

PENDUGAAN EROSI MENGGUNAKAN METODE *UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION* (USLE) DI DAS RANU PANI KAWASAN TAMAN NASIONAL BROMO TENGGER SEMERU

Estimation of Erosion Using the Universal Soil Loss Equation (USLE) Method in the Ranu Pani Watershed in the Taman Nasional Bromo Tengger Semeru

Qowam Mutashim Maulana*, Zaenal Kusuma, Kurniawan Sigit Wicaksono

Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran No. 1 Malang 65145

*Penulis korespondensi: qowammaulana@gmail.com

Abstract

The land problem that commonly occurs in Ranu Pani Watershed is erosion. Ranu Pani Watershed is an area located in the mountains with very high soil erosion. Therefore, it is necessary to conduct good management in the upstream and downstream areas. The first step before carrying out the management is to analyze the occurrence of erosion in the Ranu Pani Watershed. The purpose of this research was to predict the potential erosion and the distribution of spatial data. The results of the research showed that the erosivity value in the Ranu Pani Watershed was 961.44 and heavy to very heavy class (0.50–0.77) of erodibility, soil texture was dominated by silt, fine granular soil structure, and moderate dominant permeability. Approximately 56.80% of the area (158.27 ha) has a slop class III (15–30%) with the land cover are natural forest with lots of litter, grasslands, shrubs, and fields of onions and potatoes. Land management is managed cultivation follows the contour line but without conservation. The result of the calculation showed that almost all areas have potential erosion value that exceeded the permissible erosion determination, with the potential erosion value were 1.92–4246.28 t ha⁻¹ yr⁻¹, the range of permissible erosion value were 0.029–1.2 t ha⁻¹ yr⁻¹, and the erosion hazard index values were 1.57–143442.49. The results of the spatial analysis showed that 64.39% of the area (179.41 ha) had a very heavy erosion hazard class and 69.50% of the area (193.66 ha) had a very high erosion hazard index

Keywords : *prediction of erosion, USLE*

Pendahuluan

Permasalahan lahan yang sering terjadi adalah erosi. Menurut Sarminah *et al.* (2017), kegiatan manusia dalam memanfaatkan sumberdaya alam tanpa disertai tindakan konservasi akan menimbulkan kerusakan lingkungan, salah satunya adalah erosi. Erosi adalah hilangnya atau terkikisnya tanah dari suatu tempat oleh air atau angin. Indonesia merupakan daerah beriklim tropis, pada daerah beriklim tropis, erosi memiliki peran penting dalam proses pengikisan tanah. Erosi menyebabkan hilangnya bagian lapisan tanah yang subur dan baik, serta

mengurangi kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air (Arsyad, 2010).

Daerah Aliran Sungai (DAS) Ranu Pani adalah daerah yang berada di pegunungan yang mempunyai kesuburan tanah sangat tinggi, akan tetapi memiliki kelerengan curam dan praktek pertanian yang tidak berkelanjutan (Purnomo *et al.*, 2011). Sebagian besar lahan dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar DAS Ranu Pani untuk bertani tanaman semusim, dimana menggunakan sistem pertanian vertikal, pengolahan secara mekanis dan input kimia sehingga ketika hujan deras memiliki potensi

terjadi erosi di daerah tersebut (Maghfiroh, 2017). Lereng yang curam berpengaruh terhadap besarnya debit aliran permukaan, semakin curam lereng semakin besar kecepatan aliran permukaan (Hariyanto *et al.*, 2019). Hal tersebut memerlukan upaya pengelolaan pada daerah hulu dan hilir. Langkah awal sebelum melakukan pengelolaan tersebut adalah menganalisis besar nilai erosi yang terjadi di daerah DAS Ranu Pani yang kemudian dilakukan pengemasan penyajian nilai prediksi erosi dalam bentuk data spasial. Menurut Rohman *et al.* (2020), perkiraan laju erosi diperlukan sebagai dasar perencanaan konservasi sumber daya lahan dan air.

Secara ideal metode prediksi erosi harus memenuhi persyaratan yaitu dapat diandalkan, dapat digunakan secara umum, mudah digunakan dengan data yang minimum, komprehensif dalam faktor-faktor yang digunakan, dan mampu mengikuti perubahan-perubahan penggunaan lahan dan tindakan konservasi tanah (Arsyad, 2010). Prediksi erosi tidak langsung dilakukan menggunakan metode empiris yaitu dengan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Metode USLE adalah metode yang mudah dikelola, relatif sederhana, dan jumlah masukan atau parameter yang dibutuhkan relatif sedikit dibandingkan dengan model-model lainnya yang bersifat lebih kompleks (ICRAF, 2001).

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2020 hingga Februari 2021 di DAS Ranu Pani. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Fisika Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan Laboratorium Tanah, Universitas Muhammadiyah Malang. Metode penelitian ini dilakukan dengan metode deskriptif eksploratif yang terdiri dari 3 tahap kegiatan yaitu pra survei, survei, dan pasca survei. Penelitian diawali dengan pembuatan peta kerja berupa satuan peta lahan (SPL) yang diperoleh dari hasil *overlay* peta batas administrasi, peta kelerengan, dan peta penggunaan lahan. Penentuan titik pengambilan sampel dengan menggunakan metode *stratified random sampling*. Pengambilan sampel dilakukan pada masing-masing SPL dengan menyesuaikan luas masing-masing SPL.

Menurut Rayes (2007), untuk peta skala 1:20000 dilakukan pengambilan satu sampel pada tiap luasan 8 ha. Di setiap titik pengambilan sampel dilakukan pengambilan sampel tanah kedalaman 0–10 cm dan 10–20 cm. Parameter pengamatan pada penelitian ini meliputi curah hujan, tekstur tanah, bahan organik, struktur tanah, permeabilitas tanah, kemiringan lereng, vegetasi, dan pengelolaan lahan. Tahap pasca survei dilakukan dengan menghitung nilai erosi dengan rumus USLE, erosi yang diperbolehkan (EDP), dan indeks bahaya erosi (IBE) serta membuat peta sebaran erodibilitas, nilai faktor topografi (LS), nilai faktor tutupan dan pengolahan lahan (CP), kelas bahaya erosi, dan indeks bahaya erosi. Adapun rumus USLE yang digunakan untuk prediksi erosi Wischmeier dan Smith adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

A = tanah yang tererosi ($t\ ha^{-1}\ th^{-1}$)

R = faktor erosivitas hujan

K = faktor erodibilitas tanah

L = faktor panjang lereng

S = faktor kemiringan lereng

C = faktor tutupan lahan

P = faktor pengelolaan lahan

Rumus perhitungan EDP dan IBE menggunakan prinsip Hammer, yaitu sebagai berikut:

$$EDP = \frac{FK \times KT}{RL}$$

$$IBE = \frac{\text{Erosi Potensial (t/ha/tahun)}}{EDP\ (t/ha/tahun)}$$

Keterangan:

EDP = Erosi yang diperbolehkan ($t\ ha^{-1}\ th^{-1}$)

FK = faktor kedalaman

KT = Kedalaman tanah

RL = Umur kelestarian tanah (400 tahun)

Hasil dan Pembahasan

Kondisi umum wilayah

Penelitian dilakukan di DAS Ranu Pani yang terletak di Desa Ranu Pani, Kecamatan Senduro, Kabupaten Lumajang, Jawa Timur yang merupakan bagian dari Taman Nasional

Bromo Tengger Semeru. Desa Ranu Pani memiliki luasan kurang lebih 385 ha dengan ketinggian \pm 2100 meter di atas permukaan laut (m dpl). Desa Ranu Pani memiliki topografi perbukitan. Lokasi penelitian berbatasan dengan Desa Ngadas pada bagian utara, Desa Kandang Tepus pada bagian selatan, Desa Burno pada bagian barat dan Kawasan konservasi Taman Nasional Bromo Tengger serta Desa Argosari pada bagian timur. Mata pencaharian utama masyarakat Desa Ranu Pani adalah petani. Penggunaan lahan yang ada di DAS Ranu Pani dibagi menjadi empat yaitu hutan, semak belukar, tegalan, dan padang rumput.

Erosivitas (R)

Erosivitas hujan merupakan parameter sifat hujan yang memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap erosi tanah, terlebih Indonesia merupakan daerah beriklim tropis, sehingga faktor yang paling berpengaruh adalah hujan (Nurwita *et al.*, 2016). Curah hujan bulanan yang digunakan yaitu data 10 tahun terakhir mulai dari Januari 2011 hingga Desember 2020. Nilai erosivitas pada lokasi penelitian disajikan dalam Tabel 1. Rata-rata erosivitas bulanan pada lokasi penelitian yaitu 961,44. Nilai erosivitas hujan merupakan salah satu faktor penyebab erosi karena energi kinetik yang dihasilkan oleh hujan dapat memecah agregat tanah. Daya tumbuk air hujan dalam memecah agregat sebagian besar tergantung dari kecepatan diameter, intensitas dan jatuhnya hujan. Suripin (2004) menyatakan bahwa terlemparnya partikel tanah sangat

tergantung pada kecepatan jatuh butir air hujan dan kondisi permukaan tanah.

Tabel 1. Nilai erosivitas.

Bulan	Rata-rata Curah Hujan (cm)	Erosivitas
Januari	24,40	150,26
Februari	22,00	153,80
Maret	20,30	124,39
April	16,00	92,51
Mei	8,70	47,35
Juni	4,40	26,51
Juli	2,80	21,32
Agustus	1,40	19,04
September	2,10	15,48
Oktober	6,20	49,79
November	15,50	106,97
Desember	23,00	154,01
Jumlah		961,44

Erodibilitas (K)

Faktor erodibilitas merupakan faktor yang dipengaruhi oleh empat faktor yaitu tekstur tanah, bahan organik, struktur tanah, dan permeabilitas. Faktor-faktor tersebut dihitung dengan menggunakan rumus Wischmeier. Nilai erodibilitas yang diperoleh di lokasi penelitian disajikan dalam Tabel 2. Kelas erodibilitas di DAS Ranu Pani didominasi oleh kelas erodibilitas sangat tinggi dengan luas lahan 214,47 ha atau 76,97%.

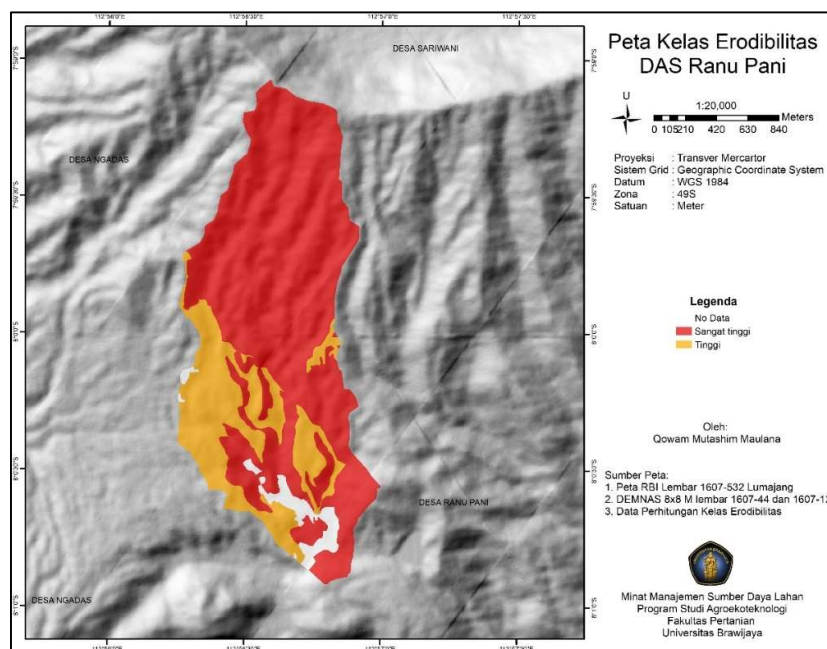
Tabel 2. Nilai erodibilitas.

SPL	Tekstur Tanah	BO (%)	S	Permeabilitas	K	KE
1	Debu	4,56	GH	Sedang	0,65	ST
2	Debu	3,30	GH	Sedang	0,75	ST
3	Debu	3,18	GH	Sedang	0,77	ST
4	Lempung berdebu	3,16	GH	Sedang sampai cepat	0,63	ST
5	Lempung berdebu	2,83	GH	Sedang	0,69	ST
6	Debu	5,95	GH	Sedang sampai cepat	0,51	Ti
7	Debu	5,34	GH	Sedang sampai cepat	0,56	ST
8	Debu	3,61	GH	Sedang	0,75	ST
9	Debu	3,76	GH	Sedang	0,73	ST
10	Debu	6,00	GH	Sedang sampai cepat	0,50	Ti
11	Debu	5,45	GH	Sedang sampai cepat	0,54	Ti
12	Debu	4,18	GH	Sedang	0,69	ST
13	Debu	3,62	GH	Sedang	0,74	ST

Keterangan: SPL: Satuan Peta Lahan, BO: Bahan Organik, S: Struktur, K: Erodibilitas, KE: Kelas Erodibilitas, GH: Granular Halus, ST: Sangat Tinggi, Ti: Tinggi.

Kelas erodibilitas tanah yang ada di DAS Ranu Pani menunjukkan bahwa tanah sangat peka terhadap erosi atau mudah tererosi. Hal ini dikarenakan dominansi tekstur debu menyebabkan tanah mudah terangkut oleh air karena memiliki partikel tanah yang halus (Dariah *et al.*, 2008). Tekstur tanah dapat mempengaruhi permeabilitas tanah. Semakin halus tekstur tanah maka nilai permeabilitas

akan semakin lambat sehingga kemampuan tanah dalam meloloskan air menjadi lambat. Bahan organik tanah tergolong tinggi dan dapat meningkatkan daya rekat tanah, namun tidak menutup kemungkinan terjadi erosi. Erosi mempunyai kemampuan menggerus bahan organik pada lapisan atas. Gambar 1 menunjukkan sebaran kelas erodibilitas.



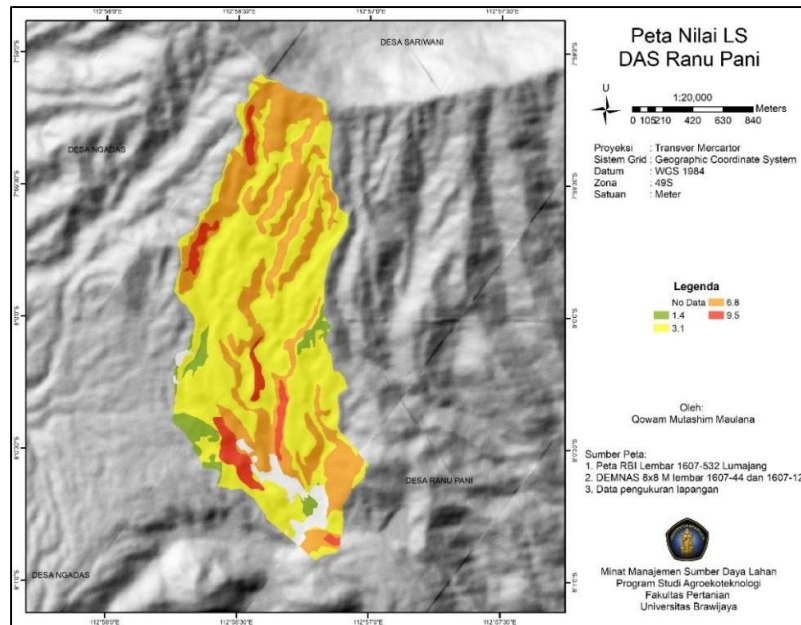
Gambar 1. Peta erodibilitas DAS Ranu Pani.

Topografi (LS)

Hasil penelitian didapatkan nilai LS di DAS Ranu Pani didominasi oleh nilai 3,1 dengan luas lahan 158,27 atau 56,80% dimana daerah tersebut memiliki kelerengan 15–30%. A'yunin (2008) menyatakan bahwa kelas lereng yang berbeda mempengaruhi kecepatan aliran permukaan. Lereng yang curam akan semakin besar juga energi angkut tanah oleh aliran permukaan ke bagian bawah. Semakin panjang lereng juga akan meningkatkan kerusakan. Gambar 2 merupakan peta sebaran nilai LS di DAS Ranu Pani. Tabel 3 dan Gambar 2 secara berturut-turut menunjukkan nilai dan persebaran LS yang didapatkan pada lokasi penelitian.

Tabel 3. Nilai LS

SPL	Kemiringan lereng (%)	Nilai LS
1	22,63	3,1
2	35,55	6,8
3	53,40	9,5
4	7,10	1,4
5	17,60	3,1
6	11,70	1,4
7	21,00	3,1
8	34,47	6,8
9	59,20	9,5
10	10,80	1,4
11	22,36	3,1
12	34,10	6,8
13	61,70	9,5



Gambar 2. Peta nilai factor topografi (LS) DAS Ranu Pani.

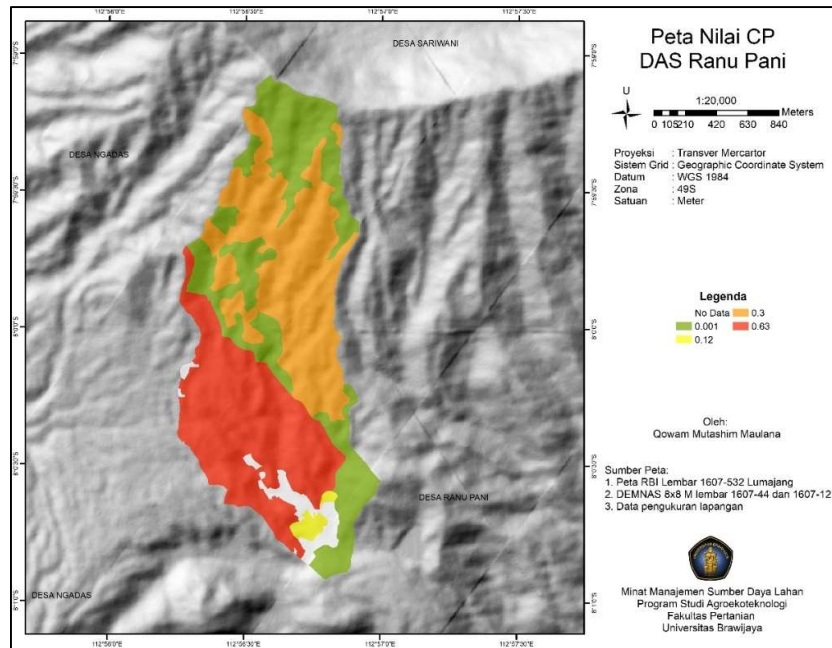
Tutupan dan pengelolaan lahan (CP)

Hasil penelitian menunjukkan pada SPL 1–3 penggunaan lahannya adalah hutan alami dengan seresah banyak dan tanpa tindakan konservasi, dengan CP = 0,001 setara dengan hutan tak terganggu, banyak seresah. SPL 4 dan 5 mempunyai penggunaan lahannya adalah padang rumput dengan nilai CP = 0,12. SPL 6–9 penggunaan lahannya adalah semak belukar tanpa adanya tindakan konservasi dengan nilai CP = 0,3. SPL 10–13 penggunaan lahannya

adalah tegalan dengan tutupan lahan bawang dan kentang, pengelolaan lahannya adalah pengolahan mengikuti garis kontur, dengan nilai CP sebesar 0,63. Tabel 4 merupakan perhitungan nilai CP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CP di DAS Ranu Pani didominasi oleh nilai 0,3 dengan luas lahan 97,17 ha atau 34,87%. Daerah yang memiliki nilai CP dominan pada titik pengamatan semak belukar. Gambar 3 merupakan peta sebaran nilai CP.

Tabel 4. Nilai CP.

SPL	C	P	CP
1	Hutan alami seresah banyak	Tanpa tindakan konservasi	0,001
2	Hutan alami seresah banyak	Tanpa tindakan konservasi	0,001
3	Hutan alami seresah banyak	Tanpa tindakan konservasi	0,001
4	Padang rumput	Padang rumput	0,12
5	Padang rumput	Padang rumput	0,12
6	Semak belukar	Tanpa tindakan konservasi	0,3
7	Semak belukar	Tanpa tindakan konservasi	0,3
8	Semak belukar	Tanpa tindakan konservasi	0,3
9	Semak belukar	Tanpa tindakan konservasi	0,3
10	Bawang	Pengolahan garis kontur	0,63
11	Bawang	Pengolahan garis kontur	0,63
12	Kentang	Pengolahan garis kontur	0,63
13	Kentang	Pengolahan garis kontur	0,63



Gambar 3. Peta nilai factor tutupan dan penggunaan lahan (CP) DAS Ranu Pani.

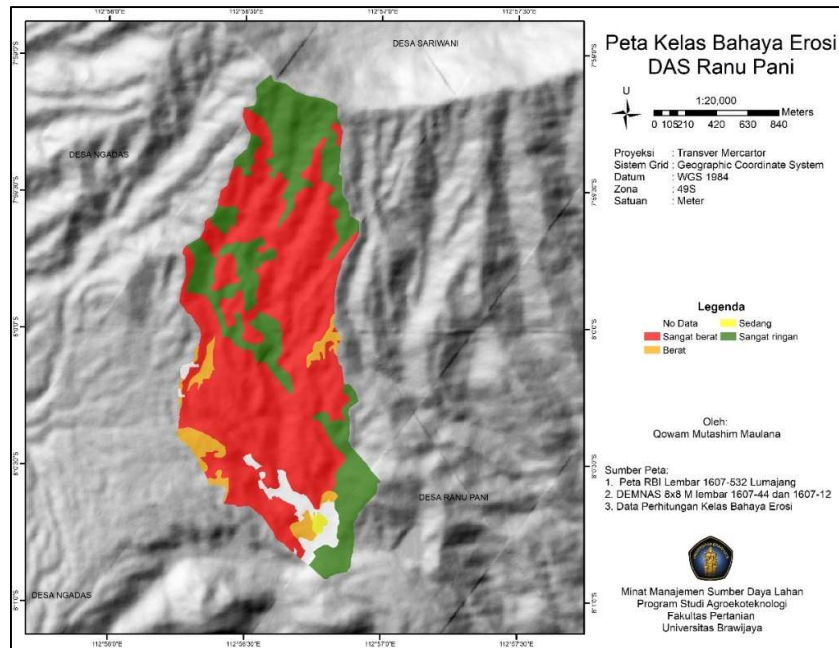
Kelas bahaya erosi

Erosi potensial yang terdapat di DAS Ranu Pani berada pada rentang 1,92–4246,28 t ha⁻¹ tahun⁻¹. SPL 1, 2, dan 3 memiliki kelas bahaya erosi paling ringan yaitu kelas I. SPL 4 memiliki kelas bahaya erosi sedang dan SPL 5, 6, 10 memiliki kelas bahaya erosi berat. SPL 7, 8, 9, 11, 12, dan 13 memiliki kelas bahaya erosi sangat berat. Kelas bahaya erosi di DAS Ranu Pani disajikan

pada Tabel 5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas bahaya erosi di DAS Ranu Pani didominasi oleh tingkat bahaya erosi sangat berat dengan luas lahan 179,41 ha atau 64,39%. Daerah yang memiliki tingkat bahaya erosi sangat berat terjadi pada titik pengamatan semak belukar dan tegalan. Gambar 4 merupakan peta sebaran kelas bahaya erosi dan persentasi kelas bahaya erosi DAS Ranu Pani.

Tabel 5. Kelas bahaya erosi.

SPL	Luas Lahan (ha)	Erosi Potensial (t ⁻¹ ha ⁻¹ tahun ⁻¹)	Kelas Bahaya Erosi	Keterangan
1	40,10	1,92	I	Sangat ringan
2	41,69	4,93	I	Sangat ringan
3	3,20	6,99	I	Sangat ringan
4	1,12	102,53	III	Sedang
5	2,76	246,15	IV	Berat
6	2,48	204,85	IV	Berat
7	61,60	498,92	V	Sangat berat
8	30,87	1467,66	V	Sangat berat
9	2,22	2001,10	V	Sangat berat
10	7,89	422,20	IV	Berat
11	53,81	1021,98	V	Sangat berat
12	20,78	2845,69	V	Sangat berat
13	10,13	4246,28	V	Sangat berat



Gambar 4. Peta kelas bahaya erosi DAS Ranu Pani.

Indeks bahaya erosi (IBE)

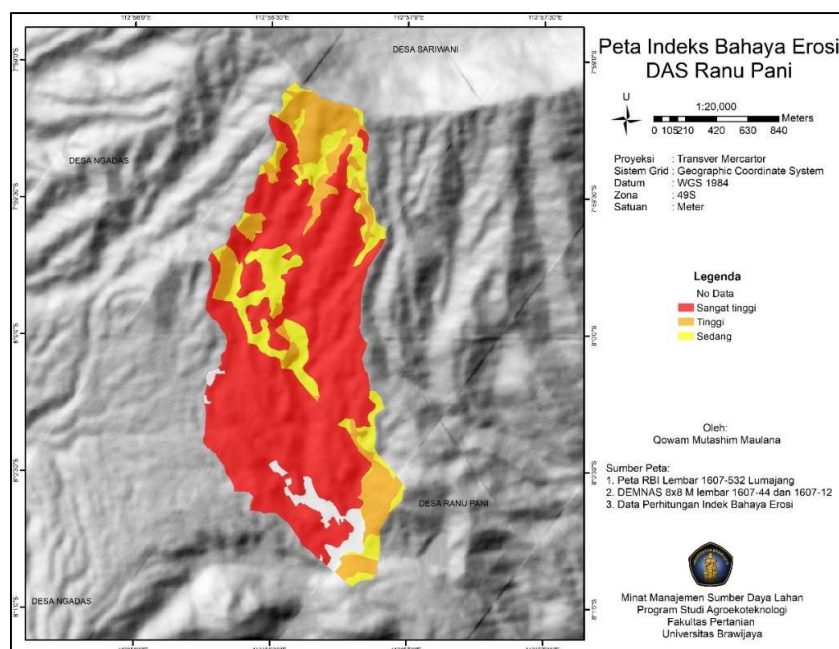
Hasil analisis indeks bahaya erosi didapatkan bahwa lahan di daerah penelitian mempunyai tiga kelas IBE yaitu sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Hasil analisis data perhitungan yang dilakukan diketahui bahwa di daerah penelitian didominasi dengan indeks bahaya erosi sangat. Erosi yang terjadi di daerah penelitian sudah sangat membahayakan bagi kelestarian

produktivitas tanah yang ada disana. Tabel 6 merupakan hasil perhitungan EDP dan IBE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tiga kelas IBE yaitu sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Indeks bahaya erosi di DAS Ranu Pani didominasi oleh indeks bahaya erosi sangat tinggi dengan luas lahan 193,66 ha atau 69,50%. Gambar 5 merupakan peta sebaran indeks bahaya erosi.

Tabel 6. Nilai EDP dan IBE.

SPL	Erosi Potensial (t ⁻¹ ha ⁻¹ tahun ⁻¹)	EDP (t ⁻¹ ha ⁻¹ tahun ⁻¹)	IBE	
			Nilai IBE	Keterangan
1	1,89	1,2	1,57	S
2	4,83	1,2	4,03	T
3	6,85	1,2	5,71	T
4	100,44	0,0675	1487,98	ST
5	241,14	0,0675	3572,45	ST
6	200,68	0,05175	3877,83	ST
7	488,76	0,063	7758,15	ST
8	1437,79	0,063	22821,99	ST
9	1960,37	0,063	31116,93	ST
10	413,61	0,23	1798,29	ST
11	1001,17	0,23	4352,93	ST
12	2787,75	0,029	96129,47	ST
13	4159,83	0,029	143442,49	ST

Keterangan: S = sedang; T = tinggi; ST = sangat tinggi



Gambar 5. Peta indeks bahaya erosi DAS Ranu Pani.

Kesimpulan

Erosi potensial yang terjadi di DAS Ranu Pani yang tersebar di seluruh wilayah DAS termasuk dalam kategori membahayakan karena nilai erosi melebihi nilai EDP dengan nilai erosi potensial yaitu $1,92-4246,28 \text{ t ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$. Indeks bahaya erosi pada lokasi penelitian yaitu $1,57-143442,49$ dengan kelas bahaya erosi sangat berat sebesar 64,39% wilayah (179,41 ha) dan 69,50% wilayah (193,66 ha) mempunyai kelas IBE sangat tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teknisi Laboratorium Fisika Tanah, Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya dan Laboratorium Tanah, Universitas Muhammadiyah Malang atas bantuannya dalam melaksanakan analisis tanah.

Daftar Pustaka

- A'yunin, Q. 2008. Prediksi Tingkat Bahaya Erosi dengan Metode USLE di Lereng Timur Gunung Sindoro. Surakarta. Universitas Sebelas Maret.
- Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air Edisi Kedua. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Dariah, A., Subagyo, Tafakresnanto, C. dan Marwanto, S. 2008. Kepekaan Tanah terhadap Erosi. Bogor. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Hariyanto, R.D., Harsono, T.N. dan Fadiarman. 2019. Prediksi Laju Erosi Menggunakan Metode USLE di Desa Karang Tengan Kecamatan Babakan Madang Kabupaten Bogor. Jakarta Timur. FPIK Universitas Muhammadiyah Hamka.
- ICRAF. 2001. Modelling Erosion at Different Scales, Case Study in The Sumber Jaya Watershed, Lampung, Indonesia. ICRAF.
- Maghfiroh, E. 2017. Arahan Pengembangan Desa Wisata Argosari Kecamatan Senduro Kabupaten Lumajang Berdasarkan Daya Dukung Lingkungan. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Nurwita, S., Pranoto, K. dan Nugraha, C. 2016. Perbandingan Nilai Erosivitas Hujan Menggunakan Data Penakar Hujan Otomatis, Metode Bols, dan Metode Lenvain di Area PT. Kaltim Prima Coal. Kalimantan Timur. PT. Kaltim Prima Coal.
- Purnomo, S., Sunaryo, dan Hakim, L. 2011. Analisis potensi longsoran pada Daerah Ranu Pani menggunakan metode geolistrik resistivitas Kecamatan Senduro Kabupaten Lumajang. Jurnal Neutrino 4(1):79-84.
- Rayes, M.L. 2007. Metode Inventarisasi Sumber

- Daya Lahan. Yogyakarta. Penerbit Andi.
- Rohman, M.K., Indarto, dan Mandala, M. 2020. Pemetaan Erosi di Wilayah Sutibondo. Jember. Universitas Jember.
- Sarminah, S. dan Indirwan. 2017. Kajian Laju Infiltrasi ada Beberapa Tutupan Lahan di kawasan Karst Sangkulirang-Mangkalihat Kabupaten Kutai Timur. Kalimantan Timur. Universitas Mulawarman.
- Suripin. 2004. Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air. Yogyakarta. Andi Offset.

halaman ini sengaja dikosongkan