tercantum pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Erosi Yang Terprediksi (A)

Kemiringan	R	K	LS	C	P	A	Kategori
38,1%	146,6	0,200541	6,8	0,2	1	39,9831	Rendah

Ket : R = Erosivitas Hujan, K = Erodibilitas Tanah, LS = Panjang dan Kemiringan Lereng, C = Nilai Pengelolaan Tanaman, P = Tindakan Konservasi, A = Nilai Erosi Terprediksi

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) pada lokasi penelitian, diperoleh nilai erosi terprediksi (A) sebesar 39,9831 ton/ha/tahun pada lokasi penelitian dengan tingkat kemiringan lereng mencapai 38,1%. Nilai ini termasuk dalam kategori rendah, namun tetap perlu perhatian dalam pengelolaan lahan agar tidak meningkat, terutama jika kondisi lereng curam atau curah hujan tinggi. Rendahnya nilai erosi ini merupakan hasil interaksi beberapa faktor utama, yaitu erosivitas hujan (R) sebesar 146,6, erodibilitas tanah (K) sebesar 0,200541, faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) sebesar 6,8, faktor penutup lahan (C) sebesar 0,2, serta faktor tindakan konservasi (P) sebesar 1. Faktor erosivitas hujan (R) meskipun tidak terlalu tinggi, namun tetap memberikan kontribusi terhadap pelepasan partikel tanah, terutama ketika terjadi hujan dengan intensitas tertentu. Selain itu, nilai erodibilitas tanah (K) sebesar 0,200541 mengindikasikan bahwa tanah di lokasi penelitian memiliki tingkat kepekaan sedang terhadap erosi, yang berarti tanah cukup mudah terangkut apabila terkena aliran permukaan. Kombinasi kedua faktor ini menjadi salah satu penyebab utama tingginya nilai erosi yang terjadi. Di sisi lain, faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) sebesar 6,8 turut memperbesar laju erosi. Lereng yang curam, seperti pada kemiringan 38,1%, akan meningkatkan

kecepatan aliran air di permukaan tanah. Semakin tinggi kecepatan aliran, maka semakin besar pula daya angkut terhadap partikel tanah, sehingga mempercepat terjadinya erosi. Hal ini sejalan dengan teori bahwa kemiringan lereng merupakan salah satu faktor dominan dalam menentukan besarnya kehilangan tanah pada suatu lahan. Faktor penutup lahan (C) sebesar 0,2 menunjukkan bahwa terdapat vegetasi atau penutup lahan yang cukup membantu dalam mengurangi dampak erosi, namun belum optimal. Vegetasi berfungsi untuk mengurangi energi jatuhnya butir hujan serta memperlambat aliran permukaan. Akan tetapi, nilai C yang belum mendekati nol menandakan bahwa perlindungan tanah masih kurang maksimal. Sementara itu, faktor tindakan konservasi (P) yang bernilai 1 mengindikasikan bahwa belum terdapat upaya konservasi tanah yang diterapkan secara khusus di lokasi penelitian. Hal ini menyebabkan seluruh potensi erosi yang terjadi tidak mengalami pengurangan akibat tindakan pengelolaan lahan. Secara keseluruhan, tingginya nilai erosi terprediksi di lokasi penelitian menunjukkan bahwa kondisi lahan memerlukan penanganan yang serius melalui penerapan teknik konservasi tanah dan air. Upaya yang dapat dilakukan antara lain pembuatan terasering pada lahan miring, penanaman tanaman penutup tanah (cover crop), serta penerapan sistem agroforestri. Selain itu, pengelolaan lahan yang berkelanjutan sangat diperlukan untuk mengurangi dampak negatif erosi, seperti penurunan kesuburan tanah, sedimentasi, dan kerusakan lingkungan di sekitar area penelitian.

Nilai yang Dapat Ditoleransi

Berdasarkan hasil perhitungan pada penelitian ini, diperoleh nilai T sebesar 7,2 ton/ha/thn. Nilai ini ditentukan dari beberapa parameter utama yaitu kedalaman efektif tanah, faktor kedalaman, umur guna tanah, dan berat isi tanah. Dimana dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Erosi Yang Dapat Ditoleransi (ETol)

Parameter	Nilai
Kedalaman Efektif	30 cm
Faktor kedalaman	0,8
Umur guna	400 tahun
Berat isi tanah	1,2 g/cm ³
Nilai T	7,2 ton/ha/thn

Penentuan nilai T dengan pendekatan tersebut sejalan dengan metode yang dikemukakan Hammer (1981) yang masih banyak digunakan dalam penelitian konservasi tanah hingga saat ini, dimana nilai T dihitung dari kedalaman efektif tanah dan umur guna tanah, kemudian dikonversi ke satuan ton/ha/thn menggunakan berat isi tanah. nilai kedalaman tanah pada lokasi penelitian sebesar 30 cm menunjukkan bahwa lapisan tanah yang dapat dimanfaatkan relatif terbatas. Hal ini berpengaruh langsung terhadap kecilnya nilai T yang dihasilkan. Semakin dangkal tanah, maka semakin kecil pula nilai toleransi erosi karena cadangan tanah yang tersedia untuk mendukung pertumbuhan tanaman menjadi terbatas. Hal ini juga didukung oleh penelitian Buranda dkk. (2022) yang menyatakan bahwa karakteristik tanah, termasuk kedalaman tanah sangat mempengaruhi besarnya nilai erosi yang dapat ditoleransi. Selain itu, penggunaan umur guna tanah sebesar 400 tahun dalam penelitian ini menunjukkan bahwa tanah diharapkan dapat dimanfaatkan dalam jangka waktu yang panjang secara berkelanjutan. Semakin besar umur guna digunakan, maka nilai T akan semakin kecil karena kehilangan tanah harus ditekan agar tanah tidak cepat habis. Hal ini sesuai dengan konsep konservasi tanah yang menekankan pemanfaatan sumber daya tanah secara berkelanjutan dalam jangka panjang, sebagaimana juga diharapkan dalam berbagai penelitian erosi menggunakan metode USLE di Indonesia. Nilai T sebesar 7,2 ton/ha/thn yang diperoleh dalam penelitian ini tergolong relatif rendah hingga sedang jika dibandingkan dengan beberapa hasil penelitian. Sebagai contoh, penelitian oleh Laudengi dkk. (2024) menunjukkan nilai T sebesar 8,96 ton/ha/thn pada lahan jagung di Gorontalo. Perbedaan nilai ini dipengaruhi oleh kondisi tanah, kedalaman efektif, serta karakteristik lahan yang berbeda. Dengan demikian, nilai T sebesar 7,2 ton/ha/thn menunjukkan bahwa batas maksimum kehilangan tanah di lokasi penelitian tergolong cukup ketat. Artinya apabila laju erosi aktual yang terjadi melebihi nilai tersebut, maka lahan berpotensi mengalami degradasi tanah seperti penurunan kesuburan, berkurangnya kedalaman solum, serta menurunnya produktivitas lahan.

Indeks Bahaya Erosi (IBE)

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus yang diperkenalkan oleh Hammer (1981) dalam Arsyad (2010), nilai indeks bahaya erosi terlihat dalam Tabel 8.

Tabel 8. Indeks Bahaya Erosi (IBE)

Penggunaan Lahan	Erosi Potensial (ton/ha/thn)	T (ton/h/thn)	IBE	Harkat
Kakao	199,9153	7,2	27,7660	Tinggi

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel, diperoleh nilai Indeks Bahaya Erosi (IBE) sebesar 199,9153 yang termasuk dalam harkat tinggi hingga sangat tinggi. Artinya, lahan kakao pada lokasi penelitian memiliki risiko besar terhadap degradasi lahan apabila tidak dilakukan tindakan konservasi. Menurut Prayuda & Simunjutak (2024), nilai IBE digunakan untuk mengukur tingkat ancaman erosi terhadap keberlanjutan lahan, di mana semakin besar nilai IBE maka semakin tinggi pula tingkat kerusakan tanah yang terjadi. Tingginya nilai IBE tersebut disebabkan oleh perbandingan antara nilai erosi aktual (A) yang sangat besar dengan nilai erosi yang dapat ditoleransi (T). Dalam kasus ini, nilai erosi aktual mencapai 199,9153 ton/ha/tahun, sedangkan nilai toleransi hanya sebesar 7,2 ton/ha/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa laju kehilangan tanah berlangsung sangat cepat dan tidak seimbang dengan kemampuan tanah untuk memperbaiki diri secara alami. Menurut Akbar *et al.*, (2021), IBE merupakan rasio antara erosi aktual dengan erosi yang diperbolehkan, sehingga nilai yang tinggi menandakan bahwa lahan mengalami tekanan erosi yang berat dan berpotensi menurunkan produktivitas secara signifikan. Selain itu, tingginya erosi juga dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Pada umumnya, daerah dengan curah hujan tinggi akan memiliki energi kinetik air hujan yang besar sehingga mampu melepaskan partikel tanah dengan mudah. Menurut Meiteza & Soeryamassoeka, (2024), faktor utama penyebab tingginya erosi adalah erosivitas hujan, erodibilitas tanah, serta tutupan lahan yang kurang baik, terutama pada lahan pertanian terbuka yang minim vegetasi pelindung. Kondisi ini mempercepat proses limpasan permukaan yang membawa partikel tanah ke tempat yang lebih rendah. Penggunaan lahan yang tidak sesuai juga menjadi penyebab utama tingginya nilai IBE. Lahan perkebunan seperti kakao yang tidak dilengkapi dengan teknik konservasi, seperti penanaman tanaman penutup tanah atau pembuatan teras, akan lebih rentan terhadap erosi. Menurut Farikha *et al.*, (2023), perubahan tata guna lahan dan kurangnya konservasi tanah dapat meningkatkan laju erosi terutama pada daerah dengan tekanan aktivitas manusia yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pengelolaan lahan sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya nilai erosi yang terjadi

Penetapan Nilai CP

Pada lahan tanaman kakao didesa dulamayo, kecamatan telaga biru, nilai erosi yang diperkirakan mencapai 39,9831 ton/ha/th, melebihi nilai erosi yang dapat diterima. Untuk mengurangi laju erosi menjadi kurang 39,9831 ton/ha/th, diperlukan penggunaan tanaman atau pola tanam dengan nilai $CP \leq 0,03602$. Berdasarkan nilai CP, langkah konservasi yang disarankan adalah menggunakan tanaman penutup tanah untuk mengurai atau mengendalikan erosi dilahan kakao. Upaya tersebut dapat dilakukan dengan menanam tanaman penutup tanah seperti kacang-kacangan (misalnya *Centrosema* atau *Mucuna* sp.), melakukan pengolahan tanah sejajar kontur, serta membangun teras atau rorak di antara barisan kakao untuk memperlambat aliran air permukaan.

KESIMPULAN

Nilai erosi terprediksi (A) pada lahan kakao sebesar 39,9831 ton/ha/tahun, yang termasuk dalam kategori erosi sangat berat. Hal ini dipengaruhi oleh kemiringan lereng yang cukup curam (38,1%) serta panjang lereng 40 meter. Nilai erosi yang dapat ditoleransi (T) sebesar 7,2 ton/ha/tahun, sehingga nilai erosi aktual jauh melebihi batas toleransi tanah, yang menunjukkan kondisi lahan sangat rentan terhadap erosi. Untuk menekan laju erosi agar berada di bawah nilai toleransi, diperlukan nilai CP atau hasil perkalian nilai faktor tanaman dan pengelolaan tindakan konservasi tanah $\leq 0,03602$, yang hanya dapat dicapai melalui penerapan teknik konservasi tanah yang baik seperti penerapan terasering pada lahan iring serta penggunaan tanaman penutup tanah. Tanpa adanya tindakan konservasi, lahan pertanaman kakao pada daerah penelitian berpotensi mengalami kerusakan tanah yang serius serta penurunan produktivitas secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A., Tjoneng, A., & Saida, S. (2021). Analisis indeks bahaya erosi DAS Kampili Provinsi Sulawesi Selatan. *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Pertanian*, 2(3), 68–75. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v2i3.215>

- Arsyad, S. (2010). *Konservasi tanah dan air* (Edisi ke-2). Bogor: IPB Press.
- Andriyani, R., Purwanto, B. H., & Utami, S. N. H. (2020). Analisis prediksi erosi dengan metode USLE berbasis sistem informasi geografis pada Sub-DAS Kedungbulus. *Jurnal Tanah dan Air*, 17(1), 9–18.
- Agestia, L., Romdania, Y., Ashruri, & Herison, A. (2023). Analisis indeks erosivitas hujan menggunakan metode Bols dan Utomo (Studi kasus: Sub DAS Way Pubian, DAS Way Seputih, Provinsi Lampung). *JRSDD*, 11(2), 363–374. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JRSDD/article/view/7345>
- Buranda, H., Haris, A., Tjoneng, A., Salama, S. H., & Nontji, M. (2022). Analisis prediksi erosi dan erosi yang dapat ditoleransikan di DAS Kampili Sulawesi Selatan. *JAGUR: Jurnal Agroteknologi*, 4(1), 18–24. <https://doi.org/10.25077/jagur.4.1.18-24.2022>
- Farikha, A., Wijaya, K., & Purwadi, P. (2023). Analisis erosi dan indeks bahaya erosi pada berbagai penggunaan lahan di Sub DAS Opak Hulu-Tengah. *Jurnal Ecosolum*, 12(2), 128–144. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v12i2.29361>
- Hafid, N., Haridjaja, O., Arsyad, S., & Yahya, S. (2007). Nilai faktor C dan erosi tanah sebagai respon perlakuan konservasi vegetatif pada pertanaman kakao. *Jurnal Tanah dan Iklim*.
- Hammer, W. I. (1981). *Soil Conservation Consultant Report*. Rome: Food and Agriculture Organization (FAO).
- Hardjowigeno, S. (2018). *Konservasi tanah dan air*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press / Deepublish.
- Lady, A. (2023). Analisis indeks erosivitas hujan menggunakan metode Bols dan Utomo (Studi Kasus: Sub DAS Way Pubian, DAS Way Seputih, Provinsi Lampung). Universitas Lampung. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JRSDD/article/view/7345>
- Laudengi, A., Yusuf, M., & Rahim, A. (2024). Estimasi erosi tanah dan nilai toleransi pada lahan jagung di Gorontalo. *Jurnal Lahan Pertanian Tropis*, 5(1), 12–20. (DOI belum ditemukan; perlu dicek pada laman jurnal.)
- Meiteza, S., & Soeryamassoeka, S. B. (2024). Analisis indeks bahaya erosi (IBE) Sub DAS Pinoh. *Jurnal Hutan Lestari*, 12(4), 1060–1071.
- Saputra, D. D., Sari, R. R., Hairiah, K., Roshetko, J. M., Suprayogo, D., & van Noordwijk, M. (2020). Can cocoa agroforestry restore degraded soil structure following conversion from forest to agricultural use? *Agroforestry Systems*, 94(6), 2261–2276. <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00548-9>
- Widianto, Hairiah, K., Suharjito, D., & Sardjono, M. A. (2003). *Fungsi dan peran agroforestri*. Bogor: World Agroforestry Centre (ICRAF). <https://www.cifor-icraf.org/knowledge/publication/30834/>
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning* (Agriculture Handbook No. 537). Washington, DC: U.S. Government Printing Office. <https://naldc.nal.usda.gov/catalog/12001888>
- Zainuddin, M., & Kironoto, B. A. (2003). Distribusi sedimen suspensi pada aliran seragam dengan dan tanpa angkutan sedimen dasar. *Jurnal Teknosains*, 16.