

Hasil Penelitian

HUBUNGAN FAKTOR KEMIRINGAN LERENG, JENIS TANAH, DAN TIPE PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP RESIKO BAHAYA EROSI

(RELATIONSHIP OF SLOPE, SOIL TYPE, AND LAND USE ON EROSION HAZARDS)

*Parlin Hormartua Putra Pasaribu**, *Rospita Odorlina P. Situmorang***

*Pusat Riset Ekologi dan Etnobiologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jl Raya Jakarta – Bogor KM 46, Cibinong, Bogor 16911
Jawa Barat - Indonesia
E-mail: hotmartuapasaribu93@gmail.com

**Pusat Riset Kependudukan, Badan Riset dan Inovasi Nasional
Jln. Jend. Gatot Subroto 10 Jakarta Pusat, 12710
DKI Jakarta – Indonesia

Diterima: 30 Maret 2022; Direvisi: 15 Agustus 2022; Disetujui: 16 September 2022

ABSTRAK

Erosi merupakan proses pengikisan tanah bagian atas yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kemiringan lereng, jenis tanah, dan tipe penggunaan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hubungan ketiga faktor tersebut terhadap resiko bahaya erosi yang hasilnya dijadikan dasar untuk menentukan jenis praktek konservasi lahan. Data dianalisis dengan analisis korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor kemiringan lereng memiliki pengaruh yang signifikan terhadap resiko bahaya erosi dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,777 dan kategori hubungan sangat erat dengan arah yang positif. Sedangkan jenis tanah dan tipe penggunaan lahan tidak berpengaruh signifikan dengan koefisien korelasi yang sangat lemah (0,047 untuk jenis tanah, dan 0,129 untuk tipe penggunaan lahan). Namun, berdasarkan notasi arahnya, terdapat arah yang positif pada kedua faktor ini. Pada kemiringan lereng diatas 15%, seluruh tipe penggunaan lahan (pemukiman, hutan sekunder, semak belukar, dan tegalan) di Kecamatan Merdeka memiliki tingkat bahaya erosi yang sangat tinggi yaitu berkisar dari 10,33 s.d 218,31 (ton/ha/tahun) dengan jenis tanah andosol dan inceptisol, sehingga praktek konservasi harus dilakukan. Praktek konservasi dapat dilakukan dengan metode vegetatif dan mekanik sesuai dengan tingkat kelerengan dan tipe penggunaan lahan. Praktek konservasi pada lahan permukiman yaitu penerapan saluran drainase dan tanaman penutup tanah. Pada hutan sekunder, upaya konservasi adalah dengan pengkayaan tanaman hutan, sementara pada lahan belukar dengan penghutanan kembali dan penanaman menurut kontur. Pada lahan tegalan, praktek konservasinya adalah dengan pertanian tumpang sari (agroforestry), pemanfaatan mulsa, penanaman sejajar kontur, teras gulud, dan saluran pengelak. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh berbagai pihak dalam melakukan pelestarian tanah dan peningkatan kualitas sumber daya lahan.

Kata kunci: erosi, jenis tanah, kelerengan, penggunaan lahan, konservasi

ABSTRACT

Erosion is the process of eroding topsoil which is influenced by various factors, such as slope, soil types, and land use types. This study aimed to examine the relationship between the above three factors and erosion hazard, and the results were used as the basis in determining land conservation practices. Data were analyzed by Pearson correlation. The results of the study yielded that the slope significantly influences erosion hazard, with a strong correlation valued at 0.777 and a positive direction. Meanwhile, soil and land use types have no significant effect and very weak correlation on erosion hazard, valued at 0.047 and 0.129 for soil type and land use type, respectively. However, based on the direction, these two factors have positive direction. On the slopes above 15%, all types of land use (settlement, secondary forest, shrubs, and dryland farming) in Merdeka District have a very high level of erosion hazard, ranging from 10.33 to

218.31 (tons/ha/year. Therefore, conservation practices must be carried out to avoid erosions. Conservation could be carried out through vegetative and mechanical methods according to the level of slope and type of land use. Conservation practices on settlement areas could be applied through building drainage channels and planting plants on yards. In secondary forest, the suggested conservation practices are enrichment of forest plants, while on scrubland, they are reforestation and contour planting technique. On dryland farming, intercropping (agroforestry), mulching, parallel contour planting, developing mound terrace, and developing escape channels are conservation methods to reduce erosion. The results of this study could be used by various parties to carry out land conservation and to improving the quality of land resources.

Keywords: erosion, soil types, slope, land use, conservation

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berpenduduk terbesar ke-4 di dunia, dengan jumlah penduduk mencapai 270,20 juta jiwa pada tahun 2020 dan laju pertumbuhan 1,25 persen per tahun atau sekitar 3,3 juta jiwa pertahun (Devi dkk., 2016; Artisa, 2017; Hartati dan Arfin, 2020; Badan Pusat Statistik, 2021). Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan akan lahan (Munibah dkk., 2009; Syukur, 2013). Pertumbuhan penduduk terus meningkat dari tahun ke tahun sedangkan lahan sendiri tidak bertambah luasannya, melainkan bersifat statis atau tetap (Pavita dkk., 2014; Indrianawati dan Mahdiyyah, 2019; Soma dkk., 2021). Kondisi tersebut akan mempengaruhi pola penggunaan lahan, seperti misalnya alih fungsi hutan ke pertanian atau dari areal pertanian ke pemukiman (Osok dkk., 2018; Wunarlani dan Syaf, 2019; Khairati dan Syahni, 2016). Namun ironisnya, perubahan fungsi lahan sering tidak mengikuti kesesuaian lahan baik secara fungsi atau peruntukannya. Keadaan semakin diperparah karena pemanfaatan lahan tidak memperhatikan kaidah-kaidah pelestarian lingkungan sehingga mengakibatkan kerusakan lahan.

Kerusakan atau degradasi lahan ditandai dengan ketidakmampuan suatu lahan memberikan manfaat yang semestinya diberikan. Arsyad (2010), melaporkan bahwa lahan atau tanah yang sedang mengalami kerusakan ditandai dengan: 1) erosi; 2) terkumpulnya garam di sekitar perakaran (salinisasi); 3) terakumulasi atau terkumpulnya senyawa atau unsur yang merupakan racun (*toxic*) bagi tumbuhan; 4) penjenjuran air pada tanah (*water logging*); dan, 5) hilangnya unsur hara dan bahan organik di sekitar perakaran. Salah satu ciri umum lahan yang mengalami kerusakan adalah terjadinya penipisan lapisan atas tanah karena erosi. Erosi merupakan proses pengikisan lapisan atas tanah baik oleh air atau angin yang kemudian dipindahkan (diendapkan) kesuatu tempat (Dewi dkk., 2012; Badaruddin dkk., 2021).

Erosi sendiri terdiri dari beberapa jenis mulai yang paling ringan yaitu erosi percik sampai erosi yang paling berat yaitu erosi tebing dan longsor. Erosi banyak mengakibatkan kerugian. Erosi mengakibatkan kesuburan tanah menurun sehingga produktivitas lahan juga berkurang (Setyaningsih dkk., 2018; Sofyan dkk., 2020). Hal tersebut ditunjukkan dari akibat yang ditimbulkan erosi seperti: 1) rusaknya struktur tanah; 2) hilangnya unsur hara yang dibutuhkan tanaman; 3) kemampuan tanah menahan laju air berkurang; 4) turunnya kandungan organik dalam tanah; 5) berkurangnya kandungan air dalam tanah; dan, 6) kualitas tanaman menurun. Melalui uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa erosi sangat berpengaruh terhadap kerusakan lahan atau tanah dengan kata lain erosi menjadi indikator suatu lahan mengalami kerusakan (Taslim dkk., 2019; Sofyan, 2020).

Erosi terjadi oleh berbagai faktor penyebab. Faktor-faktor penyebab tersebut seperti iklim (curah hujan), tanah (erodibilitas tanah), topografi (panjang dan kemiringan lereng), vegetasi (jenis tutupan lahan), dan manusia atau faktor pengolahan tanah (Sumarna, 2015; Kurniawan dan Aminata, 2020). Faktor iklim dalam hal ini curah hujan merupakan faktor penting penentu terjadinya erosi (Muchlis dkk., 2017). Curah hujan yang tinggi di suatu wilayah menunjukkan potensi erosi yang juga tinggi (Setyaningsih dkk., 2018). Faktor tanah (erodibilitas tanah) di suatu wilayah juga memiliki peran yang cukup penting terhadap erosi seperti tekstur, struktur, permeabilitas tanah, kedalaman efektif tanah (Sulistyaningrum dkk., 2014; Cholidah dan Masrurroh, 2021).

Demikian halnya dengan topografi, Yulina dkk. (2015) menyebutkan bahwa semakin panjang dan terjal suatu lereng maka potensi erosi pun akan semakin besar sehingga kedudukan lereng menentukan besar kecilnya erosi. Dari sisi vegetasi, kondisi tutupan lahan yang baik akan menghambat terjadinya erosi, namun sebaliknya tutupan lahan yang buruk akan meningkatkan potensi erosi (Badaruddin dkk., 2021). Selain itu, faktor manusia merupakan faktor kunci dari semua faktor erosi

tersebut, karena perlakuan manusia terhadap lahan seperti menerapkan praktek konservasi atau sebaliknya akan sangat mempengaruhi resiko terjadinya erosi (Idjudin, 2011; Pramudita dkk., 2014).

Guna mengetahui level resiko erosi tanah, kajian berbagai faktor penyebab erosi diperlukan. Kajian tentang tingkat bahaya erosi pada berbagai jenis lahan telah dilakukan di beberapa penelitian sebelumnya. Seperti misalnya, Brahmanto dkk. (2020), Naharuddin dkk. (2019), Osok dkk. (2018), Pasaribu dkk. (2018), Gashaw dkk. (2017), dan Andriyanto dkk. (2015), mengkaji TBE dengan mempertimbangkan nilai erosivitas, erodibilitas tanah, kelerengan, penggunaan lahan, dan praktek konservasi. Kemudian penelitian oleh Layeghi (2020), menganalisis resiko erosi di lahan pertambangan dengan mengintegrasikan peta kerentanan tanah terhadap erosi.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan Nasidi dkk. (2020), menganalisis erosi di berbagai penggunaan lahan di daerah perbukitan, walaupun dengan inovasi berupa penggunaan teknik Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR), yaitu model elevasi digital dengan resolusi 5 meter untuk menghasilkan peta kemiringan lereng di daerah dataran tinggi. Kemudian, penelitian yang dilakukan Pambudi dkk. (2021), yaitu memperkirakan erosi dengan menganalisis hubungan perilaku dan tekanan penduduk terhadap penggunaan lahan.

Namun, pada umumnya penelitian-penelitian tersebut mengukur besaran (nilai) tingkat bahaya erosi dengan faktor-faktor pembeda seperti disebutkan diatas. Penelitian yang mengkaji hubungan atau signifikansi pengaruh berbagai faktor-faktor penyebab erosi terhadap nilai erosi masih terbatas. Untuk itu, penelitian ini bermaksud untuk mengkaji hubungan faktor-faktor penyebab erosi seperti kemiringan lereng, jenis tanah, dan tipe penggunaan lahan terhadap resiko bahaya erosi. Hasil tersebut dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan praktek konservasi pada berbagai tipe lahan (kondisi lahan dan pemanfaatannya).

Penelitian ini berlokasi di Kecamatan Merdeka, Kabupaten Karo. Lokasi ini dipilih berdasarkan potensi bahaya erosi yang cukup tinggi karena didominasi dengan kelerengan yang cukup tinggi, penggunaan lahan didominasi tegalan dengan jenis tanaman sayuran, dan praktek konservasi lahan yang masih minim (Pasaribu dkk., 2018). Selain itu, berbagai jenis tipe lahan seperti kelerengan atau topografi, jenis penggunaan lahan, dan jenis tanah dapat

mewakili jenis-jenis lahan pada umumnya sehingga kajian hubungan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dengan berbagai faktor-faktor penyebab perbedaan bahaya erosi di Kecamatan Merdeka dapat mewakili berbagai tipe lahan lainnya. Hasil penelitian ini dapat bermanfaat untuk menambah informasi status TBE sehingga informasi ini dapat digunakan oleh berbagai pihak pada upaya konservasi lahan.

METODOLOGI

Penelitian ini berlokasi di Kecamatan Merdeka, Kabupaten Karo. Kecamatan Merdeka terletak pada $3^{\circ} 14'25''$ LU – $3^{\circ} 11'55''$ LU dan $98^{\circ}27'00''$ BT – $98^{\circ}31'35''$ BT. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Mei-Oktober 2016. Tahap pertama dari penelitian ini adalah penentuan titik-titik sampel guna mengetahui Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dari masing-masing faktor penentu erosi. Penentuan titik sampel didapatkan dari *overlay* peta tematik penggunaan lahan, kelerengan, dan jenis tanah di Kecamatan Merdeka, dan dalam penelitian ini ditentukan 20 sampel. Kondisi fisik lokasi pengambilan sampel seperti kelas kemiringan dan tutupan lahan (tutupan vegetasi dan fisik terbangun) kemudian didata sebagai bahan analisis. Kemudian sampel tanah dari lokasi titik sampel diambil untuk diperiksa ke laboratorium untuk mengetahui *bulk density* (BD), solum, permeabilitas, bahan organik, tekstur, struktur, dan jenis tanah.

Analisis korelasi mencakup satu variabel terikat yaitu TBE, dan tiga variabel bebas yaitu kelerengan, jenis tanah, dan tipe penggunaan lahan. Merujuk penelitian sebelumnya oleh Pasaribu dkk. (2018), penentuan nilai TBE pada masing-masing sampel diperoleh dengan pengukuran laju erosi (metode USLE) dan erosi terbolehkan sehingga didapatlah Indeks Bahaya Erosi (IBE) menggunakan rumus Hammer (1981). Namun, dalam penelitian ini tidak dilakukan penghitungan ulang nilai IBE karena sudah dilakukan pada penelitian sebelumnya. Namun nilai IBE tiap sampel adalah menjadi acuan dalam penentuan kelas TBE. Nilai IBE < 1,00 (kategori TBE rendah), 1,01-4,00 (kategori sedang), 4,01-10,00 (kategori tinggi), dan > 10,01 (kategori sangat tinggi). Keempat kategori ini diberi skor skala 1-4, dimana skor 1 untuk TBE rendah dan 4 untuk kategori TBE sangat tinggi.

Selanjutnya, untuk variabel bebas, juga dilakukan pembobotan terhadap ketiga faktor (variabel) menurut potensinya terhadap bahaya erosi. Untuk kelerengan, terdapat 4 tingkat kelerengan yang diberi skor 1 sampai dengan 5, dengan bobot sebagai berikut: bobot 1 untuk kerengan 0-8% (datar), bobot 2 untuk

kekerengan 8-15% (landai), bobot 3 untuk kelerengan 15-25 % (agak curam), bobot 4 untuk kelerengan 25-45% (curam), dan bobot 5 untuk kelerengan diatas 45% (sangat curam). Menurut jenis tanah, terdapat dua ketegori, yaitu tanah inseptisol dan andosol. Tanah inseptisol diberi skor 1 dan andosol diberi skor 2.

Pertimbangannya adalah tanah andosol memiliki bobot yang lebih tinggi karena memiliki potensi erosi lebih tinggi dibandingkan inseptisol berdasarkan pertimbangan tekstur dan massa tanah, di mana massa tanah (*bulk density*) inseptisol lebih berat dari andosol (Pasaribu dkk., 2018). Massa tanah yang berat dengan kandungan organik tinggi akan menurunkan risiko erosi. Selain itu, jika dilihat dari tekstur tanah, tanah inseptisol memiliki kandungan liat yang lebih tinggi dibandingkan tanah andosol sehingga akan menghambat terjadinya erosi tanah (Dariah dkk., 2004). Kemudian, pembobotan tipe penggunaan lahan dikategorikan menjadi 4 tingkatan potensi erosi, yaitu: skor 1 (hutan/hutan sekunder), 2 (pemukiman), 3 (tegalan), 4 (belukar

muda/tanah kosong). Pembobotan dilakukan berdasarkan kondisi penutupan lahan maupun praktek konservasi, dimana tanah/lahan yang tertutup dengan vegetasi kompak dan/atau bangunan fisik/saluran drainase memiliki bobot potensi erosi yang lebih rendah. Sebaliknya, tutupan lahan yang minim khususnya minim vegetasi seperti lahan terbuka, tambang, belukar memiliki nilai erosi yang lebih tinggi dibandingkan tutupan lahan hutan primer, sekunder, dan perkebunan yang banyak ditumbuhi pepohonan (Lanyala dkk., 2016; Badaruddin, 2021).

Setelah dilakukan pembobotan, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis korelasi variabel terikat dengan variabel bebas, di mana analisis yang dipilih adalah analisis korelasi Pearson. Rumus analisis korelasi Pearson seperti pada persamaan (1). Kekuatan hubungan antara variabel-variabel dikategorikan dengan interval koefisien korelasi (*r value*) mengikuti kategori yang disarankan oleh Rumsey (2016). Penjelasannya seperti pada Tabel 1.

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(N \sum x^2 - (\sum x)^2)(N \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \dots\dots\dots(1)$$

- r_{xy} = Koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y
- $\sum xy$ =Jumlah perkalian antara variabel x dan Y
- $\sum x^2$ =Jumlah dari kuadrat nilai X

- $\sum y^2$ = Jumlah dari kuadrat nilai Y
- $(\sum x)^2$ =Jumlah nilai X kemudian dikuadratkan
- $(\sum y)^2$ =Jumlah nilai Y kemudian dikuadratkan

Tabel 1. Interpretasi *r Value*

r value	Interpretasi	Keterangan
Tepat 1 (+, -)	Korelasi yang sempurna	Nilai (+) atau (-) menunjukkan arah hubungan,
0.70 (+, -)	Korelasi yang kuat	(+) jika terjadi korelasi yang searah (linier
0.50 (+, -)	Korelasi sedang	menanjak);
0.3 (+, -)	Korelasi lemah	(-) korelasi bertolak belakang (linier menurun)
0	Tidak ada hubungan	

Sumber: Rumsey (2016)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik tanah dan kondisi fisik lahan dari masing-masing titik sampel diperoleh dengan pengumpulan informasi dari peta, konfirmasi di lapangan (observasi visual), di mana hal ini dikhususkan untuk variabel kelerengan dan tutupan lahan. Sementara untuk jenis tanah dilakukan di Laboratorium Riset dan Teknologi Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Selanjutnya, nilai TBE merujuk pada penelitian sebelumnya (Pasaribu dkk., 2018). Rangkuman karakteristik lahan/tanah

dan TBE dari masing-masing sampel terdapat pada Tabel 2.

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa sebagian besar (70%) lokasi/titik sampel berada pada kategori bahaya erosi yang sangat tinggi dengan karakteristik agak curam hingga sangat curam dan didominasi oleh campuran tegalan dan belukar. Kawasan hutan sekunder (sampel 6) dengan kelerengan landai dan berjenis tanah inseptisol memiliki nilai TBE yang tinggi (5%) yaitu 6,06 (ton/ha/tahun). Sebaliknya kawasan-kawasan dengan nilai TBE sedang (25%) berada

di daerah yang datar (5 satuan lahan) dan hanya 1 satuan lahan yang berada pada kelerengan yang landai dan tipe penggunaan lahan adalah campuran hutan sekunder, pemukiman, tegalan, dan belukar. Untuk TBE kategori rendah, tidak ditemui pada titik sampel (peta sebaran bahaya erosi dan lokasi titik sampel terdapat pada Gambar 1). Kondisi ini sesuai dengan prediksi sebelumnya bahwa Kecamatan Merdeka

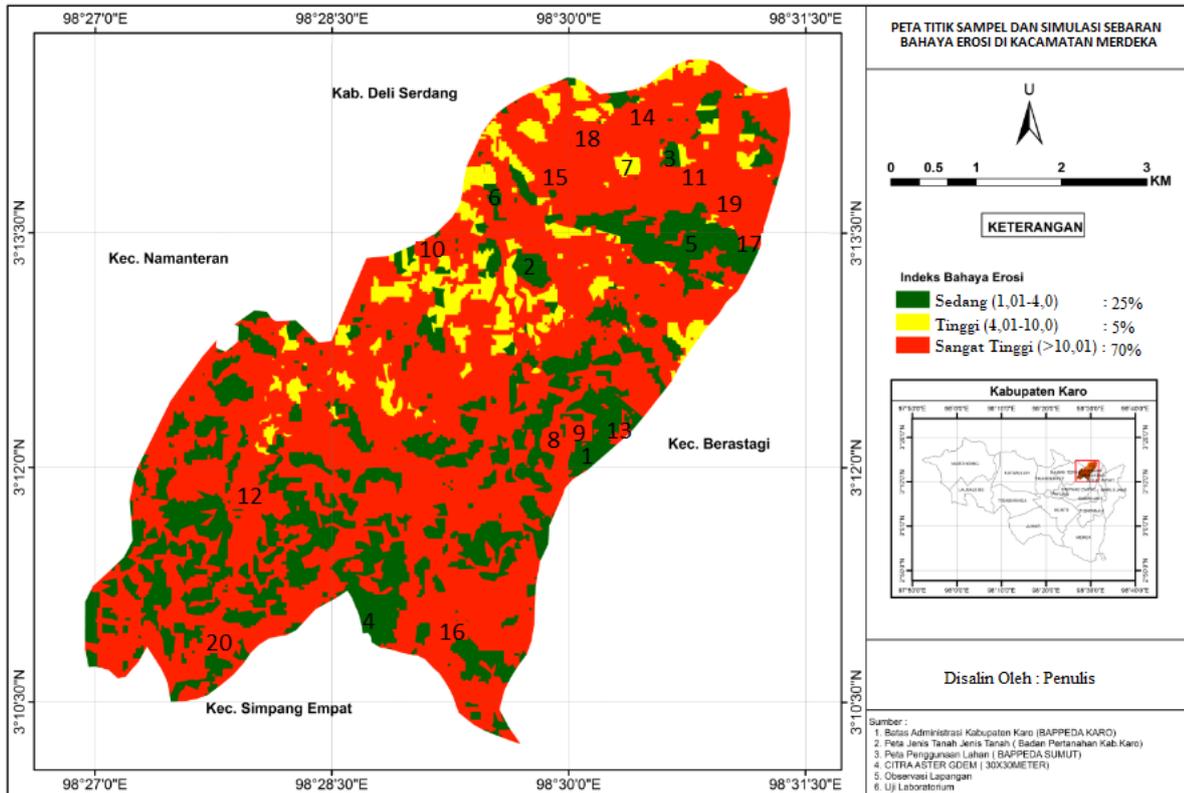
didominasi oleh kawasan berkontur dengan kelerengan yang tinggi. Namun, dari segi pemanfaatan lahan, wilayah ini tetap dikelola dengan budidaya pertanian hortikultura yang rentan dengan pembukaan lahan dan penggantian tanaman secara periodik pada jangka waktu yang pendek. Sementara praktek *terracing* untuk mencegah erosi masih minim dilakukan.

Tabel 2. Karakteristik Tanah/Lahan Sampel Penelitian dan Nilai TBE

Sampel	Karakteristik tanah / lahan	A (ton/ha/tahun)	T (ton/ha/tahun)	IBE (ton/ha/tahun)	Kelas IBE/TBE	TBE berdasarkan bobot
1	Andosol, datar, pemukiman	29,667	15,3	1,94	S	2
2	Inseptisol, datar, hutan sekunder	32,279	21,2	1,52	S	2
3	Inseptisol, datar, belukar	39,696	36,96	1,07	S	2
4	Andosol, datar, tegalan	40,560	24,25	1,67	S	2
5	Inseptisol, landai, permukiman	40,940	24	1,71	S	2
6	Inseptisol, landai, hutan sekunder	145,232	23,98	6,06	T	3
7	Inseptisol, landai, belukar	141,996	13,75	10,33	ST	4
8	Andosol, landai, tegalan	333,447	24,74	13,48	ST	4
9	Andosol, agak curam, permukiman	248,728	8,43	29,51	ST	4
10	Inseptisol, agak curam, hutan sekunder	438,427	24,01	18,26	ST	4
11	Inseptisol, agak curam, belukar	367,505	14,57	25,22	ST	4
12	Andosol, agak curam, tegalan	367,075	12,8	28,68	ST	4
13	Andosol, curam, permukiman	256,213	17,75	14,43	ST	4
14	Inseptisol, curam, hutan sekunder	336,279	23,37	14,39	ST	4
15	Inseptisol, curam, belukar	1.436,392	10,82	132,75	ST	4
16	Andosol, curam, tegalan	1.683,317	23,97	70,23	ST	4
17	Inseptisol, sangat curam, permukiman	456,328	6,56	69,56	ST	4
18	Inseptisol, sangat curam, hutan sekunder	1.577,730	25,88	60,96	ST	4
19	Inseptisol, sangat curam, belukar	1.486,707	6,81	218,31	ST	4
20	Andosol, sangat curam, tegalan	386,746	11,22	34,47	ST	4

Sumber : Analisis Penulis (2022)

Keterangan: A: Nilai Bahaya Erosi; T : Nilai Erosi Terbolehkan; IBE : Indeks Bahaya Erosi; TBE: Tingkat Bahaya Erosi; S: Sedang; T : Tinggi; ST : Sangat Tinggi



Gambar 1. Peta Titik Sampel dan Simulasi Sebaran Bahaya Erosi di Kecamatan Merdeka.
 Sumber : Analisis Penulis (2022)

Tabel 3. Matriks Korelasi Tingkat Kelerengan, Jenis Tanah dan Tipe Penggunaan Lahan Terhadap Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Pada 20 Sampel Lokasi di Kecamatan Merdeka, Kabupaten Karo

Variabel	Pengukuran	TBE	Kelerengan	Jenis Tanah	Tipe penggunaan lahan
TBE	Coef. correlation	1	0.777**	0,047	0,129
	p-value		0	0,843	0,587
Kelerengan	Coef. correlation	0.777**	1	-0,072	0
	p-value	0.000		0,762	1
Jenis Tanah	Coef. correlation	0,047	-0,072	1	0,091
	p-value	0,843	0,762		0,702
Tipe penggunaan lahan	Coef. correlation	0,129	0	0,091	1
	p-value	0,587	1	0,702	

Sumber : Analisis Penulis (2022)

Guna mengetahui korelasi antara faktor-faktor penentu bahaya erosi di Kecamatan Merdeka, dilakukan analisis korelasi Pearson, seperti disajikan pada Tabel 3. Hasil Tabel 3 menunjukkan bahwa tingkat kelerengan (kemiringan lahan) adalah faktor yang signifikan menyebabkan terjadinya erosi, dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,777 dan kategori hubungan sangat erat (sangat kuat) dengan arah yang positif. Sehingga, dengan hasil ini dapat dipastikan bahwa semakin tinggi kelerengan suatu lahan, maka tingkat bahaya erosi semakin meningkat. Selanjutnya, tipe penggunaan lahan dan jenis tanah tidak berpengaruh signifikan terhadap erosi dengan koefisien korelasi yang

sangat lemah (0,047 untuk jenis tanah, dan 0.129 untuk tipe penggunaan lahan). Namun, berdasarkan notasi arahnya, terdapat arah yang positif pada kedua faktor ini. Hal ini menunjukkan bahwa jika lahan semakin terbuka maka TBE juga akan semakin meningkat, dan jika komponen tanah didominasi inseptisol akan semakin lebih rawan erosi.

Hasil Tabel 3 menunjukkan bahwa tingkat kelerengan (kemiringan lahan) adalah faktor yang signifikan menyebabkan terjadinya erosi, dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,777 dan kategori hubungan sangat erat (sangat kuat) dengan arah yang positif. Sehingga, dengan hasil ini dapat dipastikan bahwa semakin tinggi

kelerengan suatu lahan, maka tingkat bahaya erosi semakin meningkat. Selanjutnya, tipe penggunaan lahan dan jenis tanah tidak berpengaruh signifikan terhadap erosi dengan koefisien korelasi yang sangat lemah (0,047 untuk jenis tanah, dan 0.129 untuk tipe penggunaan lahan). Namun, berdasarkan notasi arahnya, terdapat arah yang positif pada kedua faktor ini. Hal ini menunjukkan bahwa jika lahan semakin terbuka maka TBE juga akan semakin meningkat, dan jika komponen tanah didominasi inceptisol akan semakin lebih rawan erosi.

Berkaitan dengan korelasi kemiringan lereng dengan nilai erosi, beberapa hasil penelitian sebelumnya juga sejalan dengan hasil penelitian ini. Penelitian Ardiansyah dkk. (2013) dan Fatmawati (2021) menemukan bahwa kemiringan lereng menyumbang pengaruh yang besar terhadap besaran erosi. Dimana, semakin tinggi kemiringan lereng maka semakin besar nilai erosi (*run-off*). Semakin tinggi kemiringan dan panjang lereng maka semakin besar pula kecepatan aliran air di permukaan tanah sehingga mengakibatkan pengikisan terhadap bagian-bagian tanah (Roeska dkk., 2017). Sitepu dkk. (2017) menyebutkan bahwa besar kemiringan suatu lereng akan menyebabkan partikel tanah mudah lepas sehingga laju erosi semakin besar. Dengan memperhatikan kekuatan korelasi antara kemiringan dan erosi, maka kelerengan adalah faktor yang sangat domain dalam menentukan kejadian erosi, seperti juga disebutkan dalam penelitian-penelitian sebelumnya (Ardianto dan Amri, 2017).

Korelasi antara jenis tanah dan TBE dalam penelitian ini tidak signifikan. Secara umum, berbagai jenis-jenis tanah memiliki kepekaan yang berbeda terhadap erosi sehingga nilai erodibilitasnya berbeda-beda. Penelitian yang mengkaji perbedaan jenis tanah dengan tingkat bahaya erosi sangat terbatas, namun dengan

mempertimbangkan perbedaan nilai erodibilitas tanah, beberapa penelitian menunjukkan nilai erodibilitas dan tingkat bahaya erosi yang berbeda-beda pada berbagai jenis tanah (Dariah dkk., 2004).

Pada penelitian ini, dua jenis tanah yang dibandingkan (inceptisol dan andosol) tidak berkorelasi secara signifikan, artinya kedua jenis tanah ini di lokasi penelitian memiliki tingkat bahaya erosi yang sama di berbagai titik sampel. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kondisi geologi Kecamatan Merdeka yang berada di kaki Gunung Sinabung, sehingga jenis tanahnya didominasi tanah vulkanik yang berasal dari gunung berapi. Tanah vulkanik biasanya memiliki struktur yang longgar (lemah) yang rentan terhadap erosi dan longsor (Sitorus dkk., 2021). Di samping itu, dalam penelitian ini tidak dilakukan uji erodibilitas secara terpisah pada masing-masing variabel. Sehingga nilai erodibilitas sampel tanah adalah kombinasi dari ketiga variabel. Dengan kondisi seperti ini, faktor yang dominan yaitu kelerengan yang paling mempengaruhi perbedaan nilai erodibilitas.

Berkaitan dengan perbedaan tipe penggunaan lahan dengan tingkat bahaya erosi, dalam penelitian ini arah hubungan bernilai positif, namun korelasinya lemah. Artinya jika vegetasi semakin rapat atau tanah semakin tertutup, maka bahaya erosi semakin rendah. Hal ini dapat dilihat dari hasil yang terdapat pada Tabel 4 bahwa potensi bahaya erosi tertinggi dengan berbagai tipe penggunaan lahan adalah pada tanah belukar dan tegalan (tiga tertinggi pada sampel No. 15, 16, dan 19). Maka, lahan yang lebih terbuka di Kecamatan Merdeka lebih berpeluang mengalami erosi. Namun, kondisi geologi Kecamatan Merdeka yang didominasi dengan kelerengan curam dan tanah longgar, maka daerah dengan penutupan vegetasi yang cukup juga rentan dengan bahaya erosi jika berada pada kelerengan di atas 15%.

Tabel. 4 Cross-Tabulasi Kelerengan dan Indeks Bahaya Erosi

Variabel	Nomor sampel pada kelerengan/IBE				
	0-8%	8-15%	15-25 %	25-45%	> 45%
Tipe penggunaan lahan					
a. Pemukiman	1/S	5/S	9/ST	13/ST	17/ST
b. Hutan Sekunder	2/S	6/S	10/ST	14/ST	18/ST
c. Belukar	3/S	7/T	11/ST	15/ST	19/ST
d. Tegalan	4/S	8/ST	12/ST	16/ST	20/ST
Jenis tanah					
a. Andosol	1,4 / S	8/ST	9,10 / ST	13,16 / ST	20 / ST
b. Inceptisol	2,3 / S	5,6,7 / ST	11 / ST	14,15/ST	17,18,19 / ST

Keterangan: S= Sedang, T= Tinggi, ST= Sangat tinggi

Pada beberapa penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa tutupan lahan berpengaruh signifikan terhadap nilai erosi. Agustiningtiasih dkk. (2020), menemukan bahwa nilai erosi pada lahan terbuka yaitu sebesar 359,32 ton/ha/thn, sedangkan pada tutupan lahan semak belukar yaitu 4,48 ton/ha/thn. Demikian halnya Fadhil dkk. (2013) menemukan bahwa lahan yang ditutupi oleh tanaman hutan memiliki tingkat bahaya erosi yang rendah, sedangkan lahan yang ditutupi oleh tanaman kakao memiliki tingkat bahaya erosi lebih tinggi.

Pada penelitian ini, tidak terdapat nilai yang signifikan karena sebagian besar titik pengambilan sampel (70%) memiliki nilai potensi erosi yang sangat tinggi, dengan skala pengukuran yang sama diwakilkan dengan skala 4 (skala tertinggi). Keterbatasan jumlah sampel yang dianalisis bisa menjadi limitasi dari hasil ini sehingga diperlukan sampel yang lebih banyak untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Berdasarkan temuan pada penelitian ini, faktor utama dan paling dominan dalam menentukan potensi erosi adalah kemiringan lereng. Sehingga faktor kemiringan lereng adalah penyebab utama kejadian erosi tanah maupun longsor di Kecamatan Merdeka.

Pada tanah dengan kelerengan di atas 15%, semua tipe lahan baik hutan sekunder, pemukiman, tegalan, dan lahan belukar/terbuka memiliki nilai IBE sangat tinggi (IBE di atas 10), artinya diperlukan manajemen pengelolaan tanah yang lebih ketat karena tanah-tanah di wilayah Kecamatan Merdeka adalah tanah vulkanik (abu vulkanik) yang longgar yang rawan terhadap erosi. Teknik konservasi dapat dilakukan secara vegetatif maupun mekanik. Beberapa arahan (rekomendasi) konservasi yang dapat diikuti adalah sebagai berikut:

Kawasan Permukiman. Semua kawasan pemukiman yang memiliki kelerengan di atas 15% (agak curam, curam dan sangat curam) memiliki nilai IBE kategori sangat tinggi, sehingga kawasan pemukiman dengan kondisi seperti ini direkomendasikan untuk melakukan tindakan konservasi mekanis dan vegetatif. Tindakan mekanis yang direkomendasikan untuk dilakukan adalah berupa pembuatan saluran drainase (saluran pembuangan) dan pembangunan tembok beton untuk mencegah limpahan air dari permukaan yang lebih tinggi. Saluran pembuangan tersebut sangat penting dilakukan untuk mengatur aliran air di sekitar pekarangan rumah agar tidak menimbulkan banjir ataupun erosi yang dapat mengakibatkan kerusakan tanah ataupun bangunan rumah penduduk.

Secara vegetatif, rekomendasi perihal penurunan erosi dapat dilakukan dengan penutupan tanah pekarangan dengan menanam rumput-rumputan, bunga-bunga, tanaman berguna pangan/obat dan pohon untuk memperkuat struktur tanah dan mengurangi *run-off* dan meningkatkan infiltrasi tanah dalam meresapkan air hujan ke tanah. Tanaman-tanaman tersebut selain dapat mencegah erosi tanah, juga dapat meningkatkan nilai estetika dan dapat dimanfaatkan untuk ketahanan pangan dan tambahan penghasilan ekonomi.

Guna memaksimalkan upaya pencegahan erosi di daerah yang sangat kritis (sangat terjal) dapat dilakukan yaitu dengan penanaman *multipurpose trees* yaitu tanaman serbaguna yang merupakan jenis tanaman tahunan berupa tanaman hias dan buah-buahan yang cocok di dataran tinggi seperti jenis pinus/cemara, jeruk, mangga, kesemek, dan sebagainya. *Multipurpose trees* ini merupakan tanaman yang memiliki perakaran yang kuat yang dapat menopang tanah dari erosi berat seperti longsor. Untuk lokasi pemukiman di wilayah datar maupun landai, penutupan tanah dengan rerumputan untuk mengurangi erosi percik dan alur sudah cukup efektif. Rumput dapat menampung dan menyerap limpasan air hujan secara langsung. Namun, masalah dalam penggunaan rumput sebagai tanaman penutup tanah adalah tidak semua orang menyukainya. Hal tersebut dinilai sebagai tanaman pengganggu. Solusi terhadap masalah tersebut adalah dengan mengganti tanaman penutup tanah dengan jenis tanaman kacang-kacangan (*leguminosa*).

Kawasan Hutan Sekunder. Kawasan hutan sekunder dengan kelerengan di atas 15% (agak curam, curam, dan sangat curam) juga memiliki TBE yang tinggi dan sangat tinggi sehingga rekomendasi untuk upaya konservasi yang ketat perlu dilakukan. Upaya konservasi pada kawasan hutan dapat dilakukan dengan pengkayaan tanaman dengan berbagai tanaman-tanaman kehutanan. Berbagai tanaman kehutanan khas dataran tinggi berkembang dengan baik di Kecamatan Merdeka karena tanahnya cukup subur. Berbagai jenis tanaman tahunan multi guna (tanaman pangan, obat, industri dan lain-lain) seperti bambu, rotan, aren, dan kayu manis dapat ditanam agar dapat memberi manfaat ekonomi bagi masyarakat.

Lahan Semak Belukar. Pada penelitian ini, lahan semak belukar memiliki potensi bahaya erosi tertinggi, sehingga praktek konservasi pada lahan ini wajib dilakukan. Konservasi yang direkomendasikan dapat dilakukan dengan penghutanan kembali atau dengan pemanfaatan lahan untuk pertanian dan perkebunan agar

bermanfaat secara ekonomis bagi masyarakat. Berdasarkan tekniknya, konservasi dapat dilakukan secara vegetatif dengan penghutan kembali, dan secara mekanis dengan penanaman menurut kontur. Penghutan kembali dilakukan dengan menanam tanaman tahunan yang memiliki usia yang relatif lama. Jenis tanaman yang dapat dipilih yaitu seperti jengkol, petai, dan aren. Untuk daerah semak belukar dengan kelerengan di atas 15% (Sampel 7, 11, 15, dan 19) dengan TBE sangat tinggi diperlukan penghutan kembali berupa talun dan tanaman kebun lainnya dengan vegetasi rapat.

Kondisi pohon yang rapat, tajuk pohon yang rapat, dan perakaran yang dalam dan rapat dapat mencegah limpasan air hujan langsung ke permukaan tanah, aliran permukaan (*run off*), dan meningkatkan infiltrasi. Selain dengan teknik penghutan kembali, pada kondisi dengan kelerengan yang besar, maka perlu teknik konservasi berupa penanaman menurut kontur. Teknik ini dimaksudkan agar meminimalkan erosi (aliran air di permukaan tanah) dan memperbesar daya serap air ke dalam tanah dengan kondisi lereng yang terjal (Kusumoarto dan Hidayat, 2018).

Lahan Tegalan. Penggunaan lahan tegalan terdapat 5 (lima) sampel yang dianalisis yaitu sampel nomor 4, 8, 12, 16, dan 20 (Tabel 4). Sampel 4 dan 8 pada kelerengan 0-15%, direkomendasikan perlu menerapkan teknik konservasi vegetatif berupa penanaman tumpang sari dan pemanfaatan mulsa, sedangkan arahan (rekomendasi) secara mekanis yaitu dengan penanaman sejajar kontur, teras gulud, dan saluran pengelak. Teknik tumpang sari selain dapat memaksimalkan pemanfaatan lahan yang ada, juga dapat membantu mencegah terjadinya limpasan dan aliran air di permukaan tanah.

Tanaman yang dapat ditumpang sarikan misalnya antara kacang tanah dengan jagung, cabai dengan tomat, tomat dengan terong, dan lain sebagainya. Sampel 8 dengan jenis tanaman jeruk dapat ditumpang sarikan dengan tanaman umbi-umbian. Perlu diketahui bahwa teknik konservasi tumpang sari dapat meningkatkan resiko erosi karena adanya pengelolaan tanah (Siswanto, 2006) sehingga perlu penambahan perlakuan seperti pemakaian mulsa. Pemanfaatan mulsa perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya erosi dan memperkaya kandungan bahan organik dalam tanah. Mengingat seluruh sampel pada lahan tegalan ini berada pada jenis tanah andosol maka, sangat perlu pemakaian mulsa yang berfungsi

meningkatkan kandungan organik yang rendah pada jenis tanah tersebut.

Sampel 12, 16, dan 19 dengan kategori Tingkat Bahaya Erosi (TBE) sangat tinggi dan dengan kelerengan secara berturut-turut mulai dari agak curam (15-25%), curam (25-45%), sampai sangat curam (>45%) perlu menerapkan teknik konservasi vegetatif berupa tumpang sari, dan mulsa seperti pada sampel 4 dan 8. Namun, pada kondisi dengan kelerengan dan kategori agak curam sampai sangat curam (>45%) ini perlu disertai dengan penggunaan teknik konservasi mekanik berupa penanaman sejajar kontur, teras gulud, dan saluran pengelak. Penanaman sejajar garis kontur sangat perlu diterapkan pada jenis penggunaan lahan tegalan dan dengan kondisi kelerengan yang cukup curam.

Hal tersebut dikarenakan jenis tanaman tegalan memiliki potensi erosi yang cukup tinggi, dan di Kecamatan Merdeka, umumnya lahan ini ditanami dengan tanaman hortikultura. Jenis tanaman ini memiliki perakaran yang dangkal dan jenis tanah andosol sehingga sangat mudah tererosi bahkan longsor. Selain penanaman sejajar kontur, maka perlu di kombinasi dengan teras gulud. Teras gulud merupakan teknik berupa guludan yang dilengkapi dengan rumput penguat gulud, dan terdapat saluran air di atasnya berfungsi menahan aliran air secara vertikal dan juga berfungsi menyalurkan air secara horizontal mengikuti kontur lereng. Dengan pembuatan teras ini maka panjang lereng dibuat seolah menjadi pendek, dan daya serap air di teras tersebut meningkat sehingga resiko erosi menjadi menurun (Kusumoarto dan Hidayat, 2018). Selain itu, juga perlu penambahan saluran pengelak yang berfungsi untuk mengalirkan air dengan debit yang tinggi sehingga tidak memasuki areal tanaman.

KESIMPULAN

Faktor-faktor erosi seperti kemiringan lereng, jenis tanah, dan tipe penggunaan lahan memiliki pengaruh yang berbeda terhadap resiko bahaya erosi di Kecamatan Merdeka. Faktor kemiringan lereng memiliki pengaruh yang signifikan terhadap resiko bahaya erosi dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,777 dan kategori hubungan sangat erat (sangat kuat) dengan arah yang positif, artinya bahwa semakin besar kemiringan lereng maka semakin besar pula tingkat bahaya erosi. Sebaliknya, jenis tanah dan tipe penggunaan lahan tidak berpengaruh signifikan dengan koefisien korelasi yang sangat lemah (0,047 untuk jenis tanah, dan 0,129 untuk tipe penggunaan lahan), artinya jenis tanah andosol dan inceptisol

dengan tutupan lahan permukiman, hutan sekunder, belukar, dan tegalan tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat bahaya erosi. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 3 (tiga) kategori indeks bahaya erosi, yang tersebar di Kecamatan Merdeka, yaitu: (1) Kategori erosi sedang (25%): Daerah ini memiliki indeks erosi antara 1,07 s.d 1,94 (ton/ha/tahun), berada di daerah datar dan landai, berjenis tanah andosol dan inceptisol (5 satuan lahan: sampel 1,2,3,4, dan 5) dengan tipe penggunaan lahan permukiman, hutan sekunder, belukar, dan tegalan; (2) Kategori erosi tinggi (5%): Daerah ini memiliki indeks erosi 6,06 (ton/ha/tahun), berada pada kelerengan landau, dan berjenis tanah inceptisol (1 satuan lahan: sampel 6) dengan tipe penggunaan lahan hutan sekunder; (3) Kategori erosi sangat tinggi (70%): Daerah ini memiliki indeks erosi antara 10,33 s.d 218,31 (ton/ha/tahun) dan tersebar pada lahan agak curam hingga sangat curam, berjenis tanah andosol dan inceptisol (14 satuan lahan: sampel 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13,14, 15, 16, 17, 18, 19, 20) dan didominasi oleh penggunaan lahan tegalan dan belukar. Dengan memperhatikan indeks bahaya erosi dan kaitannya terhadap kemiringan lereng, jenis tanah, dan tutupan lahan maka direkomendasikan teknik konservasi secara vegetatif dan mekanik diberbagai jenis penggunaan lahan yaitu permukiman (penerapan saluran drainase dan tanaman penutup tanah), hutan sekunder (pengkayaan tanaman hutan), belukar (penghutan kembali atau pemanfaatan untuk pertanian maupun perkebunan dengan penanaman menurut kontur), dan tegalan (pertanian tumpang sari, pemanfaatan mulsa, penanaman sejajar kontur, teras gulud, dan pembuatan saluran pengelak).

REKOMENDASI

1. Pemerintah Daerah Kabupaten Karo khususnya BAPPEDA, Dinas Pertanian, dan Dinas Kehutanan perlu membuat kebijakan terkait konservasi lahan dan pengelolaan tata guna lahan pertanian dan non pertanian berdasarkan prinsip lestari dan berkelanjutan yang dapat dipakai petani dan masyarakat sebagai dasar pengelolaan lahan ditingkat tapak agar pengelolaan lahan pertanian dan non pertanian dapat diterapkan dengan baik.
2. Pemerintah Daerah Kabupaten Karo dalam hal ini BAPPEDA, Dinas Pertanian, dan Dinas Kehutanan perlu bekerjasama membentuk Tim Satgas dalam melakukan sosialisasi kepada masyarakat dalam menerapkan pengelolaan lahan dan konservasi lahan yang baik, serta melakukan pengawasan terhadap pelaksanaannya.
3. Perlu adanya kerjasama penelitian lanjutan yang lebih komprehensif dan berkesinambungan antara Pemerintah Daerah Kabupaten Karo dalam hal ini BAPPEDA, Dinas Pertanian, dan Dinas Kehutanan dengan Perguruan Tinggi dan BRIDA atau BRIN dalam membuka kolaborasi riset terkait pengelolaan tata guna lahan pertanian dan non pertanian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Jurusan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Universitas Sumatera Utara, Laboratorium Teknologi Universitas Sumatera Utara, BAPPEDA Kabupaten Karo. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Balai Penelitian dan Pengembangan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara yang akan menerbitkan tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningtiasih, W., Ruslan, M., dan Badaruddin. 2020. Kajian Tingkat Bahaya Erosi di DAS Satu, Kabupaten Tanah Bumbu. *Jurnal Sylva Scienteeae*, 3 (4): 780
- Andriyanto, C., Sudarto, dan Suprayogo, D. 2015. Estimation of Soil Erosion for A Sustainable Land Use Planning: RUSLE Model Validation by Remote Sensing Data Utilization in The Kalikonto Watershed. *Journal of Degraded Andmining Landsmanagement*, 3 (1): 459
- Ardiansyah, T., Lubis, K.S. dan Hanum, H. 2013. Kajian Tingkat Bahaya Erosi di Beberapa Penggunaan Lahan di Kawasan Hilir Daerah Aliran Sungai (DAS) Padang. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2 (1): 442
- Ardianto, K. dan Amri, A.I. 2017. Pengukuran dan Pendugaan Erosi pada Lahan Perkebunan Kelapa Sawit Dengan Kemiringan Berbeda. *JOM Faperta*, 4 (1): 9
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : IPB Press.
- Artisa, R.A. 2017. Policy Paper : Pengendalian Pertumbuhan Penduduk Indonesia Untuk Mendukung Pembangunan Nasional. *Jurnal Pembangunan dan Kebijakan Publik*, 8(2): 9.
- Badan Pusat Statistik. 2021. Berita Resmi Statistik. Jakarta : Kementerian Dalam Negeri.
- Badaruddin., Kadir, S., Khalid, S., dan Ridwan, I. 2021. Kajian Erosi Pada Berbagai Unit Lahan Di Das Kintap. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 6 (1).

- Brahmanto, P.D., Sulisty, B., dan Barchia, M.F. 2020. Analysis of the Level of Erosion Hazard By Using Remote Sensing and Geographic Information System in the Sub-Watershed of Rindu Hati. *Journal of Land Restoration*, 3(2): 32
- Cholidah, N.N.Z., dan Masruroh, H. 2021. Analisis Kemampuan Lahan Sebagai Arahan Penggunaan Lahan Dengan Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) Di Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Integrasi dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 1(11): 1168
- Dariah, A., Subagyo, H., Tafakresnanto, C., dan Marwanto, S. (2004). Kepekaan tanah terhadap erosi. *Teknologi Konservasi Tanah Pada Lahan Kering Berlereng*, 7-30.
- Devi, S., Fatchiya, A., dan Susanto, D. 2016. Kapasitas Kader Dalam Penyuluhan Keluarga Berencana di Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Penyuluhan*, 12(2): 144
- Dewi, I.G.A.S.U., Trigunasih, N.M., dan Kusmawati, T. 2012. Prediksi Erosi dan Perencanaan Konservasi Tanah dan Air pada Daerah Aliran Sungai Saba. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 1(1): 13
- Fadhil, M., Monde, A., dan Rahman, A. 2013. Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Pada Hutan dan Lahan Kakao di Desa Sejahtera, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi. *Jurnal Agrotekbis*, 1 (3) : 242
- Fatmawati, K. 2021. Pengujian Erosi pada Kemiringan dan Kepadatan Tanah Organik. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 6(1): 54
- Gashaw, T., Tulu, T., and Argaw, M. 2017. Erosion risk assessment for prioritization of conservation measures in Geleda watershed, Blue Nile basin, Ethiopia. *Environ Syst Res*, (2017) 6:1
- Hammer, W.I. 1981. Soil Conservation Consultant Report Center For Soil. Research. LPT. Bogor Indonesia
- Hartati, I., dan Arfin. 2020. Strategi Pembangunan SDM Kementerian Keuangan Republik Indonesia Dalam Menghadapi Tantangan Era Disrupsi 4.0. *Jurnal BPPK*, 13(1): 109
- Idjudin, A.A. 2011. Peranan Konservasi Lahan Dalam Pengelolaan Perkebunan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 5 (2):104
- Indrianawati., dan Mahdiyyah, N.D. 2019. Dampak Pertumbuhan Penduduk Terhadap Alih Fungsi Lahan Pertanian di Kabupaten Cirebon Tahun 2010-2016. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1(1): 22
- Khairati, R., dan Syahni, R. 2016. Respons Permintaan Pangan Terhadap Pertambahan Penduduk Di Sumatera Barat. *Jurnal Pembangunan Nagari*, 1(2): 20
- Kurniawan, A., dan Aminata, F. 2020. Analisis Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Debit Limpasan Pada Daerah Aliran Sungai Bondoyudo Kabupaten Lumajang Dengan Metode Rasional. *Jurnal Geoid*, 15(2): 210
- Kusumoarto, A dan Hidayat, R. 2018. Pemantauan Dan Pengendalian Kerusakan Lahan Untuk Produksi Biomassa di Kabupaten Kuningan Jawa Barat. *Jurnal Program Studi Arsitektur*, 1(1): 15
- Lanyala, A. A. A., Hasanah, U., dan Ramlan. 2016. Prediksi Laju Erosi Pada Penggunaan Lahan Berbeda Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kawatuna Propinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal agroteknis*, 4(6): 639.
- Layeghi, N., Javadi, S.A., Jafari, M., dan Arzani, H. 2020. Measuring the Land Use Based Risk of Soil Erosion in a Mining-Dominated Landscape in Northern Iran. *Journal of Ecological Engineering*, 21(7): 271
- Muchlis, D.R., Sobirin, dan Damayanti, A. 2017. Wilayah Keterpaparan Erosi Akibat Hujan di Kabupaten Kulon Progo, D.I Yogyakarta. *Jurnal IRONS 8th Industrial Research Workshop and National Seminar Politeknik Negeri Bandung*.
- Munibah, K., Sitorus, S.R.P., Rustiadi, E., Gandasasmita, K., dan Hartrisari. 2009. Model Hubungan Antara Jumlah Penduduk Dengan Luas Lahan Pertanian Dan Permukiman (Studi Kasus Das Cidanau, Provinsi Banten). *Jurnal Tanah dan Lingkungan*, 11(1): 32.
- Naharuddin., and Sustris, A.W.K. 2019. Erosion Hazard Assessment in Forest and Land Rehabilitation for Managing the Tambun Watershed in Sulawesi, Indonesia. *Journal of Chinese Soil and Water Conservation*, 50 (3): 124.
- Nasidi, N.M., Wayayok, A., Abdullah, A.F., and Kassim, M.S.M. 2020. Vulnerability of Potential Soil Erosion and Risk Assessment at Hilly Farms Using InSAR technology. *Algerian Journal of Engineering and Technology*, 03 : 001
- Osok, R.M., Talkua, S.M., dan Gaspersz, E.J. 2018. Analisis Faktor-Faktor Erosi Tanah, Dan Tingkat Bahaya Erosi Dengan Metode Rusle Di DAS Wai Batu Merah Kota Ambon Provinsi Maluku. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 14(2): 90.
- Pambudi, A.S., Moersidik, S.S., and Karuniasa, M. 2021. Analysis of Recent Erosion Hazard Levels and Conservation Policy Recommendations for Lesti Subwatershed, Upper Brantas Watershed. *The Indonesian Journal of Development Planning*, 5(1): 71-79.
- Pasaribu P.H.P., Rauf, A., dan Slamet, B. 2018. Kajian Tingkat Bahaya Erosi pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Kecamatan Merdeka Kabupaten Karo. *Serambi Engineering*, 3(1).

- Pavita, K.D., Widiatmono, B.R., dan Dewi, L. 2014. Studi Penentuan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Akibat Buangan Limbah Domestik (Studi Kasus Kali Surabaya – Kecamatan Wonokromo). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(3): 22.
- Pramudita, M.H., Utomo, W.H., dan Prijono, S. 2014. Implementasi Pemeliharaan Lahan Pada Tanaman Ubikayu : Pengaruh Pengelolaan Lahan Terhadap Hasil Tanaman dan Erosi. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 1(2): 89.
- Roeska, E., Yunus, Y., dan Saleh, S.M. 2017. Tingkat Bahaya Erosi dan Faktor Keamanan Lereng pada Jalan Banda Aceh – Calang. *Jurnal Teknik Sipil*, 6 (2): 211.
- Rumsey, D. J. (2016). How to interpret a correlation coefficient r . *Statistics for Dummies*.
- Setyaningsih, W., Sriyono, dan Benardi, A.I. 2018. Kajian Kerusakan Lahan Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kreo Akibat Pembangunan Pemukiman Di Sekitar Waduk Jatibarang Kota Semarang. *Jurnal Media Komunikasi Geografi*, 19(2): 178.
- Siswanto. 2006. Evaluasi Sumberdaya Lahan. Yogyakarta : UPN Press.
- Sitepu, F., Selintung, M., dan Harianto, T. 2017. Pengaruh Intensitas Curah Hujan dan Kemiringan Lereng Terhadap Erosi yang Berpotensi Longsor. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 21(1): 26.
- Sitorus, D. A. P., Bejo, S., dan Muzambiq, S. (2021). Analisis Sebaran Spasial Kerentanan Longsor Sebagai Upaya Mitigasi Bencana di Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Serambi Engineering*, 6 (3).
- Soma, A.S., Reski, N., Arsyad, U., Wahyuni, dan Bachtiar, B. 2021. Analisis Kesesuaian Penggunaan Lahan Terhadap Pola Ruang Di Daerah Aliran Sungai Bialo. *Jurnal Agroplanta*, 10(1): 2.
- Sofyan, D., Karespesina, S., dan Cahyono, T.D. 2020. Tingkat Erosi Sub Daerah Aliran Sungai Wae Sari III; Korelasi antara Erosi dengan Faktor Penggunaan Lahan, Topografi dan Jenis Tanah. *Jurnal Agrohut*, 5(2): 116.
- Sulistyaningrum, D., Susanawati, L.D., dan Suharto, B. 2014. Pengaruh Karakteristik Fisika-Kimia Tanah Terhadap Nilai Indeks Erodibilitas Tanah Dan Upaya Konservasi Lahan. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(2): 56.
- Sumarna, D. 2015. Identifikasi Erosi Dan Pengaruhnya Terhadap Lapisan Tanah Subur Pada Lahan Pertanian Produktif Studi Kasus: Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum Hulu. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2015 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, 17 November 2015*.
- Syukur, M. 2013. Analisa Ketersediaan Lahan Bagi Pertumbuhan Penduduk Perkotaan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal TeknIA*, 20(1): 12.
- Taslim, R.K., Mandala, M., dan Indarto. 2019. Pengaruh Luas Penggunaan Lahan Terhadap Laju Erosi : Studi Pada Beberapa Das Di Wilayah Tapal Kuda Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 3(2): 142.
- Wunarlan, I., dan Syaf. 2019. Analisis Pengaruh Pertumbuhan Penduduk Dan Produktivitas Lahan Terhadap Alih Fungsi Lahan Perkotaan (Studi Kasus Kota Marisa). *Jurnal Perencanaan Wilayah*, 4(1): 2.
- Yulina, H., Saribun, D.S., Adin, Z., dan Maulana, M.H.R. 2015. Hubungan antara Kemiringan dan Posisi Lereng dengan Tekstur Tanah, Permeabilitas dan Erodibilitas Tanah pada Lahan Tegalan di Desa Gunungsari, Kecamatan Cikatomas, Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Agrikultura*, 26(1): 16.