

Prediksi erosi dengan metode Universal Soil Loss Equation (USLE) di DAS Kerandangan Kabupaten Lombok Barat

Yuliana, Irwan Mahakam Lesmono Aji, Diah Permata Sari*

Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Jln. Majapahit No.62 Gomong, Kec. Selaparang, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

*Email: diahpermatasari@unram.ac.id

Artikel diterima :30 September 2024 Revisi diterima 14 Desember 2024

ABSTRACT

Kerandangan Watershed is frequently affected by flooding despite more than 50% of its area being covered by forest land. To assess the potential erosion in the Kerandangan Watershed, calculations were conducted using the Universal Soil Loss Equation (USLE) method. The Erosion Hazard Level is classified based on soil depth and erosion rate. The research findings serve as fundamental data for managing the Kerandangan Watershed. The results indicate a potential erosion rate ranging from 0.14 to 1,113.92 tons/ha/year, with the highest potential erosion occurring in the shrub land unit-slope V (SV) and the lowest in the forest land unit-slope I (HI). The Erosion Hazard Level in the Kerandangan Watershed is classified as follows: Very Light Erosion Hazard is found in forest land units (HI, HIII, HIV, and HV), covering 69% of the total watershed area. Light Erosion Hazard is present in orchard land units (KI) and field land units (LI), covering 17%. Moderate Erosion Hazard is observed in orchard land units (KII), covering 1%. High Erosion Hazard is identified in orchard land units (KIII, KIV), field land unit (LIV), and shrub land unit (SIII), covering 9%. Very High Erosion Hazard is found in shrub land units (SIV, SV), covering 2% of the total area.

Keyword: Erosion, USLE, Watershed

ABSTRAK

DAS Kerandangan menjadi DAS yang sering dilanda peristiwa banjir, padahal lebih dari 50% luas wilayahnya berupa lahan hutan. Untuk mengetahui erosi potensial di DAS Kerandangan perhitungan dilakukan dengan metode Universal Soil Loss Equation (USLE). Adapun Tingkat Bahaya Erosi diklasifikasikan berdasarkan kedalaman solum tanah dan laju erosi yang terjadi. Hasil penelitian bermanfaat sebagai data dasar dalam pengelolaan DAS Kerandangan. Hasil penelitian menunjukkan nilai laju erosi potensial di DAS Kerandangan berkisar 0,14 – 1.113,92 ton/ha/thn dengan nilai erosi potensial yang paling tinggi berada pada unit lahan semak kelerengan V (SV) dan terendah berada pada unit lahan hutan kelerengan I (HI). Tingkat bahaya erosi DAS Kerandangan yakni TBE Sangat Ringan berada di unit lahan hutan kelerengan I (HI), hutan kelerengan III (HIII), hutan kelerengan IV (HIV) dan hutan kelerengan V (HV) dengan persentase 69% dari total wilayah DAS. TBE Ringan berada di unit lahan kebun kelerengan I (KI) dan ladang kelerengan I (LI) dengan persentase 17%. TBE Sedang berada di unit lahan kebun kelerengan II (KII) dengan persentase 1%. TBE Berat berada di unit lahan kebun kelerengan (KIII), kebun kelerengan IV (KIV), ladang kelerengan IV (LIV) dan semak kelerengan III (SIII) dengan persentase 9%. TBE Sangat Berat berada pada unit lahan semak kelerengan IV (SIV) dan semak kelerengan V (SV) dengan persentase 2%. Adapun rekomendasi pengelolaan untuk mengurangi laju erosi pada daerah TBE Sedang dan TBE Berat yang berupa perladangan dan perkebunan dengan menggunakan metode vegetatif dengan menerapkan sistem agroforestry, sedangkan untuk TBE Sangat Berat yang berupa daerah semak diubah menjadi hutan (*reforestation*).

Kata kunci: Daerah Aliran Sungai, Erosi, USLE.

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah secara topografi dibatasi oleh punggung gunung yang memiliki fungsi menampung dan menyimpan air dari hujan untuk disalurkan ke laut melalui sungai utamanya (Wibisono, 2021). DAS dan ekosistemnya yang lestari memiliki peran sangat penting dalam melindungi keseimbangan alam, karena DAS yang rusak akan berakibat pada terganggunya peran DAS dalam menyimpan dan menyediakan air. Salah satu penyebab kerusakan DAS berasal dari aktivitas manusia yang

mengeksploitasi DAS (Oktasandi dkk., 2019) seperti kegiatan mengalih fungsikan lahan yang menyebabkan dampak turunan berupa erosi (Taslim dkk., 2019).

Alih fungsi lahan dapat menyebabkan erosi diakibatkan oleh perubahan yang terjadi pada tata guna lahan yang mempengaruhi vegetasi penutup lahan. Vegetasi mempunyai peran penting mengurangi tingkat erosi. Hal ini disebabkan akar tanaman dapat membantu menjaga tanah tetap kokoh dengan mengikat partikel tanah (Sittadewi & Tejakusuma, 2019). Daun-daun, ranting, dan batang tanaman juga dapat menahan tetesan air

hujan, mengurangi laju limpasan permukaan dengan memaksimalkan air dari hujan terinfiltrasi masuk ke tanah, dan membuat tekanan air hujan secara langsung pada tanah menjadi berkurang (Annisa dkk., 2016). Tanah yang tidak terlindungi oleh vegetasi rentan terhadap erosi karena tidak memiliki penahan yang kuat terhadap aliran air, sehingga menyebabkan tanah mudah terbawa aliran air dan mengalami erosi.

Erosi terjadi akibat energi kinetik dari percikan air hujan yang jatuh di atas tanah (Wang dkk., 2020) yang menyebabkan ketahanan tanah menjadi terganggu dan memisahkan partikel-partikel tanah (Shen dkk., 2023). Air hujan yang jatuh di atas tanah mengalami dua hal, yaitu masuk ke tanah menjadi infiltrasi dan mengalir di atas tanah menjadi limpasan permukaan (Muharomah, 2014). Ketika intensitas curah hujan tinggi, sebagian besar air hujan menjadi limpasan permukaan, yang kemudian mengangkut partikel tanah yang sudah terdispersi (Fatahillah dkk., 2022).

Kemiringan lahan merupakan faktor penting dalam proses terjadinya erosi, diakibatkan semakin besar kemiringan suatu lahan menyebabkan semakin besar laju limpasan permukaan yang terjadi (Mujiyo dkk., 2021) sehingga dorongan air untuk mengangkut tanah menjadi lebih besar. Ketika energi air dalam mengangkut tanah berkurang, tanah akan mengendap di daerah-daerah tertentu (Holz dkk., 2015) yang lebih rendah seperti sungai, danau, dan waduk (Rantung dkk., 2013). Adapun sedimen hasil erosi yang mengendap menyebabkan pendangkalan pada sungai-sungai, danau dan waduk pada suatu DAS. Pendangkalan tersebut menyebabkan berkurangnya kapasitas daya tampung air (Yudono dkk., 2020) pada sungai-sungai, danau dan waduk, sehingga ketika terjadi hujan, air yang tertampung akan meluap menjadi banjir.

Peristiwa banjir sering terjadi di Kecamatan Batu Layar Kabupaten Lombok Barat, tepatnya di

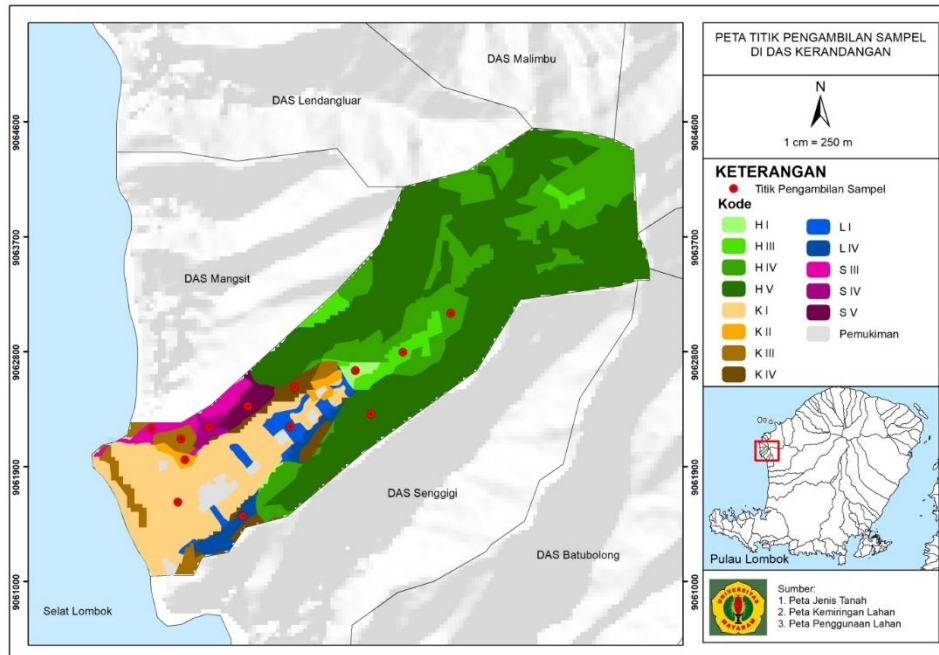
Dusun Kerandangan Desa Senggigi. Tercatat banjir di Kerandangan terjadi beberapa kali seperti yang dilaporkan oleh beberapa surat kabar, diantaranya: Suarantb.com yang melaporkan telah terjadi banjir pada 16 Oktober 2022, Radarlombok.co.id melaporkan terjadi banjir pada 11 Desember 2022, dan juga Detikbali.com melaporkan terjadi banjir pada 9 Mei 2023 yang menyebabkan ratusan warga terkena dampak.

Dusun Kerandangan Desa Senggigi sendiri termasuk dalam wilayah DAS Kerandangan. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), DAS Kerandangan memiliki luas wilayah 560,04 ha dan tergolong dalam klasifikasi DAS berukuran sangat kecil sesuai dengan Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Tahun 2013. Jika dibandingkan dengan DAS berukuran sangat kecil lainnya yang ada di Kecamatan Batu Layar Kabupaten Lombok Barat seperti: DAS Mangsit, DAS Senggigi, DAS Batubolong, DAS Batulayar dan DAS Teloke, DAS Kerandangan menjadi DAS yang sering dilanda peristiwa banjir, padahal lebih dari 50% luas wilayah DAS Kerandangan berupa lahan hutan. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian terkait laju erosi potensial dan tingkat bahaya erosi yang terjadi di DAS Kerandangan sebagai data dasar dalam pengelolaan DAS Kerandangan terkait dengan penanggulangan bencana.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan DAS Kerandangan tepatnya di Taman Wisata Alam (TWA) Kerandangan dan Desa Senggigi Kecamatan Batu Layar Kabupaten Lombok Barat. Hasil kegiatan lapangan di DAS Kerandangan kemudian dianalisis di Laboratorium Kimia dan Fisika Tanah Jurusan Ilmu Tanah Universitas Mataram.



Gambar 1. Lokasi penelitian Desa Tritiro Kecamatan Bontotiro Kabupaten Bulukumba

Keterangan lebih lanjut mengenai unit-unit lahan yang berada di DAS Kerandangan

disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kode unit lahan

Kode Unit Lahan	Keterangan	Luas (ha)
H I	Hutan pada kelereng kelas I	3,61
H III	Hutan pada kelereng kelas III	17,29
H IV	Hutan pada kelereng kelas IV	109,91
H V	Hutan pada kelereng kelas V	253,27
K I	Kebun pada kelereng kelas I	85,08
K II	Kebun pada kelereng kelas II	5,38
K III	Kebun pada kelereng kelas III	15,62
K IV	Kebun pada kelereng kelas IV	12,69
L I	Ladang pada kelereng kelas I	11,06
L IV	Ladang pada kelereng kelas IV	10,71
S III	Semak pada kelereng kelas III	9,92
S IV	Semak pada kelereng kelas IV	3,91
S V	Semak pada kelereng kelas V	7,75
Total		546,23

Analisis Data

Laju Erosi (A)

Prediksi erosi pada penelitian ini menggunakan Metode USLE yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978) dengan persamaan sebagai berikut:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Keterangan:

- A = Banyaknya Tanah Tererosi (ton/ha/thn)
- R = Faktor Erosivitas Hujan (R)
- K = Faktor Erodibilitas Tanah (K)
- L = Faktor Panjang Lereng (L)

- S = Faktor Kemiringan Lereng (S)
- C = Faktor Pengelolaan Tanaman (C)
- P = Faktor Tindakan Konservasi (P)

Faktor Erosivitas Hujan (R)

Nilai R didapat dari perhitungan data curah hujan selama 10 tahun terakhir pada daerah penelitian. Data curah hujan didapat dari instansi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Nusa Tenggara Barat. Adapun perhitungan nilai R dihitung menggunakan persamaan Bols (1978) sebagai berikut:

$$EI_{30} = 6,119 (CH)^{1,21} \times (HH)^{-0,47} \times (H_{24})^{0,53}$$

Keterangan:

EI₃₀= Indeks erosivitas hujan bulanan (Kj/ha)

CH= Jumlah curah hujan bulanan (cm)

HH= Jumlah hari hujan bulanan (hari)

H₂₄= Hujan maksimum 24 jam dalam bulan tersebut (cm)

Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Nilai K didapat dari hasil uji sampel tanah di laboratorium. Nilai erodibilitas tanah (K) menurut Wischmeier & Smith (1978) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$K = \frac{2,173 M^{1,14} (10^{-4}) (12-a) + 3,25(b-2) + 2,5(c-3)}{100}$$

Keterangan:

K= Erodibilitas tanah

M= Ukuran partikel (%pasir halus + %debu) x (100 - %liat). %pasir halus= 30% dari total pasir (Sinukaban, 1989).

a= % bahan organik tanah

b= Kode struktur tanah

c= Kode permeabilitas tanah

Nilai % bahan organik tanah, kode struktur tanah dan kode permeabilitas tanah berdasarkan Arsyad (2010).

Faktor Kelerengan (LS)

Kemiringan lereng dapat diperoleh dengan menggunakan data elevasi DEM yang didapatkan dari DEMNAS. Nilai LS dapat dilihat dari

kemiringan lereng sesuai dengan kelas kelerengan sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai LS berdasarkan kelas kelerengan

Kelas Lereng	Kemiringan Lereng (%)	LS
I	0-8	0,4
II	8-15	1,4
III	15-25	3,1
IV	25-40	6,8
V	>40	9,5

Faktor Faktor Pengelolaan Tanaman dan Tindakan Konservasi (CP)

Pengambilan data CP dikerjakan dengan kegiatan survei penggunaan suatu lahan dan tindakan konservasi, dilakukan di tiap unit lahan DAS Kerandangan. Penentuan nilai C dan nilai P didasarkan pada teknik konservasi tanah dan penggunaan lahan dalam Arsyad (2010).

Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Tingkat Bahaya Erosi (TBE) adalah prediksi bahaya erosi yang terjadi di suatu lahan (Azmeri, 2020). Menurut Permenhut No. P32/Mehnhut-II/Tahun 2009 TBE dapat diketahui dengan membandingkan laju erosi di suatu lahan dengan kedalaman solum tanah. Klasifikasi TBE dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi

Solum Tanah (cm)	Kelas Bahaya Erosi				
	I	II	III	IV	V
	Laju Erosi (ton/ha/thn)				
	<15	15-60	60-180	180-480	>480
Dalam (>90)	SR	R	S	B	SB
Sedang (60-90)	R	S	B	SB	SB
Dangkal (30-60)	S	B	SB	SB	SB
Sangat dangkal (<30)	B	SB	SB	SB	SB

Keterangan: SR= Sangat Ringan, R= Ringan, S= Sedang, B= Berat SB= Sangat Berat

Sumber: Permenhut No. P32/Mehnhut-II/Tahun 2009

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan nilai laju erosi (A) ditentukan oleh pengaruh beberapa faktor seperti: erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), kelerengan (LS), penggunaan lahan dan tindakan konservasi (CP).

Faktor-faktor yang mempengaruhi Laju Erosi (A)

Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan menunjukkan kemampuan hujan dalam menyebabkan erosi pada tanah. Dalam perhitungan nilai R dibutuhkan tiga data meliputi: curah hujan, jumlah hari hujan dan curah hujan maksimum. Data ketiga faktor tersebut

diperoleh dari instansi BMKG NTB. Adapun perhitungan nilai R dihitung menggunakan

persamaan Bols (1978). Hasil perhitungan nilai R terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai erosivitas hujan

Bulan	Rain (cm)	Days	MaxP (cm)	R (Kj/ha)
Jan	24,05	14,9	5,71	202,98
Feb	20,87	13,1	6,02	186,80
Mar	15,87	10,2	4,88	134,96
Apr	16,35	10,8	4,63	132,46
Mei	12,72	6,6	4,72	124,48
Jun	8,07	6,2	2,91	57,20
Jul	3,44	3,1	1,95	22,84
Ags	2,89	2,9	1,17	14,56
Sep	6,57	3,7	2,52	52,68
Okt	12,96	7,1	3,22	100,46
Nov	20,47	13,2	3,94	145,24
Des	23,23	13,6	6,13	210,95
Total	167,49	105,4		1.385,62

Keterangan: Rain= Jumlah curah hujan bulanan (cm), Days= Jumlah hari hujan bulanan (hari), Maxp= Hujan maksimum 24 jam dalam bulan tersebut (cm), R= Erosivitas hujan bulanan (Kj/ha)

Tabel 4 menunjukkan bahwa curah hujan (Rain), jumlah hari hujan (Days) dan curah hujan maksimum (MaxP) rata-rata tertinggi terdapat pada bulan Desember dan Januari Tahun 2010-2022. Adapun curah hujan (Rain), jumlah hari hujan (Days) dan curah hujan maksimum (MaxP) rata-rata terendah terdapat pada bulan Juli dan Agustus.

Besarnya jumlah curah hujan, distribusi dan intensitas hujan akan berdampak pada besarnya kekuatan tetesan air hujan dalam melepaskan partikel-partikel tanah juga kecepatan air hujan dalam mengangkut tanah (laju erosi) (Kurniawati dkk., 2023). Adapun total erosivitas hujan (R) berdasarkan hasil perhitungan hujan bulanan selama 10 tahun di DAS Kerandangan yakni sebesar 1.385,62 Kj/ha. Nilai R tertinggi terjadi pada bulan Desember dan Januari sebesar 210,95 Kj/ha dan 202,98 Kj/ha, lalu terendah terjadi di bulan Juli dan Agustus sebesar 22,84 Kj/ha dan 14,56 Kj/ha.

Tabel 5. Nilai erodibilitas tanah

Kode Unit Lahan	Kelas Tekstur	M	BO (a)	B	Kelas Permeabilitas	c	K	Keterangan
H I	Lempung Berpasir	3.643,26	1,35	3	cepat	1	0,25	Sedang
H III	Lempung Berpasir	3.074,48	1,31	3	cepat	1	0,20	Rendah
H IV	Lempung Berpasir	3.326,29	1,53	3	cepat	1	0,22	Sedang
H V	Lempung Berpasir	3.660,28	1,75	3	cepat	1	0,24	Sedang
K I	Lempung Berpasir	3.031,34	3,10	3	cepat	1	0,16	Rendah
K II	Lempung Berpasir	3.110,91	1,03	3	cepat	1	0,21	Rendah
K III	Lempung Berpasir	3.212,55	0,47	3	cepat	1	0,23	Sedang

Nilai R berbanding lurus dengan nilai curah hujan, jumlah hari hujan serta curah hujan maksimum. Menurut Blanco & Lal (2008) terdapat korelasi antara nilai erosivitas hujan dengan jumlah curah hujan, jumlah hari hujan serta curah hujan maksimum harian. Semakin tinggi nilai ketiga faktor tersebut maka semakin tinggi pula nilai erosivitas hujan yang dihasilkan. Begitu juga sebaliknya, semakin rendah nilai ketiga faktor tersebut maka akan semakin rendah pula nilai erosivitas hujan yang dihasilkan.

Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah (K) adalah kemudahan tanah untuk mengalami erosi (Putra dkk., 2019). Erodibilitas tanah dihitung menggunakan persamaan Wischmeier & Smith (1978). Hasil analisis nilai erodibilitas tanah (K) beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya disajikan pada Tabel 5.

Kode Unit Lahan	Kelas Tekstur	M	BO (a)	B	Kelas Permeabilitas	c	K	Keterangan
K IV	Lempung Berpasir	3.286,01	0,40	3	cepat	1	0,24	Sedang
L I	Lempung Berpasir	3.544,38	1,09	3	cepat	1	0,25	Sedang
L IV	Lempung Berpasir	3.199,93	1,09	3	cepat	1	0,22	Sedang
S III	Lempung Berpasir	3.296,81	0,18	3	cepat	1	0,25	Sedang
S IV	LempungLiat Berpasir	3.170,54	0,79	2	sedang	3	0,24	Sedang
S V	Lempung Berpasir	3.514,44	1,58	3	sedang	3	0,28	Sedang

Tabel 5 menunjukkan nilai erodibilitas tanah yang ada berkisar antara 0,16-0,28. Nilai tertinggi berada di unit lahan SV dengan kategori sedang dengan nilai erodibilitas tanah 0,28. Adapun nilai terendah berada di unit lahan KI dengan kategori rendah dengan nilai erodibilitas tanah 0,16. Dari total 13 unit lahan yang ada, terdapat 10 unit lahan yang tergolong dalam kategori erodibilitas tanah sedang yang terdapat pada unit lahan HI, HIV, HV, KIII, KIV, LI, LIV, SIII, SIV dan SV. Selanjutnya 3 unit lahan lainnya tergolong dalam kategori erodibilitas tanah rendah yang terdapat pada unit lahan HIII, KI dan KII.

Namun jika dilihat dari nilai tekstur tanah (M) nilai tertinggi berada di unit lahan HV yaitu sebesar 3.660,28. Adapun nilai struktur tanah tertinggi berada di seluruh unit lahan kecuali unit lahan SIV. Nilai bahan organik (BO) yang paling tinggi berada di unit lahan KI sebesar 3,10%. Sementara nilai permeabilitas tanah tertinggi berada di unit lahan SIV dan SV. Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai erodibilitas tanah (K) tidak dipengaruhi oleh satu faktor melainkan beberapa, baik fisika serta kimia tanah. Rozi et al., (2022) mengatakan bahwa faktor fisika dan kimia tanah yang berpengaruh pada erodibilitas tanah yakni tekstur, struktur, bahan organik serta permeabilitas tanah.

Lebih lanjut, tekstur tanah merupakan perbandingan antara partikel pembentuk tanah yakni pasir, debu dan liat. Tanah bertekstur kasar seperti tanah berpasir akan lebih tahan terhadap daya angkut limpasan permukaan yang ditimbulkan oleh hujan (Ayuningtyas dkk., 2018) karena massa partikelnya lebih besar. Sebaliknya tanah dengan tekstur halus dominan liat umumnya memiliki sifat kohesif (Putra dkk., 2019) yang menyebabkan tanah lebih tahan terhadap dispersi air hujan karena ikatan antar partikel lebih kuat. Tekstur tanah akan mempengaruhi nilai permeabilitas. Askoni dan Sarminah (2018) menyatakan semakin kasar tekstur suatu tanah maka semakin besar pori-pori tanah tersebut menyebabkan semakin besar pula permeabilitas yang terjadi. Dari 13 unit lahan yang ada, terdapat

12 unit lahan dengan tanah bertekstur lempung berpasir, dan 1 unit lahan lainnya bertekstur lempung liat berpasir. Keadaan tanah yang dominan berpasir tersebut membuat permeabilitas yang terjadi pada unit lahan di DAS Kerandangan didominasi oleh kelas permeabilitas cepat.

Menurut Nursa'ban (2006), struktur tanah berpengaruh pada permeabilitas tanah. Tanah yang memiliki struktur remah serta granuler memiliki porositas tanah yang relatif tinggi dibandingkan dengan tanah berstruktur pejal. Porositas tanah adalah kemudahan tanah untuk dilewati aliran air (permeabilitas) atau kecepatan aliran air untuk melalui massa suatu tanah (Minangkabau dkk., 2022). Pada Tabel 5. seluruh unit lahan berstruktur granuler sedang dan besar kecuali unit lahan SIV yang berstruktur granuler halus. Ukuran granuler yang dominan sedang serta besar ini membuat permeabilitas yang terjadi di DAS Kerandangan didominasi oleh permeabilitas cepat.

Selanjutnya, kandungan bahan organik (BO) pada tanah berpengaruh pada laju limpasan permukaan. Menurut Suwardjo (1981) terdapatnya bahan organik di atas tanah dapat memperlambat limpasan permukaan dengan memberikan lebih banyak waktu bagi air untuk berinfiltrasi, sehingga menghasilkan limpasan permukaan yang lebih kecil. Delsiyanti dkk., (2016) mengatakan bahwa tanah yang memiliki kandungan bahan organik tinggi akan menyerap lebih banyak air. Serapan air oleh bahan organik bisa mencapai 2-4 bobot bahan organik itu sendiri (Intara dkk., 2011). Tabel 5 menunjukkan kandungan bahan organik yang paling tinggi berada di unit lahan KI dengan nilai sebesar 3,10%, hal ini membuat unit lahan KI memiliki nilai erodibilitas tanah paling rendah dibandingkan unit lahan lain.

Sementara itu, permeabilitas tanah adalah kemudahan akar tanaman, gas, serta cairan untuk menembus atau melewati massa tanah ataupun lapisan tanah (Hussain dkk., 2001). Permeabilitas berbanding lurus dengan infiltrasi, semakin tinggi nilai permeabilitas tanah maka semakin tinggi juga laju infiltrasi yang akan terjadi (Nasution & Andayono, 2023). Muharomah (2014) menyatakan

besar infiltrasi yang terjadi akan berpengaruh pada nilai erodibilitas tanah yang dihasilkan, karena ketika terjadi hujan maka air yang jatuh di atas tanah mengalami dua hal, yaitu masuk ke tanah menjadi infiltrasi dan mengalir di atas tanah menjadi limpasan permukaan. Limpasan permukaan inilah yang menyebabkan terjadinya erosi. Semakin besar nilai permeabilitas tanah yang menyerap air hujan maka akan sedikit limpasan permukaan yang dihasilkan, karenanya nilai erodibilitas tanah yang dihasilkan semakin kecil. Sebanyak 13 total unit lahan yang ada, 11 unit lahan termasuk kategori permeabilitas cepat dan 2 unit lahan lainnya termasuk permeabilitas sedang. Nilai permeabilitas yang tinggi ini membuat nilai

erodibilitas tanah pada unit lahan di DAS Kerandangan didominasi oleh erodibilitas tanah yang sedang dan rendah.

Kelerengan (LS)

Kelerengan (LS) menunjukkan perbandingan indeks erosi dengan panjang serta kecuraman suatu lahan (Haq dkk., 2021). Kemiringan lereng dapat diperoleh dengan menggunakan data elevasi DEM yang didapatkan dari data DEMNAS. Data DEM tersebut kemudian diolah di software ArcGIS, yang kemudian nilainya diklasifikasikan dengan kelas kemiringan. Tabel 6 yang menunjukkan nilai LS pada setiap unit lahan sesuai klasifikasi.

Tabel 6. Nilai kelerengan (LS)

Kode Unit Lahan	Kemiringan Lereng (%)	Keterangan	Nilai LS
H I	0-8	Datar	0,4
H III	15-25	Agak curam	3,1
H IV	25-40	Curam	6,8
H V	>40	Sangat Curam	9,5
K I	0-8	Datar	0,4
K II	8-15	Landai	1,4
K III	15-25	Agak curam	3,1
K IV	25-40	Curam	6,8
L I	0-8	Datar	0,4
L IV	25-40	Curam	6,8
S III	15-25	Agak curam	3,1
S IV	25-40	Curam	6,8
S V	>40	Sangat Curam	9,5

Nilai LS tertinggi berada pada daerah dengan kelerengan yang sangat curam seperti unit lahan HV dan unit lahan SV, sedangkan nilai LS terendah berada pada daerah dengan kondisi lahan yang datar seperti unit lahan HI, unit lahan KI, dan unit lahan LI.

Sutrisno dkk., (2011) menyatakan bahwa nilai LS berbanding lurus dengan hasil erosi, artinya semakin tinggi nilai LS maka akan tinggi juga nilai erosi yang dihasilkan. Faktor kemiringan lahan merupakan faktor penting dalam terjadinya erosi, karena semakin besar kemiringan suatu lahan menyebabkan semakin besar juga laju limpasan permukaan yang terjadi (Mujiyo dkk., 2021) sehingga dorongan air untuk mengangkut tanah menjadi lebih besar. Selain itu, Triswaskitho dkk. (2021) juga mengemukakan semakin panjang lereng suatu lahan menyebabkan semakin meningkatnya volume tanah yang terbawa oleh limpasan permukaan, selanjutnya semakin curam lereng suatu lahan menyebabkan semakin

meningkatnya kecepatan limpasan permukaan mengangkut tanah pada lahan tersebut. Oleh karena itu, semakin panjang dan curam kemiringan lereng dapat menyebabkan semakin besar laju erosi yang terjadi.

Pengelolaan Tanaman dan Tindakan Konservasi (CP)

Pengelolaan tanaman (C) merupakan perbandingan nilai erosi dari lahan yang ditanami suatu jenis tanaman dengan yang tidak ditanami dan tidak ada pengelolaan (Saiby dkk., 2023). Adapun tindakan konservasi (P) ialah perbandingan nilai erosi pada suatu lahan yang mendapat tindakan konservasi dengan yang tidak (Dianasari dkk., 2018). Tabel 7 dan 8 menyajikan hasil pengamatan penggunaan lahan dan tindakan konservasi yang dilakukan.

Tabel 7. Nilai penggunaan lahan (C)

Kode Unit Lahan	Penggunaan Lahan	Nilai C
H I	Hutan alam seresah banyak	0,001
H III	Hutan alam seresah banyak	0,001
H IV	Hutan alam seresah banyak	0,001
H V	Hutan alam seresah banyak	0,001
K I	Kebun campuran kerapatan rendah + pisang	0,55
K II	Kebun campuran kerapatan rendah + pisang	0,55
K III	Kebun campuran kerapatan rendah + pisang	0,55
K IV	Kebun campuran kerapatan rendah + pisang	0,55
L I	Perladangan	0,4
L IV	Perladangan	0,4
S III	Semak belukar	0,3
S IV	Semak belukar	0,3
S V	Semak belukar	0,3

Sumber: Arsyad (2010)

Tabel 8. Nilai tindakan konservasi (P)

Kode Unit Lahan	Tindakan Konservasi	Nilai P
H I	Tanpa tindakan konservasi	1,00
H III	Tanpa tindakan konservasi	1,00
H IV	Tanpa tindakan konservasi	1,00
H V	Tanpa tindakan konservasi	1,00
K I	Konstruksi kurang baik	0,35
K II	Konstruksi kurang baik	0,35
K III	Konstruksi kurang baik	0,35
K IV	Konstruksi kurang baik	0,35
L I	Konstruksi kurang baik	0,35
L IV	Konstruksi kurang baik	0,35
S III	Tanpa tindakan konservasi	1,00
S IV	Tanpa tindakan konservasi	1,00
S V	Tanpa tindakan konservasi	1,00

Sumber: Arsyad (2010)

Faktor C dan P adalah faktor yang bisa dikendalikan dalam pencegahan erosi. Faktor penggunaan lahan (C) pada Tabel 7. menunjukkan keseluruhan dari vegetasi dan tutupan lahan yang ada pada masing-masing unit lahan. Alie (2015) mengatakan bahwa nilai C pada setiap tahun tidak selalu sama, dapat berubah tergantung dari penggunaan lahan di daerah tersebut. Oleh sebab itu, nilai C bersifat dinamis tergantung dari penggunaan lahan yang dilakukan pada setiap unit lahan. Sama dengan nilai C, nilai P juga dapat berubah tergantung dari perubahan yang dilakukan pada setiap unit lahan.

Nilai C terkecil berada di unit lahan HI, HIII, HIV, dan HV yang merupakan unit lahan dengan vegetasi berupa hutan alam seresah banyak. Jenis tutupan lahan pada setiap unit lahan dapat mempengaruhi tingkat dispersi air hujan terhadap tanah. Daerah dengan tutupan lahan baik akan mengurangi air hujan dalam menyentuh tanah secara langsung juga mengurangi tetesan-tetesan air hujan yang merusak jatuh menimpa tanah (Umam dkk., 2022). Oleh karena itu, tutupan lahan

yang baik serta banyaknya vegetasi tanaman dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan dispersi air hujan yang berpengaruh pada berkurangnya limpasan permukaan pada tanah (Rayyandini dkk., 2017) sehingga mengurangi terjadinya erosi.

Adapun berdasarkan tindakan konservasi (P), menurut Apriani dkk. (2021) semakin rendah nilai P suatu lahan menandakan semakin baik tindakan konservasi yang terjadi di lahan tersebut. Pada Tabel 8. nilai P yang paling rendah berada pada unit lahan KI, KII, KIII, KIV, LI dan LIV dengan nilai masing-masing 0,35, dengan unit lahan tersebut berupa vegetasi kebun dan ladang. Kebun dan ladang adalah lahan yang digarap oleh manusia yang kegiatan di dalamnya dipengaruhi oleh aktivitas manusia seperti penanaman tanaman, pembuatan teras bangku, pemilihan jenis pohon dan sebagainya. Adapun nilai P tertinggi berada di unit lahan HI, HIII, HIV, HV, SIII, SIV dan SV dengan nilai masing-masing 1,00, dengan unit lahan tersebut ditutupi oleh vegetasi hutan dan semak yang tumbuh secara alami tanpa dipengaruhi oleh aktivitas manusia, sehingga pada

unit lahan ini tidak terjadi tindakan konservasi yang dilakukan oleh manusia.

Laju Erosi (A)

Faktor-faktor dalam metode USLE yang mempengaruhi laju erosi (A) adalah erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), kelerengan (LS), pengelolaan tanaman (C) dan tindakan konservasi (P). Tabel 9 menampilkan nilai laju erosi dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Tabel 9. Nilai laju erosi (A)

Kode Unit Lahan	Nilai					
	R (Kj/ha)	K	LS	C	P	A (ton/ha/thn)
H I	1385,62	0,25	0,4	0,001	1,00	0,14
H III	1385,62	0,20	3,1	0,001	1,00	0,87
H IV	1385,62	0,22	6,8	0,001	1,00	2,05
H V	1385,62	0,24	9,5	0,001	1,00	3,15
K I	1385,62	0,16	0,4	0,55	0,35	17,35
K II	1385,62	0,21	1,4	0,55	0,35	78,85
K III	1385,62	0,23	3,1	0,55	0,35	191,66
K IV	1385,62	0,24	6,8	0,55	0,35	435,03
L I	1385,62	0,25	0,4	0,4	0,35	19,11
L IV	1385,62	0,22	6,8	0,4	0,35	286,68
S III	1385,62	0,25	3,1	0,3	1,00	316,63
S IV	1385,62	0,24	6,8	0,3	1,00	674,89
S V	1385,62	0,28	9,5	0,3	1,00	1.113,92
Total						3.140,31

Total laju erosi di DAS Kerandangan sebesar 3.140,31 ton/ha/thn. Unit lahan dengan laju erosi paling rendah berada di unit lahan HI yaitu sebesar 0,14 toh/ha/thn. Nilai laju erosi yang rendah di unit lahan ini diakibatkan oleh nilai LS yang kecil sebesar 0,4 karena berada di daerah dengan topografi datar. Sementara itu laju erosi yang paling tinggi terjadi di unit lahan SV sebesar 1.113,92 ton/ha/thn, dengan nilai LS sebesar 9,5 yang termasuk dalam daerah dengan kemiringan sangat curam. Seperti yang dijelaskan Sutrisno dkk., (2011) bahwa nilai LS berbanding lurus dengan hasil erosi. Semakin tinggi nilai LS maka akan tinggi juga laju erosi yang terjadi.

Namun selain unit lahan SV, unit lahan HV juga memiliki nilai LS yang sama yaitu sebesar 9,5 karena berada di lahan sangat curam. Akan tetapi nilai laju erosi pada unit lahan HV jauh lebih rendah dibanding unit lahan SV yakni sebesar 3,15 ton/ha/thn, hal itu dikarenakan oleh pengaruh penggunaan lahan (C) pada unit lahan tersebut. Pada unit lahan HV nilai C lebih kecil yaitu sebesar 0,001 dibandingkan dengan nilai C pada unit lahan SV sebesar 0,3.

Penggunaan lahan (C) ini berkaitan dengan vegetasi pada unit lahan tersebut. Unit lahan HV ditutupi oleh vegetasi hutan alam dengan seresah banyak. Vegetasi berperan dalam menahan dispersi air hujan terhadap tanah. Akar pohon membantu menjaga tanah tetap kokoh dengan mengikat

partikel tanah (Sittadewi & Tejakusuma, 2019). Daun-daun, ranting dan batang tanaman juga dapat menahan tetesan air hujan, mengurangi laju limpasan permukaan dengan memaksimalkan air dari hujan terinfiltrasi masuk ke tanah, dan membuat tekanan air hujan secara langsung pada tanah menjadi berkurang (Annisa et al., 2016). Oleh karena itu, meskipun unit lahan ini berada pada kelerengan yang sangat curam, laju erosi yang terjadi rendah karena pengaruh vegetasi yang ada. Berbeda dengan unit lahan SV yang selain berada di lahan yang sangat curam, tutupan lahan pada unit lahan SV juga berupa semak belukar yang tumbuh liar tanpa ada tindakan konservasi yang dilakukan, sehingga tidak ada tegakan pohon yang berfungsi melindungi tanah ketika diterpa hujan. Oleh karena itu laju erosi yang terjadi pada SV menjadi jauh lebih besar dibandingkan dengan HV.

Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

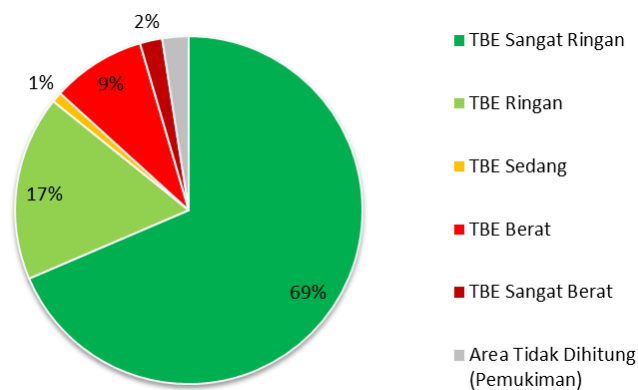
Tingkat Bahaya Erosi (TBE) diklasifikasikan berdasarkan Permenhut No. P.32/Menhut-II/Tahun 2009 sesuai Tabel 3. berdasarkan kedalaman solum tanah dan laju erosi yang terjadi. Pada daerah penelitian di DAS Kerandangan memiliki jenis tanah andosol, di mana tanah jenis andosol memiliki kedalaman solum tanah berkisar 100-225 cm, sama seperti pada penelitian Fayruzi & Hindersah (2022) seluruh tanah berjenis andosol sehingga berdasarkan klasifikasi TBE termasuk

solum tanah dalam karena kedalamannya lebih dari 90 cm. Klasifikasi TBE pada tiap unit lahan

ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Kode Unit Lahan	A (ton/ha/thn)	Kelas Erosi	TBE	Luas (ha)
H I	0,14	I	SR	3,61
H III	0,87	I	SR	17,29
H IV	2,05	I	SR	109,91
H V	3,15	I	SR	253,27
K I	17,35	II	R	85,08
K II	78,85	III	S	5,38
K III	191,66	IV	B	15,62
K IV	435,03	IV	B	12,69
L I	19,11	II	R	11,06
L IV	286,68	IV	B	10,71
S III	316,63	IV	B	9,92
S IV	674,89	V	SB	3,91
S V	1113,92	V	SB	7,75



Gambar 2. Persentase TBE di DAS Kerandangan

Sebanyak 13 total jumlah unit lahan yang ada, terdapat 4 unit lahan yang termasuk dalam klasifikasi TBE Sangat Ringan dengan total luas lahan 384,09 ha dengan persentase sebesar 69% dari total luas wilayah DAS Kerandangan, 2 unit lahan TBE Ringan dengan total luas lahan sebesar 96,14 ha dengan persentase 17%, 1 unit lahan TBE Sedang dengan total luas lahan sebesar 5,39 ha dengan persentase 1%, 4 unit lahan TBE Berat dengan total luas lahan 48,95 ha dengan persentase 9% dan 2 unit lahan TBE Sangat Berat dengan total luas lahan sebesar 11,66 ha dengan persentase 2% dari total luas wilayah DAS.

TBE Sangat Ringan

Unit lahan dengan tingkat bahaya erosi sangat ringan berada di unit lahan HI dengan laju erosi sebesar 0,14 ton/ha/thn, HIII dengan laju erosi sebesar 0,87 ton/ha/thn, HIV dengan laju erosi sebesar 2,05 ton/ha/thn dan HV dengan laju erosi sebesar 3,15 ton/ha/thn, dengan seluruh unit lahan tersebut tutupan lahannya berupa hutan alam

seresah banyak (Tabel 7). TBE yang sangat ringan pada tiap unit lahan tersebut disebabkan oleh nilai C yang rendah yaitu sebesar 0,001. Meskipun nilai LS pada unit lahan HIV dan HV tinggi dan termasuk dalam topografi curam dan sangat curam (Tabel 6), sebagaimana telah dijelaskan bahwa vegetasi berperan penting dalam menjaga tanah. Oleh karena itu meskipun unit lahan HIV dan HV berada pada kelerengan tinggi, vegetasi pada unit lahan tersebut yang berupa hutan alam seresah banyak mengurangi pengaruh kelerengan, membuat laju erosi yang terjadi pada unit lahan tersebut tetap rendah.

TBE Ringan

Tingkat bahaya erosi ringan berada di unit lahan KI dengan laju erosi sebesar 17,35 ton/ha/thn dan unit lahan LI dengan laju erosi sebesar 19,11 ton/ha/thn. TBE yang ringan pada unit lahan ini dipengaruhi oleh tipe penggunaan lahan yakni berupa perkebunan dan perladangan (Tabel 7.). Selain itu karena kondisi topografi yang tidak berlereng serta cenderung datar membuat nilai LS

pada unit lahan ini juga paling rendah yaitu sebesar 0,4 menyebabkan laju erosi pada unit lahan ini juga rendah. Seperti yang dikatakan Sutrisno dkk. (2011) bahwa nilai LS berbanding lurus dengan hasil erosi. Semakin rendah nilai LS maka akan semakin rendah juga erosi yang terjadi dan sebaliknya.

TBE Sedang

Tingkat bahaya erosi sedang berada di unit lahan KII dengan erosi sebesar 78,85 ton/ha/thn. TBE yang sedang pada unit lahan KII ini disebabkan karena nilai C yang cukup tinggi yaitu sebesar 0,55 dengan tutupan lahannya berupa kebun yang didominasi oleh kebun pisang dan kebun campuran kerapatan rendah (Tabel 7), dengan nilai LS sebesar 1,4 yang masuk dalam kategori tanah landai (Tabel 6). Dengan keadaan vegetasi berkerapatan rendah dan kelerengan yang landai menyebabkan unit lahan KII sesuai hasil perhitungan masuk dalam tingkat bahaya erosi sedang. *TBE Berat*

Tingkat bahaya erosi berat berada di unit lahan KIII dengan laju erosi sebesar 191,66 ton/ha/thn, unit lahan KIV laju erosi sebesar 435,03 ton/ha/thn, unit lahan LIV laju erosi sebesar 286,68 ton/ha/thn dan unit lahan SIII dengan laju erosi sebesar 316,63 ton/ha/thn. TBE yang berat disebabkan oleh kelerengan unit lahan ini berada di kelerengan yang agak curam dan curam, nilai LS pada unit lahan sebesar 3,1 dan 6,8 (Tabel 6). Selain pengaruh LS, nilai penggunaan lahan (C) pada masing-masing unit lahan juga cukup tinggi yaitu 0,55 dan 0,40 dengan tutupan lahan berupa perkebunan campuran berkerapatan rendah, ladang dan semak belukar (Tabel 7), juga tindakan konservasi (P) di unit lahan ini didominasi oleh tindakan konstruksi kurang baik dan tanpa ada tindakan konservasi (Tabel 8).

TBE Sangat Berat

Unit lahan dengan tingkat bahaya erosi sangat berat berada di unit lahan SIV dengan laju erosi sebesar 674,89 ton/ha/thn dan unit lahan SV dengan laju erosi sebesar 1.113,92 ton/ha/thn. TBE yang sangat berat pada kedua unit lahan disebabkan karena berada di daerah topografi curam dan sangat curam (Tabel 6). Selain karena nilai LS yang tinggi, penggunaan lahan (C) juga berupa semak belukar yang tumbuh liar (Tabel 7), juga karena unit lahan lahannya berupa semak belukar yang tumbuh liar tidak ada tindakan konservasi pada unit lahan ini (Tabel 8).

Prioritas Tindakan Konservasi Berdasarkan TBE

TBE yang ada akan berpengaruh pada prioritas tindakan konservasi yang dilakukan. Yuliani dkk. (2015) menyatakan bahwa prioritas penerapan tindakan konservasi diurutkan berdasarkan TBE. Semakin tinggi TBE pada suatu lahan maka semakin tinggi juga prioritas lahan tersebut untuk dilakukan tindakan konservasi, begitu juga sebaliknya. Hal tersebut bertujuan agar nilai laju erosi yang besar pada suatu unit lahan menjadi berkurang.

Rekomendasi tindakan konservasi pada TBE Sangat Berat yakni pada unit lahan SIV dan SV menerapkan metode vegetatif dengan melakukan alih fungsi lahan yang sebelumnya berupa semak belukar menjadi hutan (*reforestation*) atau menjadi perkebunan dengan sistem *agroforestry*. Pada TBE Berat dengan mengoptimalkan penggunaan perkebunan dan perladangan yang ada pada unit lahan KIII, KIV dan LIV dengan sistem *agroforestry*, juga untuk unit lahan SIII yang berupa semak belukar diubah menjadi lahan kebun atau hutan. Pada TBE Sedang mengoptimalkan penggunaan lahan kebun pada unit lahan KII yang sebelumnya berupa kebun campuran kerapatan rendah dan kebun pisang menjadi kebun yang menerapkan sistem *agroforestry*. TBE Ringan pada unit lahan KI dan LI kategori TBE Ringan ini yaitu menggunakan metode vegetatif dengan mengoptimalkan penggunaan lahan perkebunan dan perladangan yang telah ada dengan sistem *agroforestry*. Adapun pada TBE Sangat Ringan unit lahan HI, HIII, HIV dan HV yaitu dengan tetap mempertahankan kondisi unit lahan berupa hutan alam seresah banyak

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Laju erosi potensial di DAS Kerandangan dengan metode USLE sebesar 0,14 - 1.113,92 ton/ha/thn dengan nilai erosi potensial yang paling tinggi berada pada unit lahan semak kelerengan V (SV) dan terendah berada pada unit lahan hutan kelerengan I (HI).
2. Tingkat bahaya erosi DAS Kerandangan yakni TBE Sangat Ringan berada di unit lahan hutan kelerengan I (HI), hutan kelerengan III (HIII), hutan kelerengan IV (HIV) dan hutan kelerengan V (HV) dengan persentase 69% dari total wilayah DAS. TBE Ringan berada di unit lahan kebun kelerengan I (KI) dan ladang kelerengan I (LI) dengan persentase 17%.

TBE Sedang berada di unit lahan kebun kelerengan II (KII) dengan persentase 1%. TBE Berat berada di unit lahan kebun kelerengan (KIII), kebun kelerengan IV (KIV), ladang kelerengan IV (LIV) dan semak kelerengan III (SIII) dengan persentase 9%. TBE Sangat Berat berada pada unit lahan semak kelerengan IV (SIV) dan semak kelerengan V (SV) dengan persentase 2%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alie, M. E. R. (2015). Kajian erosi lahan pada DAS Dawas Kabupaten Musi Banyuasin - Sumatra Selatan. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(1), 749–754.
- Annisa, N., Riduan, R., & Prasetya, H. (2016). Model rain garden untuk penanggulangan limpasan air hujan di wilayah perkotaan. *Jukung Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(1), 78–92.
- 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.
- Arsyad, S. (2010). Konservasi tanah dan air. IPB Press. Bogor.
- Askoni, & Sarminah, S. (2018). Laju infiltrasi dan permeabilitas pada beberapa tutupan lahan di Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Samarinda. *Jurnal Hutan Tropis*, 2(1), 6–15.
- Ayuningtyas, E. A., Ilma, A. F. N., & Yudha, R. B. (2018). Pemetaan erodibilitas tanah dan korelasinya terhadap karakteristik tanah di DAS Serang, Kulonprogo. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan*, 2(1), 37–46.
- Azmeri. (2020). Erosi, sedimentasi dan pengelolannya. Syah Kuala University Press. Banda Aceh.
- Blanco, H. & Lal, R. (2008). Principles of soil Conservation and Management. Springer: USA.
- Bols, P. (1978). The Iso-erodent Map of Java and Madura. SRI Bogor.39p: Report on Bergian Technical Assistance.
- Delsiyanti, Widjajanto, D., & Rajamuddin, U. A. (2016). Sifat fisik tanah pada beberapa penggunaan lahan di Desa Olobojuk Kabupaten Sigi. *Jurnal Agrotekbis*, 4(3), 227–234.
- Dianasari, Q., Andawayanti, U., & Cahya, E. N. (2018). Pengendalian erosi dan sedimen dengan arahan konservasi lahan di DAS Genting Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Teknik Pengairan*, 9, 95–104.
- Fatahillah, A. W., Suryanto, R., & Wiyanti. (2022). Analisis spasial koefisien limpasan permukaan untuk estimasi luapan banjir di DAS Tukad Buleleng Provinsi Bali. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 11(1), 30–40.
- Fayruzi, S. A., & Hindersah, H. (2022). Kajian pendugaan erosi pada kawasan terasering Panyaweuyan Kecamatan Argapura Kabupaten Majalengka. *Bandung Conference Series: Urban & Regional Planning*, 2(1), 120–127.
- Haq, M. F. K., Sholichin, M., & Asmaranto, R. (2021). Analisa pendugaan laju erosi dengan menggunakan model Agricultural Non Point Source Pollution (AGNPS) di Sub DAS Lesti Kabupaten Malang. *Jurnal Teknik dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(1), 180–191.
- Holz, D. J., Williard, K. W. J., Edwards, P. J., & Schoonover, J. E. (2015). Soil erosion in humid regions: A review. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 154, 48–59.
- Hussain, N., Hassan, G., Arshadullah, M., & Mujeeb, F. (2001). Evaluation of amendments for the improvement of physical properties of sodic soil. *International Journal of Agriculture & Biology*, 3(3), 319–322.
- Intara, Y. I., Sapei, A., Sembiring, N., & Djoefrie, M. B. (2011). Pengaruh pemberian bahan organik pada tanah liat dan lempung berliat terhadap kemampuan mengikat air. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 16(2), 130–135.
- Kurniawati, D., Meviana, I., & Ferdiannanda, A. S. (2023). Penaksiran indeks erosivitas hujan dengan metode Lenvain di Kecamatan Dau Kabupaten Malang. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 7(1), 33–42.
- Minangkabau, A. F., Supit, J. M., & Kamagi, Y. R. (2022). Kajian permeabilitas, bobot isi, dan porositas pada tanah yang diolah dan diberi pupuk kompos di Desa Talikuran Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa. *Soil-Env*, 22(1), 1–5.
- Muharomah, R. (2014). Analisis run-off sebagai dampak perubahan lahan sekitar pembangunan underpass Simpang Patal Palembang dengan memanfaatkan teknik GIS. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(3), 424–433.
- Mujiyo, Larasati, W., Widijanto, H., & Aktavia, H. (2021). Pengaruh kemiringan lereng terhadap kerusakan tanah di Giritontro,

- Wonogiri. *Agrotrop: Journal on Agriculture Science*, 11(2), 115–128.
- Nasution, H., & Andayono, T. (2023). Pengaruh permeabilitas tanah terhadap laju infiltrasi di daerah pengembangan permukiman Kota Padang. *Journal of Civil Engineering and Vocation Education*, 10(1), 68–77.
- Nursa'ban, M. (2006). Pengendalian erosi tanah sebagai upaya melestarikan fungsi lingkungan. *Geomedia*, 4(2), 93–116.
- Oktasandi, B., Hisyam, E. S., & Gunawan, I. (2019). Analisis erosi pada daerah aliran sungai (DAS) Pompong Kabupaten Bangka. *Jurnal Fropil*, 7(2), 70–84.
- Putra, A., Widyaningsih, R., & Nurcholis, M. (2019). Analisis faktor erodibilitas tanah penyebab erosi di area tambang site Melak. *Jurnal Mineral Energi dan Lingkungan*, 3(1), 42–52.
- Radarlombok.co.id. (2022). Sungai meluap, kerandangan banjir lagi. radarlombok.co.id. <https://radarlombok.co.id/sungai-meluap-kerandangan-banjir-lagi.html> [4 Februari 2023]
- Rantung, M. M., Binilang, A., Wuisan, E. M., & Halim, F. (2013). Analisis erosi dan sedimentasi di sub DAS Panasen Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 1(5), 309–317.
- Rayyandini, K., Banuwa, I. S., & Afandi. (2017). Pengaruh sistem olah tanah dan pemberian herbisida terhadap aliran permukaan dan erosi pada fase generatif pertanaman singkong (*Manihot utilissima*) musim tanam ke-2. *Jurnal Agrotek Tropika*, 5(1), 57–62.
- Rozi, F., Saifudin, & Junaidi. (2022). Studi erodibilitas tanah pada lahan bekas penambangan tanah (Galian C) di Kelurahan Sedau Kecamatan Singkawang Selatan Kota Singkawang. *Jurnal Teknologi Perkebunan dan Pengelolaan Sumberdaya Lahan*, 9, 9–14.
- Saiby, A. M. S., Nursamiah, Paembonan, D., & Usman, A. (2023). Analysis of the sedimentation rate of the Pappa River on the service period of the Pamukkulu Reservoir in Kab. Takalar. *Marcopolo*, 1, 205–218.
- Shen, N., Wang, Z., Zhang, F., & Zhou, C. (2023). Response of soil detachment rate to sediment load and model examination: A key process simulation of rill erosion on steep loessial hillslopes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20, 1–12.
- Sinukaban, N. (1989). Dasar-dasar konservasi tanah dan perencanaan pertanian. Konservasi. Jurusan Ilmu Tanah. IPB. Bogor.
- Sittadewi, E. H., & Tejakusuma, I. G. (2019). The role of root plant architecture in landslide and erosion disaster mitigation. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 14(1), 54–61.
- Suarantb.com. (2022). Picu bencana banjir, hutan di kawasan Senggigi-kerandangan diduga kritis. Suarantb.com. <https://www.suarantb.com/2022/10/19/picu-bencana-banjir-hutan-di-kawasan-senggigi-kerandangan-diduga-kritis/> [22 Oktober 2022]
- Sutrisno, J., Sanim, B., Saefuddin, A., & Sitorus, S. R. P. (2011). Prediksi erosi dan sedimentasi di sub daerah aliran sungai Keduang Kabupaten Wonogiri. *Media Konservasi*, 16(2), 78–86.
- Suwardjo. (1981). Peranan sisa-sisa tanaman dalam konservasi tanah dan air pada usahatani tanaman semusim. Disertasi. Fakultas Pascasarjana, IPB. Bogor.
- Taslim, R. K., Mandala, M., & Indarto. (2019). Pengaruh luas penggunaan lahan terhadap laju erosi: Studi pada beberapa DAS di wilayah Tapal Kuda Jawa Timur. *JPPDAS*, 3(2), 141–158.
- Triswaskitho, N., Ramadhan, R., & Rahawan, P. A. D. (2021). Pendugaan erosi pada pengelolaan lahan sistem agroforestri di sub DAS Amprong, Desa Gubugklakah, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang. *Journal of Forest Science Avicennia*, 4(2), 114–120.
- Umam, K., Kusnarta, I. G. M., & Mahrup. (2022). Analisis nisbah dispersi dan stabilitas agregat tanah pada penggunaan lahan sistem agroforestri di lahan miring. *Journal of Soil Quality and Management*, 1(1), 46–53.
- Viqi, A. (2023). Banjir terjang Desa Senggigi, puluhan rumah terendam. DetikBali. <https://www.detik.com/bali/nusra/d-6712169/banjir-terjang-desa-senggigi-puluhan-rumah-terendam> [11 Juni 2023]
- Wang, Y., Yang, F., Qi, S., & Cheng, J. (2020). Estimating the effect of rain splash on soil particle transport by using a modified model: Study on short hillslopes in Northern China. *Water*, 12, 1–15.
- Wibisono, K. (2021). Monitoring kinerja DAS Bedadung Kabupaten Jember, Jawa Timur. *Jurnal Geografi*, 18(1), 52–59.
- Wischmeier, W., & Smith, D. (1978). Predicting Rainfall Erosion Losses: A guide to

- Conservation Planning. Washington DC: USDA Handbook No.537.
- Yudono, A. R. A., Sungkowo, A., & Gomareuzzaman, M. (2020). Analisis dampak erosi terhadap kapasitas sungai mati di Kecamatan Tawangsari dan Kecamatan Sukoharjo, Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah. *JMEL*, 4(1), 61–72.
- Yuliani, I., Wahyuningsih, S., & Novita, E. (2015). Identifikasi prioritas konservasi berdasarkan tingkat bahaya erosi dan sosial ekonomi masyarakat di Kecamatan Panti Kabupaten Jember. *Berkala Ilmiah Teknologi Pertanian*, 1(1), 1-5.