

PEMETAAN EROSI DI WILAYAH KABUPATEN SITUBONDO

(Erosion Mapping at Situbondo Regency)

Muhammad Kholilur Rohman¹, Indarto Indarto¹, dan Marga Mandala²

¹Program Studi Teknik Pertanian - FTP- Universitas Jember

²Program Studi Agroteknologi Faperta Universitas Jember

Jl. Kalimantan No. 37 Kampus Tegalboto, Jember 68121 Indonesia

E-mail: indarto.ftp@unej.ac.id

Diterima: 13 Agustus 2019; Direvisi: 26 Februari 2020; Disetujui untuk Dipublikasikan : 18 Maret 2020

ABSTRAK

Sebagian besar lahan di wilayah Kabupaten Situbondo, merupakan lahan sub-optimal kering. Prediksi erosi secara menyeluruh dan mencakup wilayah yang cukup luas diperlukan sebagai dasar perencanaan dan tindakan konservasi sumber daya lahan dan air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengklasifikasikan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) di wilayah Kabupaten Situbondo. Model USLE dan GIS digunakan sebagai *tool* utama dalam penelitian ini. Input data penelitian adalah peta digital, yang terdiri dari *layer* data hujan, jenis tanah, peruntukan lahan, dan data ASTER GDEM2. Adapun tahapan dalam penelitian meliputi (1) inventarisasi dan pengolahan data, (2) interpretasi faktor erosi (R, K, LS, CP), dan (3) menghitung dan mengklasifikasikan TBE. Faktor erosititas (R) dihitung dari interpretasi data hujan tahunan. Faktor erodibilitas tanah (K) ditentukan dari analisis peta jenis tanah. Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) dihitung berdasarkan data ASTER GDEM2. Faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi (CP) ditentukan dari peta tata guna lahan. Peta tata guna lahan dihasilkan dari Peta Rupa Bumi Indonesia digital. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata laju erosi di wilayah Kabupaten Situbondo sebesar 73,37 ton/ha/tahun. Sekitar 65,60% dari luas wilayah Situbondo berada pada kelas TBE sangat ringan (0-15 ton/ha/tahun), 9,74% berada pada kelas ringan (15-60 ton/ha/tahun), 11,50% berada pada kelas sedang (60-180 ton/ha/tahun), dan 8,45% dari luas keseluruhan berada pada kelas berat (180-480 ton/ha/tahun). Hanya, sekitar 4,70% dari luas wilayah tergolong pada kelas sangat berat (>480 ton/ha/tahun). Upaya konservasi perlu direncanakan secara paralel dengan aktivitas peningkatan produktivitas lahan sub-optimal kering di wilayah Kabupaten Situbondo.

Kata kunci: prediksi, erosi, USLE, Situbondo

ABSTRACT

Majority of land in Situbondo classified as sub-optimal dry land. The effort for conservation activities should be conducted to maintain land productivity. This research aims to analyse and to classify erosion in the whole areas of the Situbondo. USLE and GIS used as a tool for the calculation. The main input are daily rainfall data, soil type layer, land use map, and DEM from the aster GDEM2. Research procedures consist of (1) data preparation, (2) calculation of erosion factors (R, K, LS, CP,) and (3) classification of erosion. The erosivity factor (R) calculated from the analysis of annual rainfall data. The erodibility factor (K) is obtained using analysis of soil type map. The length and slope factor (LS) calculated from the DEM and Soil layer data. The crop cover and conservation activities factor (CP) interpreted from RBI maps. The results show that the average erosion rate calculated in the study area is 73,37 ton/ha/year. About 65,60% of the area characterised by very-low erosion (0-15 ton/ha/year) and 9,74% by low-erosion (15-60 ton/ha/year). Furthermore, about 11,50% in moderate erosion (60-180 ton/ha/year) and 8,45% in severe erosion (180-480 ton/ha/year). Only 4,7% of the areas are subject to very severe erosion rate (> 480 ton/ha/year). It is noted that conservation activities should be scheduled in parallel to the effort of improving land productivities in the areas of dry sub-optimal land resources.

Keywords: prediction, erosion, USLE, Situbondo

PENDAHULUAN

Total luas lahan terdegradasi terparah atau lahan sangat kritis di Indonesia seluas 48,2 juta ha atau 25,1% dari seluruh wilayah Indonesia (Sitorus & Pravitasari, 2017). Sementara itu luasan lahan kritis di Jawa Timur diperkirakan masih lebih dari 600 ribu ha yang tersebar di berbagai daerah yang dialiri sungai di Jawa Timur. Erosi yang terjadi diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi, alih fungsi

lahan, dan hilangnya kesuburan tanah. Erosi adalah fenomena geologis alami yang dihasilkan dari pengangkatan lapisan tanah oleh faktor alam seperti angin dan air ke tempat lain. Namun demikian, beberapa aktivitas manusia secara signifikan dapat meningkatkan resiko bahaya erosi (Parveen & Kumar, 2012). Hal ini merupakan masalah utama pada bidang pertanian dan lingkungan secara global.

Luas lahan kritis di Kabupaten Situbondo pada tahun 2009 mencapai 21.000 hektar yang tersebar di 17 kecamatan (Sunartomo, 2011). Lahan pertanian di wilayah Kabupaten Situbondo didominasi lahan sub-optimal kering dengan total luas 21.963 ha (70% luas lahan pertanian di wilayah Kabupaten Situbondo (BPS Situbondo, 2017). Lahan tersebut merupakan lahan kering dengan topografi datar sampai bergelombang.

Perkiraan laju erosi diperlukan sebagai dasar perencanaan konservasi sumber daya lahan dan air. Metode pertama dan yang paling banyak digunakan untuk perhitungan erosi adalah model *Universal Soil Loss Equation* (USLE) yang dibuat oleh Wischmeier & Smith (1978). Prediksi laju erosi menggunakan USLE dapat dilakukan dengan mengintegrasikan perhitungan di atas platform SIG (Sistem Informasi Geografis). SIG dapat digunakan untuk memprediksi erosi pada skala wilayah yang lebih besar. SIG memfasilitasi perhitungan berbasis *raster*, pengeditan data, dan menyajikan hasil berupa peta tematik pada perhitungan USLE.

Tinjauan teoritis dan pustaka tentang penerapan USLE dan prediksi Erosi juga telah banyak dilakukan oleh para peneliti. Misalnya, Smith (1999) membandingkan model *Soil Loss Estimation Model for Southern Africa* (SLEMSA), *Universal Soil Loss Equation* (USLE), *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE), dan *Water Erosion Prediction Project* (WEPP) di Wilayah Afrika Selatan. Kemudian Godone & Stanchi (2011) merangkumkan hasil-hasil penelitian tentang teori dan penerapan berbagai model prediksi erosi pada berbagai kasus (*soil protection, land management, engineering, soil conservation, fire degradation*), pada variabel lingkungan yang berbeda (*arid, semi arid ecosystem*), dan studi dari wilayah yang berbeda (Yunani, Spanyol, Portugis, Brazil, dan Meksiko). Buku ini menjelaskan aspek yang luas tentang dampak erosi, pemodelan, dan antisipasinya untuk berbagai kasus di lingkungan yang berbeda.

Review selanjutnya tentang perkembangan pemodelan dan prediksi erosi di Amerika Serikat ditulis oleh Lafflen & Flanagan (2013). Chandramohan et al (2015) menerapkan dan membandingkan tiga model (USLE, MUSLE, dan WEPP) untuk memprediksi erosi pada DAS kecil (*the Pamba River basin of Kerala*) di India. Selanjutnya, Alewell et al. (2019) mereview hampir 2000 judul publikasi yang membahas dan menggunakan algoritma USLE dan turunannya.

USLE paling banyak digunakan selama hampir 80 tahun di 109 negara (Alewell et al., 2019). Beberapa negara menggunakan USLE dan GIS pada skala DAS (Daerah Aliran Sungai). Contohnya pada kasus DAS Kulhan di India (Devatha et al., 2015), DAS Oued El Makhazine di Maroko (Belasri & Lakhouili, 2016), DAS Geleda di Etiopia (Gashaw et al., 2016), dan DAS A Sap di Vietnam (Pham et al., 2018). Penerapan USLE pada skala DAS juga banyak dilakukan di Indonesia, misalnya di DAS

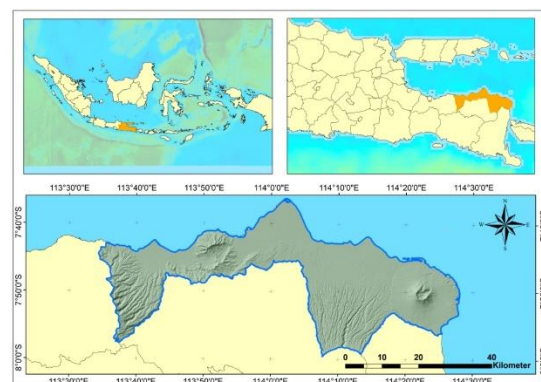
Wae Heru dan Wae Tonahitu di Ambon (Saiya, Dibyosaputro, & Santosa, 2016).

Pada kasus yang lain, USLE juga digunakan untuk memprediksi laju erosi dalam skala yang luas, pada level nasional atau regional. Misalnya Rao, Xiao, Ouyang, & Yu (2015) menggunakan USLE sebagai *tool* untuk menganalisis laju erosi (*Soil erosion rate/SER*) secara nasional dan menggambarkan sebaran spasialnya. Penelitian Rao et al (2015) menghasilkan laju erosi merata di wilayah Cina sebesar 9,39 ton/ha/tahun. Prediksi erosi pada skala nasional juga dilakukan di Hungaria (Pásztor, Waltner, Centeri, Belenyasi, & Takacs, 2016) dan Republik Ceko (Novotný et al., 2016). Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan laju erosi yang terjadi dan mengklasifikasikan TBE di wilayah Kabupaten Situbondo. Hasil prediksi digunakan untuk perencanaan konservasi dalam rangka peningkatan produktivitas lahan sub-optimal yang ada di wilayah Kabupaten Situbondo.

METODE

Studi Area

Lokasi penelitian mencakup semua wilayah Kabupaten Situbondo (**Gambar 1**). Kabupaten Situbondo terletak di ujung timur Pulau Jawa bagian utara. Antara 7°35' - 7°44' LS dan 113°30' - 114°42' BT. Luas total wilayah Situbondo sekitar 1.638,50 Km². Bentuk wilayah memanjang dari timur ke barat mengikuti pantai utara sepanjang ±150 km. Di selatan sebagian besar berupa wilayah pegunungan (Lereng Gunung Ijen dan Argopuro). Rerata jarak dari utara ke selatan ±11 km. Kabupaten Situbondo berbatasan dengan selat Madura di sebelah utara, berbatasan dengan selat Bali di sebelah timur, berbatasan dengan kabupaten Bondowoso dan kabupaten Banyuwangi di sebelah selatan, serta berbatasan dengan kabupaten Probolinggo di sebelah barat.



Gambar 1. Lokasi penelitian.

Inventarisasi Data

Input utama dalam penelitian meliputi (1) data hujan tahunan yang diperoleh dari 32 stasiun hujan dengan panjang periode rekaman dari tahun 2004 sampai 2013 (10 tahun), (2) peta jenis tanah, (3)

peta penggunaan lahan yang diinterpretasikan dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), dan (4) data Aster G-DEM dengan ketelitian spasial 30m x 30m. Peralatan yang digunakan untuk analisis yaitu (1) Personal Computer (PC), (2) perangkat lunak Microsoft Excel, dan (3) perangkat lunak GIS. GIS digunakan untuk analisis USLE dan pembuatan *layout*. Secara umum, prosedur penelitian terdiri dari inventarisasi, pengolahan, dan perhitungan laju erosi.

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan di Laboraturium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan (Lab. TPKL) PS Teknik Pertanian, FTP, Universitas Jember. Data hujan tahunan digunakan untuk menghitung nilai faktor erosivitas curah hujan (R) mengikuti **Persamaan 1** (Teh, 2011). Data hujan tahunan diperoleh dari kumulatif hujan harian selama 1 tahun. Nilai yang digunakan dalam perhitungan adalah nilai rerata hujan tahunan selama 10 tahun.

$$R = \frac{2,5P^2}{100(0,073P+0,73)} \dots\dots\dots(1)$$

di mana:
 R = Erosivitas hujan (MJ.mm/tahun);
 P = Rata-rata hujan dalam satu tahun (mm/tahun).

Setelah dihitung faktor R pada setiap stasiun hujan, selanjutnya dilakukan interpolasi untuk membuat peta R wilayah menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighting* (IDW). Prosedur interpolasi mengikuti metode yang sudah dilakukan (Indarto, 2013a, 2013b). Hasil akhir proses ini adalah *layer* faktor R dalam bentuk *raster*, dimana setiap wilayah diwakili oleh piksel R dengan nilai tertentu. Ukuran piksel *layer* R dibuat sama dengan ukuran piksel DEM yang digunakan (dalam hal ini per piksel berukuran 30m x 30m).

Selanjutnya, peta jenis tanah digunakan untuk interpretasi nilai erodibilitas tanah (K). Faktor K untuk setiap jenis tanah ditentukan berdasarkan **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Nilai K berdasarkan jenis tanah.

No.	Jenis Tanah	Nilai K
1	Alluvial	0,29
2	Andosol	0,28
3	Brown Forest	0,28
4	Glei	0,29
5	Granusol	0,16
6	Latosol	0,26
7	Litosol	0,13
8	Mediteran	0,16
9	Organosol	0,29
10	Podsol merah	0,2
11	Regosol	0,31

Sumber. (Direktorat Kehutanan dan Konservasi SDA, 2012).

Nilai faktor K kemudian dimasukan pada atribut tabel untuk *layer* jenis tanah. Selanjutnya, peta jenis tanah dikonversi menjadi *raster* menggunakan *tool*

“*polygon to raster*”. Hasil akhir proses ini adalah *layer* faktor K dalam format *raster* dengan ukuran per piksel (30m x 30m).

Data DEM didapatkan dari data Aster GDEM2. Data DEM digunakan untuk menghitung faktor LS. Data DEM selanjutnya diproses untuk menjadi *layer* kemiringan lereng (*slope*), arah aliran (*flow direction*), dan akumulasi aliran (*flow accumulation*). Selanjutnya faktor LS dihitung dengan *raster calculator* mengikuti **Persamaan 2** (Belasri & Lakhouili, 2016) .

$$LS = \left(\frac{Facc \times Cellsize}{22.13} \right)^{0.4} \times \left(\frac{\sin(Slope)}{0,0896} \right)^{1,3} \dots\dots\dots(2)$$

di mana :
 Facc = akumulasi aliran;
 Cellsize = ketelitian piksel (30 m);
 Slope = kemiringan lahan (°).

Hasil akhir proses ini adalah peta LS dalam format *raster* yang menggambarkan nilai LS per piksel.

Peta penggunaan lahan diunduh dari peta RBI digital dalam bentuk vektor (Badan Informasi Geospasial, 2020). Selanjutnya, peta vektor tersebut dikonversi ke *raster*. Ukuran piksel (30m x 30m) dan digunakan untuk menentukan faktor CP. Nilai faktor CP ditentukan per piksel, sesuai kondisi tiap piksel. Penentuan nilai CP per piksel mengacu pada **Tabel 2** berikut.

Tabel 2. Prakiraan faktor CP pada berbagai jenis penggunaan lahan.

No.	Penggunaan Lahan	Nilai CP
1	Kebun	0,3
2	Tanah Kosong/Padang Rumput	0,02
3	Ladang	0,28
4	Hutan	0,001
5	Sawah Irigasi	0,02
6	Semak Belukar	0,1
7	Sungai	0,001
8	Pemukiman	1
9	Sawah Tadah Hujan	0,05
10	Empang	0,001
11	Rawa/Hutan Rawa	0,01
12	Danau/Bendungan	0,001
13	Pasir	1
14	Penggaraman	1
15	Pabrik/Gedung	1
16	Bandar Udara/ Pelabuhan	1

Sumber: (Direktorat Kehutanan dan Konservasi SDA, 2012).

Nilai faktor CP dimasukkan sebagai atribut tabel pada *layer* penggunaan lahan. Selanjutnya, *layer* peta penggunaan lahan dikonversi menjadi *raster* menggunakan *tool* “*polygon to raster*” yang terdapat pada *software* GIS. Luaran proses ini adalah *layer* CP berformat *raster* dengan ketelitian piksel 30m x 30m. Tiap piksel memiliki nilai CP tertentu.

Perhitungan USLE

Semua *layer* yang telah dihasilkan (R, K, LS, dan CP), selanjutnya digunakan untuk menghitung besarnya laju erosi. Perhitungan laju erosi

dilakukan menggunakan USLE (Wischmeier & Smith, 1978) (**Persamaan 3**), sebagai berikut.

$$A = R \times K \times LS \times CP \dots\dots\dots(3)$$

di mana :

- A = jumlah tanah yang tererosi (ton/ha/tahun);
- R = faktor erosivitas hujan;
- K = faktor erodibilitas tanah;
- LS = faktor panjang dan kemiringan lereng;
- CP = faktor konservasi dan vegetasi.

Selanjutnya nilai erosi per piksel diklasifikasikan sesuai dengan kriteria tingkat bahaya erosi (TBE) pada **Tabel 3** berikut.

Tabel 3. Klasifikasi tingkat bahaya erosi (TBE).

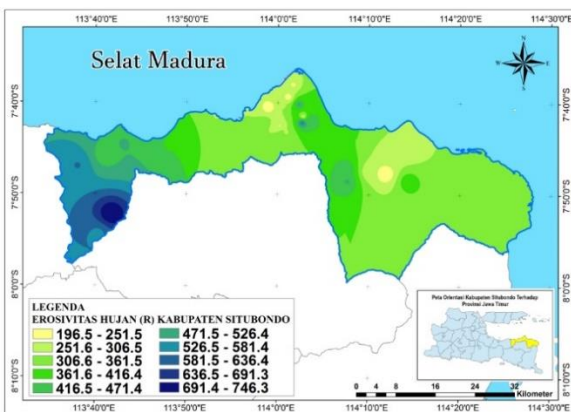
Kelas	Tingkat Erosi (ton/ha/tahun)	Klasifikasi
I	0-15	Sangat ringan
II	15-60	Ringan
III	60-180	Sedang
IV	180-480	Berat
V	>480	Sangat berat

Sumber. (Direktorat Kehutanan dan Konservasi SDA, 2012).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan rata-rata di wilayah ini sekitar 376,05 mm/tahun. **Gambar 2** menampilkan nilai faktor R. Curah hujan yang tinggi akan menyebabkan nilai erosivitas juga tinggi. Menurut Farhan & Nawaiseh (2015) nilai erosivitas hujan (R) sangat dipengaruhi oleh volume, intensitas, durasi, pola hujan, dan jumlah limpasan yang dihasilkan. Nilai R juga dipengaruhi oleh kemiringan lereng. Daerah dengan kemiringan lereng rendah memiliki erosivitas rendah.



Gambar 2. Peta erosivitas hujan.

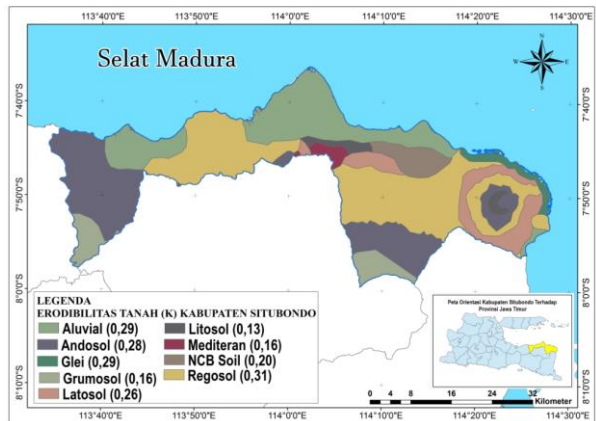
Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah (K) menunjukkan kerentanan tanah terhadap erosi dan laju aliran permukaan (Jazouli, Barakat, Ghafiri, Moutaki, & Ettaqy, 2017). Nilai erodibilitas tanah (K) diinterpretasi dari peta jenis tanah. Sebaran jenis tanah dan nilai faktor K pada daerah penelitian dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Sebaran jenis tanah dan nilai K.

No	Jenis Tanah	Luas (%)	Nilai K
1	Aluvial	20,98	0,29
2	Andosol	22,50	0,28
3	Glei	1,95	0,29
4	Grumosol	5,16	0,16
5	Latosol	8,06	0,26
6	Litosol	2,00	0,13
7	Mediteran	1,22	0,16
8	NCB Soil	3,78	0,20
9	Regosol	34,36	0,31

Tabel 4 menunjukkan jenis tanah yang ada pada daerah penelitian didominasi oleh jenis tanah regosol dengan nilai faktor K = 0,31 dan luas sekitar 34,36% dari luas total (**Gambar 3**). Erodibilitas tanah (K) mempengaruhi ketahanan tanah terhadap erosi, semakin tinggi nilai K, maka tingkat ketahanan tanah terhadap erosi semakin rendah (Arsyad, 1989). Tanah regosol merupakan jenis tanah yang masih berkembang, terbentuk pada timbunan bahan induk yang baru diendapkan, yang terangkut dari tempat lain dan tertimbun pada tempat tersebut.



Gambar 3. Peta erodibilitas tanah.

Tanah regosol dengan tekstur kasar atau kandungan pasir tinggi akan mempunyai porositas yang baik karena didominasi oleh pori makro, namun mempunyai tingkat kesuburan rendah di mana unsur hara mudah tercuci. Menurut Gunadi, & Sudyastuti (2005) tanah regosol miskin akan bahan organik ($\pm 0,95\%$), dengan demikian kemampuan menyimpan air dan unsur hara sangat rendah. Sebaliknya, keberadaan bahan organik yang cukup dapat membantu mengimbangi beberapa kelemahan pada sifat fisik tanah. Dengan demikian, tanah regosol juga merupakan lahan sub-optimal karena produktivitasnya yang masih rendah, bahkan termasuk lahan marginal, akan tetapi masih dapat dikelola dan digunakan untuk usaha pertanian. Penggunaan regosol sebagai lahan pertanian dapat dilakukan, jika terlebih dahulu diperbaiki sifat fisika, kimia, dan biologinya. Sifat fisika yang menjadi penghambat adalah drainase dan porositas serta belum membentuk agregat sehingga peka terhadap erosi (Munir, 1996). Hal ini menyebabkan tingkat produktivitas tanah regosol

rendah sehingga diperlukan perbaikan secara fisika, kimia, dan biologi.

Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Nilai LS (**Tabel 5**) dihitung dari *slope* (kelerengan atau kemiringan lereng) dan akumulasi aliran. Slope dan akumulasi aliran diperoleh dari data *Digital Elevation Model* (DEM). **Tabel 5** dan **Gambar 4** menunjukkan bahwa wilayah Situbondo didominasi oleh nilai kelas LS dari 0 sampai 3 (seluas 106.672,86 ha atau 64,02%). Wilayah Situbondo memiliki potensi erosi yang tergolong rendah pada sebagian besar wilayah (≥87%).

Tabel 5. Klasifikasi LS.

No	Klasifikasi LS	Luas (Ha)	Luas (%)
1	0 - 3	106.672,86	64,02
2	3 - 8	23.045,40	13,83
3	8 - 15	17.286,48	10,37
4	15 - 30	13.107,69	7,87
5	> 30	6.508,98	3,91
Total		166.621,41	100,00



Gambar 4. Peta panjang dan kemiringan lereng.

Menurut Belasri & Lakhouili (2016) salah satu penyebab utama terjadinya erosi adalah topografi, terutama ketika kemiringan lereng melebihi sudut kritis. Semakin panjang lereng dan semakin curam kemiringan lereng akan semakin besar erosi yang terjadi (Ganasri & Ramesh, 2016). Maka upaya konservasi perlu diperhatikan pada wilayah seluas ± 12% dimana nilai LS >= 15%.

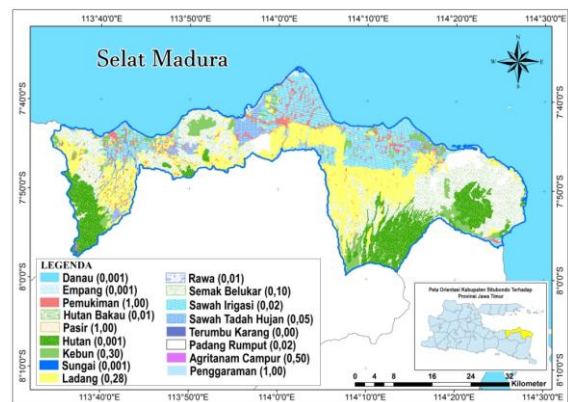
Pengelolaan Tanaman dan Tindakan Konservasi (CP)

Nilai faktor CP ditentukan berdasarkan penggunaan lahan dan tindakan konservasi pada setiap jenis penggunaan lahan. **Tabel 6** menampilkan jenis penggunaan lahan dan nilai faktor referensi yang ada. Pada **Tabel 6** menunjukkan bahwa wilayah Situbondo didominasi oleh jenis penggunaan lahan semak belukar dan ladang sebesar 24,90% dan 24,75% dari luas keseluruhan. Semak belukar dan ladang tergolong lahan yang memiliki nilai CP yang tinggi. Nilai faktor CP yang tinggi mengindikasikan bahwa pada daerah tersebut memiliki sedikit vegetasi penutup

lahan dan kurangnya kegiatan konservasi. Menurut Morgan, (2005), vegetasi bertindak sebagai lapisan pelindung tanah karena komponen-komponen di atas tanah, seperti daun dan batang yang dapat mengurangi sebagian energi butiran air hujan yang jatuh. Oleh karena itu jika suatu wilayah memiliki sedikit vegetasi penutup lahan dan kurangnya kegiatan konservasi maka potensi terjadinya erosi pada wilayah tersebut besar. **Gambar 5** menampilkan peta penggunaan lahan.

Tabel 6. Penggunaan lahan dan nilai faktor CP.

No	Penggunaan Lahan	Luas (%)	Nilai CP
1	Permukiman	5,14	1,000
2	Kebun	6,00	0,300
3	Ladang	24,75	0,280
4	Sawah	15,22	0,020
5	Sawah Tadah Hujan	3,70	0,050
6	Agritanam Campur	0,05	0,500
7	Danau	0,04	0,001
8	Empang	0,79	0,001
9	Penggaraman	0,04	1,000
10	Padang Rumput	2,91	0,020
11	Mangrove	0,32	0,010
12	Hutan Rimba	15,53	0,001
13	Semak Belukar	24,90	0,100
14	Pasir	0,28	1,000
15	Rawa	0,03	0,010
16	Sungai	0,29	0,001
17	Terumbu Karang	0,00	0,000
Total		100,00	



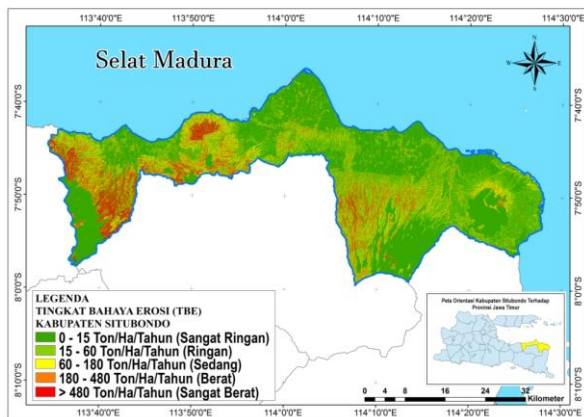
Gambar 5. Peta penggunaan lahan.

Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Faktor erosi yang telah dihasilkan yaitu R, K, LS, dan CP selanjutnya dijumlahkan untuk menghitung laju erosi (ton/ha/tahun). Peta laju erosi (TBE) yang terbentuk kemudian diklasifikasikan menjadi lima kelas erosi tanah, yaitu sangat ringan (0-15), ringan (15-60), sedang (60-180), berat (180-480), dan sangat berat (>480 ton/ha/tahun). **Tabel 7** dan **Gambar 6** menampilkan hasil perhitungan nilai laju erosi di wilayah Kabupaten Situbondo.

Tabel 7. Tingkat bahaya erosi .

No	Tingkat Bahaya Erosi (ton/ha/tahun)	Luas (ha)	Luas (%)	Kondisi
1	0 -15	108.668,61	65,60	Sangat Ringan
2	15 - 60	16.141,05	9,74	Ringan
3	60 - 180	19.055,70	11,50	Sedang
4	180 - 480	13.998,24	8,45	Berat
5	> 480	7.782,75	4,70	Sangat Berat
Total		165.646,35	100	

**Gambar 6.** Peta Tingkat Bahaya Erosi (TBE).

Tabel 7 menunjukkan bahwa wilayah Kabupaten Situbondo didominasi oleh kelas TBE antara 0-15 ton/ha/tahun dengan luas sekitar 108.668,61 ha atau 65,60% dari luas keseluruhan. Tindakan konservasi perlu dilakukan di wilayah Kabupaten Situbondo untuk mengurangi tingkat bahaya erosi dan mencegah terjadinya erosi.

KESIMPULAN

Penerapan model USLE dan GIS dilakukan untuk menghitung tingkat bahaya erosi (TBE) atau laju erosi. TBE didominasi oleh kelas sangat ringan (65,60% dari luas total), 8,45% pada kelas (berat), dan 4,70% pada kondisi sangat berat. Meskipun wilayah keseluruhan didominasi oleh kondisi TBE sangat ringan, kegiatan konservasi perlu ditingkatkan untuk mencegah dan menurunkan erosi terutama pada luasan dengan tingkat TBE berat dan sangat berat di wilayah Kabupaten Situbondo.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Hibah Keris LSO (Kelompok Riset - Lahan Sub-optimal) LP2M Universitas Jember tahun anggaran 2018. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alewell, C., Borrelli, P., Meusburger, K., & Panagos, P. (2019). Using the USLE: Chances, challenges and

limitations of soil erosion modelling. *International Soil and Water Conservation Research*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.05.004>

- Arsyad, S. (1989). *Konservasi Tanah dan Air* (2nd ed.). Bogor, Indonesia: IPB Press.
- Badan Informasi Geospasial. (2020). Indonesia Geospasial Portal. Retrieved April 5, 2020, from <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>
- Belasri, A., & Lakhouili, A. (2016). Estimation of Soil Erosion Risk Using the Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geo-Information Technology in Oued El. *Journal of Geographic Information System*, 8(February), 98–107. <https://doi.org/10.4236/jgis.2016.81010>
- BPS Situbondo. (2017). *Situbondo dalam Angka tahun 2017*. Retrieved from <https://situbondokab.bps.go.id/publication/2017/08/12/b541bc6f69c1aea85fcfffb4/kabupaten-situbondo-dalam-angka-2017.html>
- Chandramohan, T., Venkatesh, B., & Balchand, A. N. (2015). Evaluation of Three Soil Erosion Models for Small Watersheds. *Aquatic Procedia*, 4, 1227–1234. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.156>
- Devatha, C. P., Deshpande, V., & Renukprasad, M. S. (2015). Estimation of Soil loss Using USLE Model for Kulan Watershed, Chattisgarh- A Case Study. *Aquatic Procedia*, 4, 1429–1436. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.185>
- Direktorat Kehutanan dan Konservasi SDA. (2012) Analisa perubahan penggunaan lahan di ekosistem das dalam menunjang ketahanan air dan ketahanan pangan (Studi Kasus DAS Brantas). Retrieved from [file:///D:/00_Mendeley\(01\)_Jurnal/00_RefJurnal/20_Bappenas_2012.pdf](file:///D:/00_Mendeley(01)_Jurnal/00_RefJurnal/20_Bappenas_2012.pdf)
- Farhan, Y., & Nawaiseh, S. (2015). Spatial assessment of soil erosion risk using RUSLE and GIS techniques Spatial assessment of soil erosion risk using RUSLE and GIS techniques. *Environmental Earth Sciences*, (March 2016). <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4430-7>
- Ganasri, B. P., & Ramesh, H. (2016). Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*, 7(6), 953–961. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.10.007>
- Gashaw, T., Tulu, T., & Argaw, M. (2018). Erosion risk assessment for prioritization of conservation measures in Geleda watershed, Blue Nile basin, Ethiopia. *Environmental Systems Research*. Retrieved from [file:///D:/00_Mendeley\(01\)_Jurnal/Folder_USLE/01_Rusle_priorization.docx](file:///D:/00_Mendeley(01)_Jurnal/Folder_USLE/01_Rusle_priorization.docx)
- Godone, D., & Stanchi, S. (2011). *Soil Erosion Studies*. (D. Godone, Ed.). InTech. <https://doi.org/10.5772/1820>
- Gunadi, S. & Sudyastuti, T. (2005). (2005). Dinamika Ketersediaan Bahan Organik dari Residu Pupuk Pupuk Hijau Daun dan Kompos Dalam Kaitannya Dengan Fisik Tanah Pasiran di Lahan Pantai. *Jurnal Tanah Dan Lingkungan*, 6, 70–74.
- Indarto, I. (2013a). Analisis Geostatistik. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Indarto, I. (2013b). Variabilitas Spasial Hujan Harian di Jawa Timur. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(2), 107–120. Retrieved from <http://journals.itb.ac.id/index.php/jts>
- Jazouli, A. El, Barakat, A., Ghafiri, A., Moutaki, S. El, &

- Ettaqy, A. (2017). Soil erosion modeled with USLE, GIS, and remote sensing : a case study of Ikkour watershed in Middle Atlas (Morocco). *Geoscience Letters*. <https://doi.org/10.1186/s40562-017-0091-6>
- Lafren, J. M., & Flanagan, D. C. (2013). The development of U. S. soil erosion prediction and modeling. *International Soil and Water Conservation Research*, 1(2), 1–11. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2095-6339\(15\)30034-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2095-6339(15)30034-4)
- Morgan, R. P. C. (2005). *Soil Erosion and Conservation (third edition)*. Retrieved from file:///D:/00_Mendeley(01)_Jurnal/00_RefJurnal/24_Morgan_2005_Soil ErosionAndConservation.pdf
- Munir, M. (1996). (1996). *Tanah-tanah Utama Indonesia*. Jakarta, Indonesia: Dunia Pustaka Jaya.
- Novotný, I., Žižala, D., Kapička, J., Beitlerová, H., Mistr, M., Kristenová, H., & Papaj, V. (2016). Adjusting the CPmaxfactor in the Universal Soil Loss Equation (USLE): areas in need of soil erosion protection in the Czech Republic. *Journal of Maps*, 12, 58–62. <https://doi.org/10.1080/17445647.2016.1157834>
- Parveen, R., & Kumar, U. (2012). Integrated Approach of Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for Soil Loss Risk Assessment in Upper South Koel Basin, Jharkhand. *Journal of Geographical System*, 4, 588–596. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4236/jgis.2012.46061>
- Pásztor, L., Waltner, I., Centeri, C., Belenyési, M., & Takacs, K. (2016). Soil Erosion of Hungary Assessed by Spatially Explicit Modelling. *Journal of Maps*, 12, 407–414. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/17445647.2016.1233913>
- Pham, T. G., Degener, J., & Kappas, M. (2018). Integrated universal soil loss equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for soil erosion estimation in A Sap basin: Central Vietnam. *International Soil and Water Conservation Research*, 6(2), 99–110. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.01.001>
- Rao, E., Xiao, Y., Ouyang, Z., & Yu, X. (2015). National assessment of soil erosion and its spatial patterns in China. *Ecosystem Health and Sustainability*, 1(4), art13–art13. <https://doi.org/10.1890/EHS14-0011.1>
- Saiya, H. G., Dibyosaputro, S., & Santosa, S. H. B. (2016). USLE Estimation for Potential Erosion at Wae Heu Watershed and Wae Tonahitu Watershed, Ambon Island, Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*, 48(2), 191–205. <https://doi.org/https://doi.org/10.22146/ijg.17619>
- Sitorus, S. R. P., & Pravitasari, A. E. (2017). Land Degradation and Landslide in Indonesia Main Function of Land. *Sumatra Journal of Disaster, Geography and Geography Education*, 1(2), 61–71. Retrieved from file:///D:/00_Mendeley(01)_Jurnal/00_RefJurnal/SitorusNAndrea_2012.pdf
- Smith, H. J. (1999). Application of Empirical Soil Loss Models in southern Africa: a review. *South African Journal of Plant and Soil*, 16(3), 158–163. <https://doi.org/10.1080/02571862.1999.10635003>
- Sunartomo, A. F. (2011). Inventarisasi dan sebaran lahan kritis di kabupaten situbondo, 5(1), 12–22. Retrieved from file:///D:/10_Skripsi_2/00_Manual/00_JurnalAgrivita/06_Jurnal_MGI_KabSitubondo/01_RefJurnal_MIG_KabSitubondo/22_SunartomoSitubondo_2011.pdf
- Teh, S. H. (2011). *Soil erosion modeling using RUSLE and GIS on Cameron Highlands, Mlaysia for hydropower development*. RES | The School for Renewable Energy Science. Retrieved from https://www.engr.colostate.edu/~pierre/ce_old/Projects/linkfiles/Thesis Soo Huey Teh.pdf
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning*. U.S. Department of Agriculture Handbook No. 537 (Agricultur.).

Halaman ini sengaja kami kosongkan