

**“Akselerasi Hasil Penelitian dan Optimalisasi Tata Ruang Agraria untuk Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan”**

---

Studi Tingkat Erodibilitas Tanah pada Sub DAS Lunto DAS Kuantan Provinsi Sumatera Barat

**Elsa Lolita Putri<sup>1</sup>, Adrinal<sup>2</sup>, Gusmini<sup>2</sup>, Muhammad Faiz Barchia<sup>1</sup>, dan Welly Herman<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu, Bengkulu

<sup>2</sup> Jurusan Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian Universitas Andalas, Padang

Email: elsalolitaputri@unib.ac.id

**Abstrak**

Penelitian tentang erodibilitas tanah dengan menggunakan metoda USLE telah dilaksanakan di Sub DAS Lunto, pada DAS Kuantan. Tujuan penelitian untuk memprediksi besarnya erodibilitas tanah dengan metoda *USLE* pada Sub DAS tersebut. Penelitian ini menggunakan metoda survey dengan pengambilan sampel secara *purposive random sampling* di sembilan satuan lahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Nilai erodibilitas tanah terlihat berkisar antara 0,09 – 0,44. Berdasarkan kriteria nilai erodibilitas tanah, nilai K memiliki kriteria sangat rendah hingga agak tinggi. erodibilitas yang paling rendah ditemui pada SL6 yang berada pada hutan lahan kering sekunder dengan kelerengan 25% - 45%. Kelerengan yang curam namun memiliki nilai erodibilitas rendah, membuktikan bahwa dengan pengelolaan konservasi yang baik dapat menjaga kelestarian lingkungan karena tanah ini lebih banyak tertutup oleh bahan organik atau sisa tanaman yang sudah mati dari budidaya pertanian polikultur di satuan lahan tersebut.

Kata kunci: erodibilitas, USLE, DAS

**Pendahuluan**

Kota Sawahlunto dilalui oleh sebuah sungai yang membelah Kecamatan Lembah Segar, Kota Sawahlunto yaitu Batang (sungai) Lunto. Sungai tersebut merupakan salah satu sumber air yang digunakan masyarakat yang berada di Sub Daerah Aliran Sungai Lunto untuk kebutuhan sehari-hari. Banyaknya pemukiman penduduk yang ada di hulu hingga hilir Batang Lunto ini mengakibatkan meningkatnya pembangunan serta aktifitas pertanian di daerah hulu Sub DAS Lunto yang menghiraukan kaidah konservasi. Hal ini dapat mengkhawatirkan keselamatan masyarakat yang berada di Kecamatan Lembah Segar, Kota Sawahlunto.

Fenomena-fenomena erosi di Sub DAS Lunto telah terlihat seperti terjadinya pendangkalan sungai akibat sedimentasi yang tinggi, keruhnya warna air sungai, serta pada saat musim kemarau debit sungai turun drastis bahkan hingga kekeringan dan saat musim hujan debitnya melimpah hingga pernah menyebabkan banjir. Beberapa faktor yang menjadi penyebab masalah banjir yaitu adanya interaksi antara faktor penyebab yang bersifat alamiah, serta campur tangan manusia yang beraktivitas pada daerah pengaliran. Masyarakat mengeksploitasi sumber daya alam melalui penebangan hutan, pengurangan areal tegakan hutan, dan pembukaan lahan pertanian baru yang intensif pada kawasan hulu Sub DAS tanpa menggunakan kaidah konservasi yang mengakibatkan tanah rentan terhadap erosi dan tanah longsor yang berperan mempercepat proses terjadinya banjir di kawasan hilir Sub DAS.

Di daerah beriklim tropis basah, air merupakan penyebab utama erosi tanah, sedangkan angin tidak mempunyai pengaruh yang berarti. Proses erosi air merupakan kombinasi dua proses yaitu (1) penghancuran struktur tanah menjadi butir-butir primer oleh energi tumbukan butir-butir hujan yang menimpa tanah dan perendaman oleh air yang tergenang (*disperse*), dan pemindahan (pengangkutan) butir-butir tanah oleh percikan hujan, dan (2) penghancuran struktur tanah diikuti pengangkutan butir-butir tanah tersebut oleh air yang mengalir di permukaan tanah. Air hujan yang menimpa tanah-tanah terbuka akan menyebabkan tanah terdispersi. Sebagian dari air hujan yang jatuh tersebut akan mengalir di atas permukaan tanah. Banyaknya air yang mengalir di permukaan tanah tergantung pada hubungan antara jumlah dan intensitas hujan dengan kapasitas infiltrasi tanah dan kapasitas penyimpanan air tanah (Rahim, 2003).

Menurut Arsyad (2010), beberapa sifat tanah yang mempengaruhi erosi adalah tekstur, struktur, bahan organik, kedalaman, sifat lapisan tanah, dan tingkat kesuburan tanah, sedangkan kepekaan tanah terhadap erosi yang menunjukkan mudah dan tidaknya tanah mengalami erosi ditentukan oleh berbagai sifat fisika tanah. Tekstur adalah ukuran tanah dan proporsi kelompok ukuran butir-butir primer bagian mineral tanah (Adrinal *et.al.*,2021). Tanah-tanah bertekstur kasar seperti pasir dan pasir berkrilik mempunyai kapasitas infiltrasi yang tinggi dan jika tanah tersebut dalam, erosi dapat diabaikan (Putri *et.al.*,2021). Tanah-tanah bertekstur pasir halus juga mempengaruhi kapasitas infiltrasi cukup tinggi, akan tetapi jika terjadi aliran permukaan, butir halus akan mudah terangkut.

Jika hal ini dibiarkan berlanjut, terjadinya bencana alam banjir dan longsor yang besar menjadi ancaman masyarakat Kota Sawahlunto. Sebab kota ini dikelilingi bukit barisan. Oleh sebab itu pengukuran prediksi erosi serta penanggulangannya di Sub DAS Lunto sangat penting dilakukan untuk dapat meminimalisir bahaya dan dampak erosi agar keberlangsungan hidup

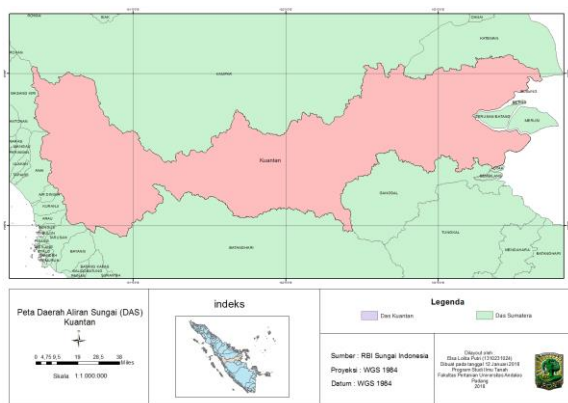
masyarakat di Kota Sawahlunto tetap terjaga, aman dan sejahtera. Tingkat bahaya erosi salah satunya memiliki faktor utama yaitu erodibilitas tanah. Erodibilitas tanah adalah faktor penentu tingkat laju erosi yang terdiri dari beberapa sifat fisika tanah. Penelitian ini secara detail belum pernah dilakukan khususnya pada Sub DAS Kuantan DAS Lunto. Tujuan khusus dari penelitian ini adalah mengkaji tingkat erodibilitas tanah yang ada di Sub DAS Lunto DAS Kuantan agar dapat diketahui kemampuan tanah terhadap laju erosi serta dapat memberikan solusi untuk meminimalisir degradasi lahan yang terjadi di Sub DAS Lunto DAS Kuantan.

## Metode

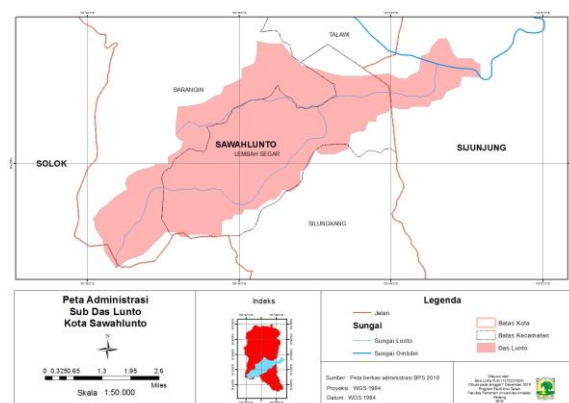
Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan November 2022 sampai Desember 2022. Pelaksanaan penelitian ini meliputi dua tahap yaitu tahap pengambilan sampel di Sub DAS Lunto yang meliputi daerah Kelurahan Lunto, Mudik Air, Kampung Teleng, Sikabu, Sidomulyo, Tanah Lapang, Air Dingin, Kecamatan Lembah Segar, Kota Sawahlunto. Penelitian ini telah dilaksanakan dengan metoda survey yang meliputi beberapa tahap yaitu: (1) persiapan, (2) survei pendahuluan, (3) survei utama, (4) analisis tanah di laboratorium, dan (5) pengolahan data

### 1. Persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan yang meliputi pengumpulan data sekunder dan studi kepustakaan tentang daerah penelitian.



Gambar 1. Peta DAS Kuantan



Gambar 2. Peta Sub DAS Lunto

### 2. Survei Pendahuluan

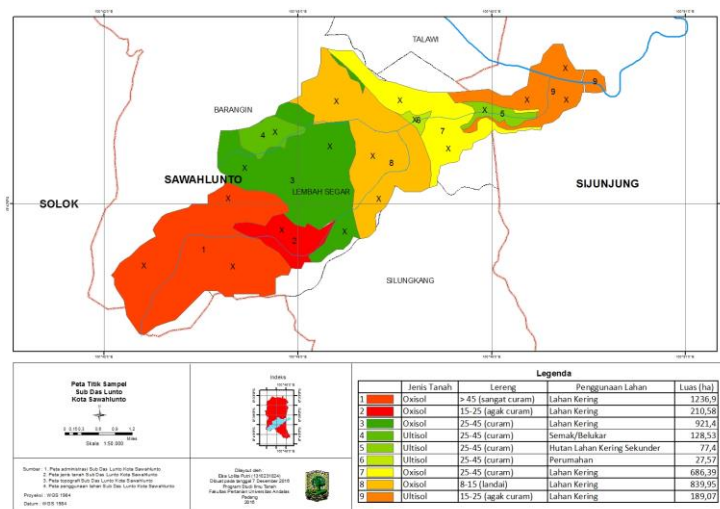
Untuk mengetahui keadaan lapangan yang sebenarnya, maka dilakukan survey pendahuluan yang bertujuan untuk mempersiapkan dan memperlancar survey utama. Pada

survey pendahuluan dilakukan pengecekan pada satuan lahan. Pengecekan dilaksanakan terhadap tata guna lahan dan kemiringan lahan.

Pada tahap survei ini dilakukan pengambilan sampel tanah perwakilan secara *Proporsional Random Sampling* berdasarkan luas satuan lahan yaitu untuk areal <300 ha diambil satu titik, 300 – 600 ha diambil dua titik, > 600 ha diambil tiga titik pengamatan dari setiap satuan lahan sebagai contoh tanah perwakilan. Untuk menentukan titik pengambilan sampel di lapangan digunakan peta topografi, peta satuan lahan dan dibantu dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*).

### 3. Survei Utama dan Pengambilan Sampel

Pada tahap ini dilakukan pengambilan contoh tanah utuh dan contoh tanah terganggu pada setiap titik pengamatan. Contoh tanah terganggu diambil dengan menggunakan bor tanah, yang akan digunakan untuk penentuan tekstur dan bahan organik tanah serta melihat kedalaman efektif tanah, setiap satuan lahan yang diamati. Sedangkan contoh tanah utuh diambil dengan menggunakan ring sampel pada kedalaman 0-20 cm, yang digunakan untuk penetapan BV dan permeabilitas tanah. Sedangkan panjang lereng diukur langsung di lapangan menggunakan meteran.



Gambar 3. Peta Satuan Lahan

### 4. Analisis Contoh Tanah di Laboratorium

Analisis Laboratorium meliputi analisis tekstur tanah (Metoda ayak dan pipet), analisis bahan organik (Metoda *Walkley and Black*), dan penetapan permeabilitas tanah menggunakan (Metoda *Constant Head Parameter*).

## 5. Pengolahan Data

Erodibilitas tanah yang dihitung dengan nomograph *USLE*, dari Wischmeier dan Smith , dimana parameter- parameternya adalah fraksi pasir sangat halus + debu (%), fraksi pasir (%), bahan organik (%) dengan 5 (lima) kelas, struktur tanah 4 (empat) kelas dan permeabilitas tanah 6 (enam kelas). Nilai K ini juga dapat dihitung dengan persamaan:

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

Keterangan :

K = erodibilitas

M = (%debu + %pasir sangat halus) x (100 - %liat)

a = % bahan organik

b = kode struktur tanah

c = kode permeabilitas

## Hasil dan Pembahasan

### Keadaan Umum

Kota Sawahlunto terletak sekitar 100 km sebelah timur Kota Padang dan dalam lingkup Propinsi Sumatera Barat yang dikelilingi oleh 3 kabupaten di Sumatera Barat, yaitu Kabupaten Tanah Datar, Kabupaten Solok, dan Kabupaten Sijunjung. Secara astronomi letak Kota Sawahlunto adalah  $0^{\circ}34' - 0^{\circ}46'$  Lintang Selatan dan  $100^{\circ} 41' - 100^{\circ} 49'$  Bujur Timur. Secara topografi wilayah Kota Sawahlunto terletak pada daerah perbukitan dengan ketinggian antara + 250 – 650 meter permukaan laut. Kota Sawahlunto terletak di daerah dataran tinggi yang merupakan bagian dari Bukit Barisan dan memiliki luas 273,45 km<sup>2</sup>. Dari luas tersebut, lebih dari 26,5% atau sekitar 72,47 km<sup>2</sup> merupakan kawasan perbukitan yang ditutupi hutan lindung. Penggunaan tanah yang dominan di kota ini adalah perkebunan sekitar 34%, dan danau yang terbentuk dari bekas galian tambang batu bara sekitar 0,2%. Wilayah ini terbentang dari Utara ke Selatan, bagian Timur dan Selatan mempunyai topografi yang relative curam (kemiringan lebih dari 40%) yang luasnya 28,52% dari luas wilayah keseluruhan, sedangkan bagian Utara bergelombang dan relative datar. Bagian utara kota ini memiliki topografi yang relatif datar meski berada pada sebuah lembah, terutama daerah yang dilalui oleh Batang Lunto, dimana di sekitar sungai inilah dibentuknya pemukiman dan fasilitas-fasilitas umum yang didirikan sejak masa pemerintahan Hindia Belanda. Sementara itu bagian timur dan selatan kota ini relatif curam dengan kemiringan lebih dari 40% (PPSP Sawahlunto,2010).

## Sifat Fisika Tanah

Sifat fisika tanah yang digunakan adalah tekstur tanah, kandungan bahan organik, struktur tanah, dan permeabilitas tanah. Parameter ini dibutuhkan untuk menetapkan nilai erodibilitas tanah (K) yang merupakan salah satu parameter dalam prediksi erosi metoda USLE. Hasil analisis dari lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Analisis Sifat Fisika Tanah

No	Kode	Satuan Lahan	Bahan Organik (%)	Permeabilitas (cm/jam)	Struktur tanah
1	SL1	Ox,V,Pt	1,62	12,89	Granuler sedang - kasar
2	SL2	Ox,III,Pt	0,50	8,66	Granuler sedang - kasar
3	SL3	Ox,IV,Pt	1,50	11,44	Granuler sedang - kasar
4	SL4	Ult,IV,B	1,30	10,88	Granuler sedang - kasar
5	SL5	Ult,IV,Hs	0,37	2,12	Granuler sedang - kasar
6	SL6	Ult,IV,Pm	0,16	0,08	Granuler sedang - kasar
7	SL7	Ox,IV,Pt	0,22	0,09	Granuler sedang - kasar
8	SL8	Ox,II,Pt	0,44	8,88	Granuler sedang - kasar
9	SL9	Ult,III,Pt	0,64	10,17	Granuler sedang - kasar

Keterangan :SL = Satuan Lahan, Ox = oxisol, Ult = ultisol, II= kemiringan 8%-15%, III= kemiringan 15%-25%, IV=kemiringan 25%-45%, V= kemiringan lebih dari 45%, Hs= hutan lahan kering sekunder, B=belukar, Pm=pemukiman, Pt= pertanian lahan kering

Pada Tabel 1 dapat diketahui satuan lahan SL7 memiliki kelerengan 25% - 45% dengan bahan organik paling rendah yaitu 0,22% berada pada kelerengan curam (25%-45%) dan hampir tidak memiliki tutupan lahan serta terdapat kegiatan usaha tani yang tidak mengikuti kaidah konservasi sehingga tanah-tanah dan bahan organik mudah hanyut terangkut oleh air kebagian bawah. Sebaliknya satuan lahan SL 1 memiliki kandungan bahan organik tertinggi yaitu 1,62%. Walau SL1 memiliki kelerengan >45%, namun SL1 sebagian besar ditutupi oleh tumbuhan dan tanaman yang memiliki tajuk rapat dan hampir menutupi seluruh permukaan tanah lebih rapat karena merupakan kebun campuran yang menerapkan teknik teras untuk memperkecil nilai laju permukaan tanah. Hal ini juga bisa disebabkan karena pengembalian bahan organik pada hutan selalu ada misalnya dari serasah dan sisa tanaman. Selain itu, pengembalian bahan organik pada kebun campuran bisa melalui pemupukan, jenis tanaman, dan jumlah vegetasi yang tumbuh di atasnya sehingga dapat menyumbangkan kembali bahan-bahan organik melapuk dan sangat sedikitnya terangkut saat panen (Putri, *et.al.*, 2021).

Permeabilitas tanah yang terlihat pada daerah Sub DAS Lunto, DAS Ombilin Kota Sawahlunto memiliki nilai yang beragam. Permeabilitas tertinggi terdapat pada SL1 (12,89 cm/jam) dan yang terendah pada SL7 (0,09 cm/jam). Hal ini dapat disebabkan karena SL1 berada pada kelerengan >45% dan memiliki nilai BV yang paling rendah juga yaitu 1,27 g/cm<sup>3</sup>.

Pada SL7 yang memiliki kelerengan 25% - 45% dengan nilai BV yang besar yaitu 1,74 g/cm<sup>3</sup> sehingga permeabilitas tanah rendah. Pada tanah dengan BV rendah, tanah menjadi lebih gembur dan pori makro yaang lebih banyak sehingga air lebih cepat lolos. Sebaliknya tanah yang memiliki nilai BV yang tinggi akan menyebabkan tanah lebih padat dan pori makro tanah lebih sedikit sehingga air akan lambat lolos melewati pori tanah tersebut (Putri, *et.al.*,2022). Sub DAS Lunto Kota Sawahlunto memiliki struktur tanah granular sedang. Struktur granular pada Sub DAS Lunto ini diasumsikan karena adanya bahan organik yang menyatukan butiran liat yang membentuk agregat yang membulat. Hal ini sesuai dengan pendapat Rusman (2014) bahwa fungsi bahan organik selain dalam pencegah terjadinya erosi, juga dapat meningkatkan kemampuan agregat tanah dan memperbaiki struktur tanah.

Tabel 2. Tekstur Tanah di Sub DAS Lunto Kota Sawahlunto

No	Kode	Satuan Lahan	% pasir		% debu	% liat	Kelas tekstur tanah
			Kasar	Sangat halus			
1	SL1	Ox,V,Pt	39,04	14,54	40,50	20,45	Lempung
2	SL2	Ox,III,Pt	42,58	13,43	26,71	30,71	Lempung berliat Lempung liat
3	SL3	Ox,IV,Pt	10,84	0,68	50,83	38,33	berdebu
4	SL4	Ult,IV,B	19,19	7,26	36,28	44,54	Liat
5	SL5	Ult,IV,Hs	69,26	23,86	24,47	6,27	Lempung berpasir
6	SL6	Ult,IV,Pm	65,04	25,49	23,17	11,78	Lempung berpasir
7	SL7	Ox,IV,Pt	73,36	23,36	12,43	14,21	Lempung berpasir
8	SL8	Ox,II,Pt	75,16	25,30	12,34	12,50	Pasir berlempung
9	SL9	Ult,III,Pt	48,10	14,50	28,18	23,72	Lempung

Keterangan :SL = Satuan Lahan, Ox = oxisol, Ult = ultisol, II= kemiringan 8%-15%, III= kemiringan 15%-25%, IV=kemiringan 25%-45%, V= kemiringan lebih dari 45%, Hs= hutan lahan kering sekunder, B=belukar, Pm=pemukiman , Pt = Pertanian Lahan Kering

Hasil analisis tekstur tanah di Sub DAS Lunto, DAS Ombilin Kota Sawahlunto dapat dilihat pada Tabel 2 di atas. Diketahui bahwa fraksi pasir lebih tinggi ditemukan pada SL8 yang merupakan satuan lahan pertanian lahan kering dengan kelerengan 15% - 25%, sedangkan fraksi liat paling tinggi dibandingkan data lainnya ditemukan pada SL4 yang merupakan satuan lahan semak/ belukar dengan kelerengan 25% - 45%. Tanah yang mengandung liat dalam jumlah yang tinggi dapat tersuspensi oleh butir-butir hujan yang jatuh menyimpannya dan pori-pori lapisan permukaan akan tersumbat oleh butiran liat, hal ini akan menyebabkan terjadinya erosi yang hebat.

## Erodibilitas Tanah (K)

Nilai erodibilitas tanah (K) tergantung pada sifat fisika tanah dan kimia tanah. Nilai analisis ini digunakan untuk menentukan nilai erodibilitas tanah (K) pada tiap satuan lahan yang ada di dalam Sub DAS Lunto Kota Sawahlunto dengan rumus pencarian menurut Wischmeier, *et.al.* (1971) sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai Erodibilitas di Sub DAS Lunto

No	Kode	Satuan Lahan	M	a	b	c	100 K	K
1	SL1	Ox,V,Hs	54,933	0,016	3	2	1,282	0,013
2	SL2	Ox,III,Hs	40,014	0,005	3	3	4,417	0,044
3	SL3	Ox,IV,Hs	51,308	0,015	3	3	4,489	0,045
4	SL4	Ult,IV,B	43,342	0,013	3	3	4,438	0,044
5	SL5	Ult,IV,Hs	48,302	0,004	3	4	7,700	0,077
6	SL6	Ult,IV,Pm	48,603	0,002	3	6	14,162	0,142
7	SL7	Ox,IV,Hs	36,008	0,002	3	6	14,083	0,141
8	SL8	Ox,II,Hs	37,595	0,004	3	3	4,402	0,044
9	SL9	Ult,III,Hs	42,584	0,006	3	3	4,433	0,044

Keterangan : SL = Satuan Lahan, Ox = oxisol, Ult = ultisol, II= kemiringan 8%-15%, III= kemiringan 15%-25%, IV=kemiringan 25%-45%, V= kemiringan lebih dari 45%, Hs= hutan lahan kering sekunder, B=belukar, Pm=pemukiman, Pt= Pertanian Lahan Kering

Nilai erodibilitas tanah dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai erodibilitas tanah terlihat berkisar antara 0,09 – 0,44. Berdasarkan kriteria nilai erodibilitas tanah, nilai K memiliki kriteria sangat rendah hingga agak tinggi. Hal ini disebabkan oleh masih baiknya sifat-sifat fisika tanah dan kimia tanah seperti permeabilitas serta kandungan bahan organik sesuai yang dikemukakan oleh Hakim *et al* (1986) bahwa sifat-sifat tanah yang menentukan erodibilitas tanah mencakup (1) sifat-sifat yang menentukan kapasitas infiltrasi, permeabilitas dan daya menahan air, (2) sifat-sifat yang menentukan ketahanan terhadap dispersi dan pengangkutan tanah. Dimana semakin tinggi nilai K, semakin tinggi kepekaan tanah terhadap erosi.

Tabel 3. dapat dilihat bahwa erodibilitas yang paling rendah ditemui pada SL6 yang berada pada hutan lahan kering sekunder dengan kelerengan 25% - 45%. Kelerengan yang curam namun memiliki nilai erodibilitas rendah, membuktikan bahwa dengan pengelolaan konservasi yang baik dapat menjaga kelestarian lingkungan karena tanah ini lebih banyak tertutup oleh bahan organik atau sisa tanaman yang sudah mati dari budidaya pertanian polikultur di satuan lahan tersebut. Tanah yang mempunyai kepekaan tinggi bisa memperlihatkan gejala erosi yang ringan karena beberapa faktor yang dapat meningkatkan nilai erosi menurut Arsyad (2010) yaitu pengaruh dari curah hujan, keadaan lereng dan tanaman penutup tanah.



## Kesimpulan dan Saran

Nilai erodibilitas tanah terlihat berkisar antara 0,09 – 0,44. Berdasarkan kriteria nilai erodibilitas tanah, nilai K memiliki kriteria sangat rendah hingga agak tinggi. erodibilitas yang paling rendah ditemui pada SL6 yang berada pada hutan lahan kering sekunder dengan kelerengan 25% - 45%. Kelerengan yang curam namun memiliki nilai erodibilitas rendah, membuktikan bahwa dengan pengelolaan konservasi yang baik dapat menjaga kelestarian lingkungan karena tanah ini lebih banyak tertutup oleh bahan organik atau sisa tanaman yang sudah mati dari budidaya pertanian polikultur di satuan lahan tersebut.

## Ucapan Terimakasih

Ungkapan terimakasih penulis berikan kepada Universitas Andalas dan Universitas Bengkulu yang telah memberikan dukungan dan bantuan pelaksanaan penelitian ini.

## Daftar Pustaka

- Adrinal, Gusmini, I.Darfis, and Elsa L. Putri. 2021. *Performance of Some Soil Physical Properties of Arabica Coffe Plantation in Solok Regency*. IOP Conference Series: Earth and Enviromental Science, Vol 741.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. UPT Produksi Media Informasi. Lembaga Sumberdaya Informasi. Institut Pertanian Bogor. IPB Press. Bogor.
- BPS Kota Sawahlunto. 2010. *Sawahlunto dalam Angka 2010*. BPS Kota Sawahlunto
- Putri, E. L., Gusmini, G., Adrinal, A., & Yaherwandi, Y. 2021. *Transformasi Karakteristik Tanah Sawah Pada Lahan Bekas Penambangan Emas Di Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(1), 179-188.
- Putri, E. L., & Panji, R. 2021. Improvement of nutrient status in ex-gold mining land with the application of rice terra preta biochar technology. In *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science* (Vol. 741, No. 1). IOP Publishing.
- Putri, E. L., Fitriani, N., Hermawan, B., & Herman, W. 2022. Pola Frekuensi Kebutuhan Air Irigasi pada beberapa Penggunaan Lahan dengan Teknologi Otomatisasi Monitoring Pengendalian Kelembaban Tanah berbasis Sensor Dielektrik. *Jurnal Solum*, 19(2), 53-61.
- Rahim, S.E. 2003. *Pengendalian Erosi Tanah dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Hakim. 1986. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung. Lampung.
- Wischmeir, W.H. C.B. Johnson, and B.V. Cross. 1971. *A Soil Erodibility, Monograph for Farmland and Contruction Siles J. Soil & Water Conservation*. hal. 189-193.