

**IDENTIFIKASI DAN ESTIMASI KERUSAKAN TANAH DENGAN METODE
BERBASIS OBIA CITRA SATELIT SENTINEL-2B DAN PEMBOBOTAN LERENG
GUNUNG RAUNG**

*Identification and Estimation of Soil Damage Using the Sentinel-2B Satellite Image OBIA
Method and Weighting the Slope of Raung Mountain*

Basuki^{1,*}, Bambang Hermiyanto¹, Subhan Arif Budiman¹

¹ Fakultas Pertanian Universitas Jember, Jl. Kalimantan Tegalboto No.37, Krajan Timur,
Sumpersari, Kec. Sumpersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121

Email*): basuki@unej.ac.id

ABSTRACT

Mount Raung is at the headwaters of the Bedadung Watershed. Bedadung Watershed is a river that divides Jember Regency and has an important role in the life of the Jember people, one of which is as a source of agricultural water. Land use on the slopes of Mount Raung is for forests, plantations, rice fields, and dry fields. In 25 years, the land cover area on the western slopes of Mount Raung decreased by 34.74% (forest), 35.07% (plantations), and 54.17% (rainfed rice fields). Actions quickly and accurately in improving soil and land conditions so that soil damage can be repaired, with the first step of mapping the area of potential land damage status. The aim of the study was to identify and estimate soil damage using the OBIA-based method for Sentinel-2B satellite imagery and the weighting of the slopes of Mount Raung. The research method uses a descriptive exploratory approach by combining the Sentinel-2B satellite imagery-based object-based image analysis (OBIA) method and weighting. The stages of analysis in the OBIA method go through three stages, including atmospheric correction, segmentation, and classification. Statistical analysis using analysis of variance, regression, and correlation. The results of the analysis of potential soil damage in the Kesambi sub-watershed based on OBIA analysis and weighting show that the potential for soil damage in the study area is divided into three categories: very low (16.61%) (1,122.99 hectares), low (63.94%) (4323.14 hectares), and moderate (19.45 %; 1315.17 hectares). The parameters that affect the speed of soil damage are relief/slope and land use, with a moderate correlation value (0.421-0.601).

Keywords: soil damage; Sentinel-2B; OBIA; weighting; Raung slope

ABSTRAK

Gunung Raung merupakan hulu DAS Bedadung. DAS Bedadung merupakan sungai yang membelah Kabupaten Jember dan memiliki peran penting dalam kehidupan masyarakat Jember salah satunya sebagai sumber air pertanian. Penggunaan lahan di lereng Gunung Raung digunakan untuk hutan, perkebunan, sawah, dan tegalan. Luas tutupan lahan di lereng Gunung Raung sebelah barat selama 25 tahun menurun sebesar 34,74% (hutan), 35,07% (perkebunan),

54,17% (sawah tadah hujan). Tindakan secara cepat dan akurat dalam memperbaiki kondisi tanah dan lahan yang sesuai kaidah konservasi, sehingga kerusakan tanah dapat diperbaiki dengan langkah pertama memetakan wilayah potensi status kerusakan tanah. Tujuan penelitian Mengidentifikasi dan mengestimasi Kerusakan Tanah Menggunakan Metode Berbasis OBIA Citra Satelit Sentinel-2B dengan pembobotan Lereng Gunung Raung. Metode penelitian menggunakan metode diskriptif eksplorasi dengan mengabungkan metode Berbasis Object-Based Image Analysis (OBIA) Citra Satelit Sentinel-2B dan pembobotan. Tahapan analisis dalam metode OBIA melalui 3 tahapan meliputi koreksi atmosferik, segmentasi dan klasifikasi. Analisis statistic menggunakan analisis sidik ragam, regresi dan korelasi. Hasil analisis potensi kerusakan tanah di sub DAS Kesambi yang didasarkan pada analisis OBIA dan pembobotan bahwa potensi kerusakan tanah di wilayah penelitian dibagi menjadi tiga yaitu sangat rendah 16,61% (1.122,99 hektar), rendah 63,94% (4323,14 hektar), dan sedang 19,45% (1315,17 hektar). Parameter yang berpengaruh terhadap kecepatan kerusakan tanah yaitu relief/lereng dan penggunaan lahan dengan nilai korelasi yang sedang (0,421-0,601).

Kata kunci: kerusakan tanah; Sentinel-2B; OBIA; pembobotan; lereng Raung

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lahan tersusun atas faktor biotik dan abiotik. Faktor abiotik yang dominan penyusun lahan salah satunya tanah (Pertami et al., 2022). Tanah bagian dari parameter lahan yang memiliki peran penting dalam menyokong ketersediaan air, biota tanah, dan tanaman yang tumbuh di atasnya (Basuki, 2020). Tanah terbentuk dari pengaruh proses lima faktor pembentuk tanah dan menyebabkan perbedaan karakteristik baik fisik, kimia dan biologi tanah yang akhirnya menyebabkan jenis dan macam tanah berbeda (Basuki, et al., 2021). Jenis dan macam tanah yang berkolaborasi dengan parameter lahan lainnya seperti kelerengan, iklim akan menentukan komoditas tanaman dan tutupan lahan di atasnya. Tutupan lahan dalam areal wilayah berpengaruh terhadap pengawetan dan tingkat konservasi tanah (Permatasari, 2017; Rosmasita et al., 2018).

Faktor pembentuk tanah topografi memegang peran penting dan Jawa Timur merupakan provinsi yang memiliki topografi beragam mulai dari dataran sampai pengunungan (Basuki & Sari, 2020). Gunung api yang aktif di Jawa Timur berjumlah 6 antara lain Raung, Ijen, Semeru, Bromo, Arjuna, Kelud, dan 4 di antaranya berada di wilayah tapalkuda. Gunung Raung

merupakan Gunung api yang terletak di 3 administrasi Kabupaten Banyuwangi, Jember, dan Bondowoso. Lereng gunung Raung memiliki topografi sebagian besar bergbukit-bergunung dan salah satu bagian sumber air Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedadung. DAS Bedadung merupakan sungai yang membelah Kabupaten Jember dan memiliki peran penting dalam kehidupan masyarakat Jember salah satunya sebagai sumber air pertanian. Penggunaan lahan di lereng Gunung Raung digunakan untuk hutan, perkebunan, sawah, dan tegalan. Luas tutupan lahan di lereng Gunung Raung sebelah barat selama 25 tahun menurun sebesar 34,74% (hutan), menurun 35,07% (perkebunan), menurun 54,17% (sawah tadah hujan) (Basuki, et al., 2021).

Penurunan luas tutupan lahan dan alih fungsi lahan menyebabkan penurunan status kemampuan lahan dalam mendukung produktifitas, kemampuan lahan dalam menyimpan air, kemampuan lahan dalam mengurangi laju erosi dan *run-off* serta degradasi kesuburan tanah (K. Wibisono, 2021). Akibat yang ditimbulkan dari penurunan tutupan lahan dan alih fungsi lahan di bagian lereng Gunung Raung saat musim penghujan dalam beberapa tahun terakhir (tahun 2019-2022) sebagian wilayah Jember bagian hilir terjadi banjir di beberapa kecamatan seperti Kaliwates,

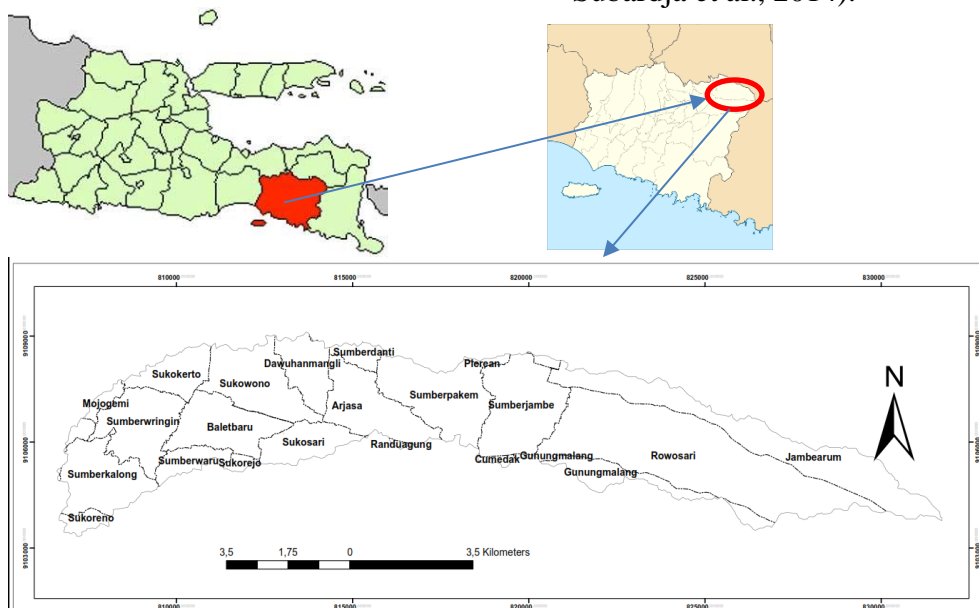
Rambipuji, Patrang, Sumpersari, Kalisat, Pakusari, dan Jelbuk (Bakhtiar, 2022). Saat musim kemarau terjadi gagal panen karena tidak ada air seperti di Kecamatan Panti, Sukorambi, Patrang, Rambipuji, Arjasa, dan Jelbuk (Kurniawan et al., 2019). Kondisi ini menunjukkan bahwa terjadi indikasi kerusakan tanah bagian lereng Gunung Raung sebelah barat sebagai bagian hulu DAS Bedadung. Berdasarkan alasan tersebut sangat urgen dilakukan tindakan secara cepat dan akurat dalam memperbaiki kondisi tanah dan lahan sehingga kerusakan tanah dapat diperbaiki dengan langkah pertama memetakan wilayah potensi status kerusakan tanah. Identifikasi secara langsung melalui terjun ke lapang tanpa pemanfaatan teknologi citra satelit dan metode yang tidak tepat dapat memberikan informasi yang tidak menyeluruh, didukung dengan topografi lahan Kabupaten Jember yang beragam menyebabkan orientasi medan sulit dilakukan. Kabupaten Jember memiliki luas wilayah 3.293,34 km² dengan 32% wilayah memiliki topografi curam (kemiringan >40°) (Basuki et al., 2022). Tujuan penelitian ini mengidentifikasi dan mengestimasi kerusakan tanah menggunakan metode berbasis obia citra

satelit sentinel-2B dengan pembobotan Lereng Gunung Raung.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian terkait dengan kerusakan tanah menggunakan metode OBIA dan pembobotan lereng Gunung Raung dilaksanakan pada bulan Juli - September Tahun 2022. Lokasi penelitian dilaksanakan di sub DAS Kesambi lereng Gunung Raung sebelah barat yang membentang mulai dari Kecamatan Sumberjambe, Kecamatan Sukowono, dan Kecamatan Kalisat, serta di laboratorium program studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Jember. Luas wilayah penelitian 6.765,2 hektar pada posisi 113.78167°-114.033350°BT, 8.048313°-8.176556 °LS (Gambar 1). Susunan horison pada jenis tanah ini akan terbentuk horison lapak bajak (Bd) (Jimoh et al., 2020). Lapisan tapak bajak terbentuk karena tanah terdestruksi karena pengaruh pengolahan tanah melalui pembajakan dan penganangan yang terus-menerus. Partikel tanah akan mengendap di kedalaman 30 cm dari permukaan susunannya berdasarkan berat jenis dan memadas (IUSS Working Group WRB, 2014; Kautsar, 2017; D. Subardja et al., 2014).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan untuk mendukung kegiatan penelitian ini meliputi peta penggunaan lahan hasil olahan komposit citra sentinel-2B dengan band yang di download dari situs laman <https://scihub.copernicus.eu/>, peta topografi yang diolah dari data DEM yang diperoleh dari website <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>, data

curah hujan diperoleh dari data stasiun iklim lokasi penelitian, data jenis tanah diperoleh dari pengamatan lapang, sampel tanah, dan bahan kimia untuk analisis parameter tanah. Alat yang digunakan untuk mendukung kegiatan penelitian diantaranya software quantum gis, software snap, dan alat pengamatan lapang serta alat analisis laboratorium.

Metode

Metode penelitian menggunakan metode diskriptif eksplorasi melalui pendekatan survai lapang (Basuki 2020). Metode tersebut dilakukan dengan menggabungkan metode Berbasis *Object-Based Image Analysis* (OBIA) Citra Satelit Sentinel-2B dan pembobotan. Tahapan analisis dalam metode OBIA melalui 3 tahapan meliputi koreksi atmosferik, segmentasi dan klasifikasi (Phiri & Morgenroth, 2017). Koreksi atmosferik berfungsi menghilangkan objek lain dengan menghilangkan objek pengganggu analisis seperti uap air, debu, dan awan (Septiyan et al., 2019). Pada kegiatan ini menggunakan metode *Dark Object Substraction* (DOS) seperti penelitian sebelumnya karena mudah dan efisien (Phiri & Morgenroth, 2017). Segmentasi Objek yang digunakan menggunakan algoritma matematika *region growing* dan algoritma klasifikasi.

Klasifikasi digunakan dengan analisis *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang akan memisahkan wilayah dalam bentuk warna yang mengindikasikan terdapat vegetasi, lahan kosong, pemukiman, sawah, tegalan, dan badan air (Chen et al., 2021). Klasifikasi citra yang digunakan klasifikasi SVM adalah klasifikasi terbimbing non parametrik yang banyak digunakan untuk membedakan kelas dalam citra. Klasifikasi SVM yang digunakan untuk klasifikasi OBIA (Rosmasita et al., 2018). Pembobotan merupakan metode pemberian nilai atau harkat terhadap polygon hasil fenomena tertentu dalam analisis spasial (Palupi, 2015; Supriyadi, Sri Hartati, 2019). Adapun nilai skoring dari masing-masing parameter parameter jenis tanah, curah hujan, kelerengan, penggunaan lahan ditampilkan pada Tabel 1, 2, dan 3. Analisis statistik menggunakan analisis sidik ragam, regresi dan korelasi (Al Mukmin et al., 2016)

Tabel 1. Nilai skor parameter jenis tanah dan lereng

Jenis Tanah	Skor pembobotan	lereng (%)	Skor pembobotan
Vertisol	2	1-8	3
Oxisol	4	9-15	6
Alfisol, Mollisol, Ultisol	6	16-25	9
Inceptisol, Entisol, Histosol	8	26-40	12
Spodosol, Andisol	10	>40	15

Sumber: (Hikmat et al., 2009; Syamsul & Syahrul, 2021)

Tabel 2. Nilai skor parameter penggunaan lahan dan curah hujan

Penggunaan Lahan	Skor pembobotan	Curah Hujan (mm)	Skor pembobotan
Hutan alam, sawah, alang-alang murni subur	2	<1000	3
Kebun campuran, semak belukar, padang rumput	4	1000-2000	6
Hutan produksi, perladangan	6	2000-3000	9
Tegalan	8	3000-4000	12
Tanah terbuka	10	>4000	15

Sumber: (Hikmat et al., 2009; Syamsul & Syahrul, 2021)

Tabel 3. Pembobotan Potensi Kerusakan Tanah

Potensi Kerusakan Tanah	Jumlah Skor Pembobotan
Sangat rendah	<15
Rendah	15-24
Sedang	25-34
Tinggi	35-44
Sangat tinggi	45-50

Sumber: (Hikmat et al., 2009; Syamsul & Syahrul, 2021)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan Lahan

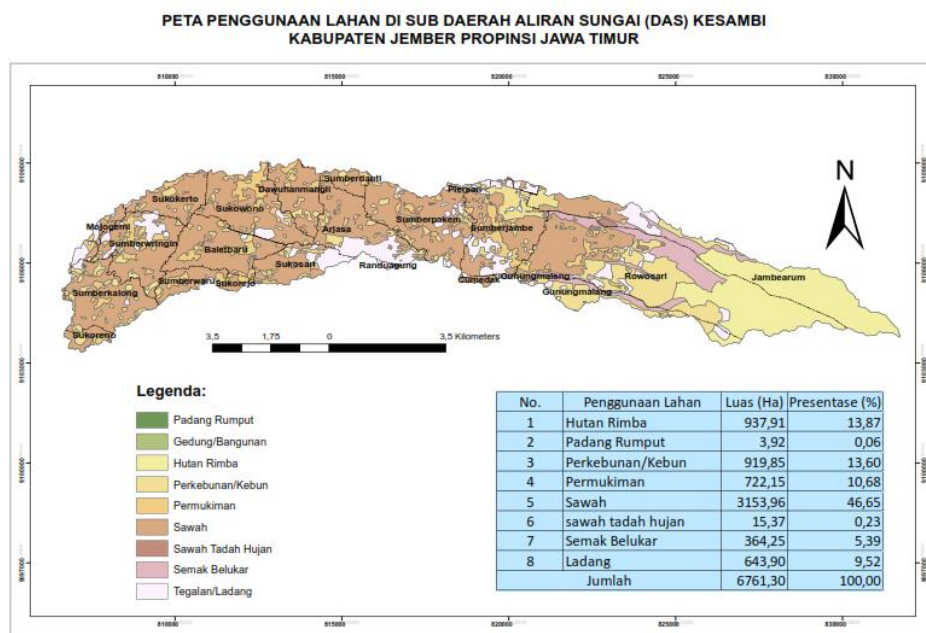
Analisis OBIA dengan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) membagi penggunaan lahan di sub DAS Kesambi terbagi atas 8 penggunaan lahan antara lain hutan rimba, padang rumput, perkebunan, pemukiman, sawah, sawah tadah hujan, semak belukar, dan ladang. Penggunaan lahan dengan luas yang dominan di sub DAS Kesambi diperuntukkan untuk lahan sawah dengan luas 3.169,33 hektar atau 46,88% dari luas total 6.761,30 hektar. penggunaan lahan untuk tanah sawah tersebut terbagi atas penggunaan lahan untuk sawah irigasi teknis dengan luas 3.153,96 hektar (46,65%), dan sawah tadah hujan luas 15,37 hektar (0,23%) (Tabel 4). Sawah irigasi teknis dengan sumber air berasal dari Gunung Raung dengan mengalir melalui anak sungai denditrik hulu sub DAS Kesambi (Zaennudin et al., 2012). Komoditas tanaman yang dibudidayakan di lahan sawah irigasi teknis sebagian besar tanaman padi, dan tanaman hortikultura seperti tanaman cabai, tomat (Sarwani, 2013; Basuki et al., 2015; Suryana, 2016; Sukarman et al., 2020).

Tabel 4. Penggunaan lahan sub DAS Kesambi lereng Gunung Raung

No .	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	Presentase (%)
1	Hutan Rimba	937,91	13,87
2	Padang Rumput	3,92	0,06
3	Perkebunan/ Kebun	919,85	13,60

No .	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	Presentase (%)
4	Permukiman	722,15	10,68
5	Sawah	3153,96	46,65
6	sawah tadah hujan	15,37	0,23
7	Semak Belukar	364,25	5,39
8	Ladang	643,90	9,52
	Jumlah	6761,30	100,00

Penggunaan lahan untuk lahan perkebunan dan hutan rimba menempati jumlah presentase ke 2 di sub DAS Kesambi lereng Gunung Raung. Luas penggunaan lahan untuk hutan rimba atau hutan alami luas dengan luas 937,91 hektar (13,87%), dan penggunaan lahan untuk perkebunan/kebun luas 919,85 hektar (13,60%) (Tabel 4). Lereng Gunung Raung bagian dari deretan lahan vulkanik Ijen dengan memiliki karakteristik tanah dan lingkungan sesuai untuk budidaya komoditas tanaman perkebunan (Basuki, et al., 2021). Tanaman perkebunan yang di tanam di lereng Gunung Raung seperti kopi rosusta, coklat, karet (Sukarman et al., 2020). Penggunaan lahan lokasi penelitian selanjutnya digunakan untuk pemukiman seluas 722,15 hektar (10,68%), ladang/tegalan luas 643,90 hektar (9,52%), semak belukar luas 364,25 hektar (5,39%), dan padang rumput luas 3,92 hektar (0,06%). Sebaran penggunaan lahan hutan alam/rimba, semak belukar, perkebunan berada di lereng atas Gunung Raung, sedangkan untuk sawah dan tegalan/ladang tersebar di lereng tengah dan bawah Gunung Raung (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Penggunaan lahan di sub DAS Kesambi Kabupaten Jember Provinsi Jawa Timur
Keterangan: Penggunaan lahan sub DAS Kesambi terbagi atas 8 penggunaan lahan (hutan rimba, padang rumput, perkebunan/kebun, permukiman, sawah, sawah tadah hujan, semak belukar dan ladang

Tabel 5. Presentase potensi kerusakan tanah berdasarkan penggunaan lahan

No.	Penggunaan Lahan	Score	Luas (Ha)	Presentase (%)
1	Hutan alam, sawah	2	4107,23	68,01
2	Semak belukar, padang rumput	4	368,17	6,10
3	Perkebunan	6	919,85	15,23
4	Tegalan /Ladang	8	643,90	10,66
Total			6039,15	100,00

Potensi kerusakan tanah yang didasarkan pada penggunaan lahan dengan score 2 untuk hutan alam dan sawah memiliki presentase 68,01%. Penggunaan lahan untuk hutan berada di lereng atas Gunung Raung dan memiliki korelasi positif terhadap relief, dan jenis tanah dengan tingkat keamatan >0,850. Penggunaan lahan untuk lahan hutan relief berbukit dan bergunung dengan presentase lereng > 40% (Mahubessy, 2014; Prasetyo et al., 2018). Semak belukar dan padang rumput memiliki score 4 dalam mendukung potensi kerusan tanah dengan luas 368,17 hektar (5,10%). Penggunaan lahan perkebunan dan tegalan memiliki potensi dalam mendukung kerusakan tanah di lokasi penelitian dengan luas areal di lokasi penelitian secara berturut-turut 919,85 hektar (15,23%), dan 643,90 hektar (10,66%).

Topografi Lahan

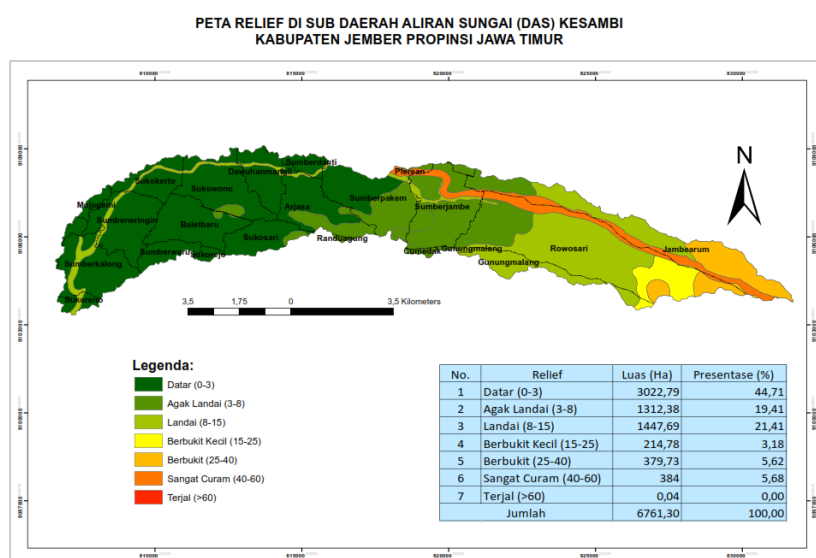
Tabel 6 menunjukkan kondisi relief/topografi di sub DAS Kesambi lereng Gunung Raung hasil analisis DEM yang memiliki 7 kategori topografi lahan. Topografi lahan di sub DAS Kesambi sebagian besar dalam kondisi datar dengan presentase 0-3%. Luas topografi lahan dengan kategori datar mencakup luasan yang lebar dengan tersebar dilokasi penelitian 44,71% (3022,79 hektar). Topografi lahan datar berada di lereng lereng sampai peterngahan lereng Gunung Raung (Gambar 3). Potensi kerusakan tanah dengan topografi datar lebih rendah karena daya grafitasi dan infiltrasi air ke dalam tanah lebih besar dibandingkan limpasan/runoff (Sitepu et al., 2017; Syamsul & Syahrul, 2021). Topografi dengan

presentase luasan tertinggi setelah datar yaitu relief landai presentase kemiringan lereng 8-15%. Topografi permukaan tanah landai mampu mendukung hilangnya tanah permukaan terikut air (Wibisono et al., 2020). Potensi mendukung kerusakan tanah hampir 30% bilamana tanah tidak termulsa

atau terlindungi. Mulsa yang baik pada relief landai dalam mengurangi air limpasan dan *runoff* dengan tanaman penutup yang dibawahnya terdapat seresah sebagai bahan penghambat aliran air permukaan (Permatasari, 2017; Sirait et al., 2020; Yekti et al., 2013).

Tabel 6. Relief/ topografi sub Das Kesambi lereng Gunung Raung

No.	Relief/ Topografi	Luas (Ha)	Presentase (%)
1	Datar (0-3)	3022,79	44,71
2	Agak Landai (3-8)	1312,38	19,41
3	Landai (8-15)	1447,69	21,41
4	Berbukit Kecil (15-25)	214,78	3,18
5	Berbukit (25-40)	379,73	5,62
6	Sangat Curam (40-60)	384	5,68
7	Terjal (>60)	0,04	0,00
Jumlah		6761,30	100,00



Gambar 3. Relief/ topografi sub Das Kesambi lereng barat Gunung Raung

Keterangan: Relief sub DAS Kesambi terbagi atas 8 relief yaitu datar, agak landau, landau, berbukit kecil, berbukit, sangat curam, dan terjal

Score potensi kerusakan tanah berdasarkan relief/topografi dengan nilai 3 di lokasi penelitian memiliki presentase 64,12% yang mewakili luas 4335,17 hektar. Score nilai 3 mewakili datar dan agak landai dengan presentase relief 0-8%. Score potensi kerusakan tanah dengan nilai 6 mewakili topografi landau dengan presentase lereng 8-15% luas areal di wilayah penelitian 1447,69 hektar (21,41%). Sisa areal di lokasi penelitian dengan luas

14,48% masuk dalam potensi kerusakan tanah dengan nilai score 9-15, dengan rincian score 9 relief berbukit kecil luas 214,78 hektar, score 12 relief berbukit luas 379,73 hektar dan score sangat mendukung potensi kerusakan tanah dengan relief sangat curam luas 383,94 hektar. topografi memiliki korelasi yang positif dan kuat terhadap kehilangan tanah dengan nilai korelasi sebesar 0,93 (Pujiharti, 2017; Wibisono et al., 2020)

Tabel 7. Presentase potensi kerusakan tanah berdasarkan relief/topografi

No.	Relief/ topografi	Score	Luas (Ha)	Presentase (%)
1	Datar (0-3%), agak landai (3-8%)	3	4335,17	64,12
2	Landai (8-15%)	6	1447,69	21,41
3	Berbukit kecil (15-25%)	9	214,78	3,18
4	Berbukit (25-40%)	12	379,73	5,62
5	Sangat curam (40-60%), Terjal (>60%)	15	383,94	5,68
Total			6761,30	100,00

Jenis Tanah

Jenis tanah di sub DAS Kesambi terbagi atas tiga jenis tanah berdasarkan klasifikasi Taksonomi Tanah UDSA diantaranya andisol, inceptisol, dan entisol. Tiga jenis tanah terbagi atas 8 kategori subgrup tanah (Tabel 8). Tanah andisol dilokasi penelitian terdapat tiga subgrup *Typic Udivitrands*, *Typic Hapludands*, dan *Lithic Udivitrands*. *Typic Udivitrands* merupakan tanah *andisol* yang memiliki horison A dan C (Ferdeanty et al., 2020; Hartati et al., 2012; Staff, 2015; D. S. Subardja et al., 2014). Kedalaman horison A kurang lebih 25 cm dari permukaan tanah dan dibawahnya langsung horison C (Gambar 4.). Letak jenis tanah *Typic Udivitrands* di sub DAS Kesambi berada di

hulu dengan luas 379,73 hektar (5,62%). Jenis tanah kedua yang ada di sub DAS Kesambi entisol dengan subgroup *Lithic Udipsammments*. *Lithic Udipsammments* merupakan tanah baru dengan didominasi oleh fraksi tekstur kasar terbentuk diwilayah dengan curah hujan lebih dari 90 hari berturut-turut (Jimoh et al., 2020). Tanah ini terbentuk dengan kedalaman tanah yang dangkal dan kurang dari 15 cm dari permukaan tanah. luas areal wilayah dengan jenis tanah subgroup *Lithic Udipsammments* melingkupi luasan 383,88 hektar (5,68%). Lokasi jenis tanah *Lithic Udipsammments* berada di perbukitan dengan kelerengan yang curam sehingga tanah lebih dangkal (Gambar 5).

Tabel 8. Jenis Tanah sub DAS Kesambi lereng Gunung Raung

No.	Jenis Tanah	Luas (Ha)	Presentase (%)
1	<i>Typic Udivitrands</i>	379,73	5,62
2	<i>Typic Hapludands</i>	0,01	0,00
3	<i>Vitrandid Eutrudepts</i>	214,78	3,18
4	<i>Typic Epiaquepts</i>	3022,79	44,71
5	<i>Typic Eutrudepts</i>	1535,36	22,71
6	<i>Arenic Eutrudepts</i>	1224,70	18,11
7	<i>Lithic Udipsammments</i>	383,88	5,68
8	<i>Lithic Udivitrands</i>	0,04	0,00
Jumlah		6761,30	100,00

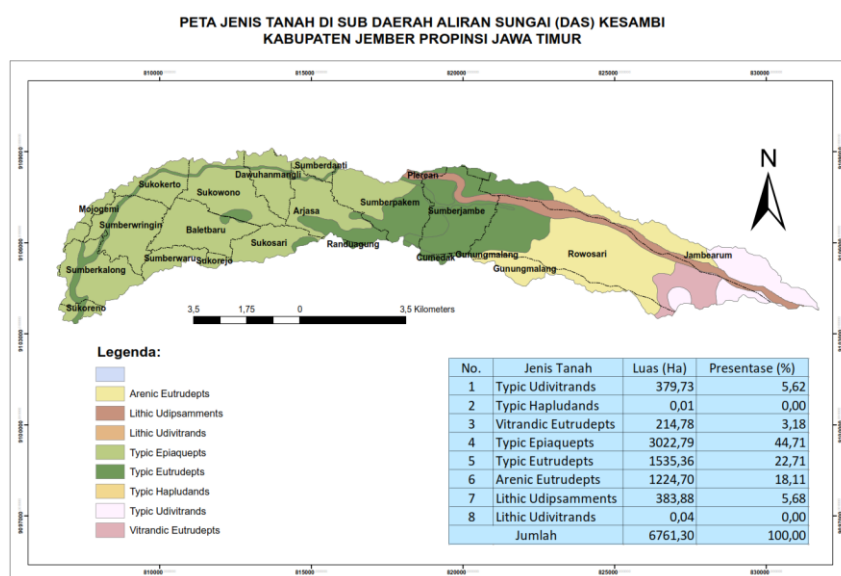


Gambar 4. Profil *Typic Udivitrands* sub Das Kesambi lereng barat Gunung Raung

Inceptisol merupakan jenis tanah yang berada di sub DAS Kesambi dan memiliki luasan yang dominan 5997,63 hektar (88,71%). Inceptisol dilokasi ini terbagi atas empat subgroup diantaranya *Vitrandid Eutrudepts*, *Typic Eutrudepts*, *Typic Epiaquepts*, dan *Arenic Eutrudepts*. *Vitrandid Eutrudepts* merupakan tanah inceptisol yang kaya akan kation basa yang memiliki fraksi tekstur halus mengandung

gelas vulkan dan memiliki kejenuhan basa < 60% dalam kedalaman 25-75 cm dari permukaan tanah (Azuka et al., 2015; Dengiz et al., 2012; Jimoh et al., 2020; Rajamuddin & Sanusi, 2014; Staff, 2015). Subgrup tanah *Vitrandid Eutrudepts* di sub DAS Kesambi mencakup 3,18% (214,78 hektar). Subgrup Inceptisol kedua *Typic Epiaquepts* yang sebagian besar tanah jenuh air dan digunakan sebagai budidaya padi tergenang mencakup luasan 3022,79 hektar

(44,71 %). *Typic Epiaquepts* memiliki susunan horison tanah yang sudah berubah dari jenis tanah asli. *Typic Eutrudepts* merupakan subgroup tanah dari inceptisol yang terbentuk di wilayah dengan curah hujan 90 hari berturut-turut yang memiliki solum tanah yang dangkal dan secara kimiawi memiliki tingkat kesuburan yang rendah (Jimoh et al., 2020). Sebaran *Typic Eutrudepts* di lokasi penelitian 1.535,36 hektar atau 22,71 %.



Gambar 5. Sebaran Jenis Tanah sub DAS Kesambi lereng barat Gunung Raung
Keterangan: Jenis Tanah di sub DAS Kesambi tingkat ordo andisol, inceptisol, entisol

Potensi kerusakan tanah yang didasarkan pada jenis tanah di sub DAS Kesambi menunjukkan bahwa sebagian besar lokasi penelitian dalam kategori tinggi. Jenis tanah yang terdapat di sub DAS Kesambi terbagi atas tiga jenis tanah dan dari tiga jenis tanah tersebut masuk dalam dua kategori score yaitu score 8 dan 10 (Tabel 9). Jenis tanah inceptisol dan entisol dengan luasan total 6381,51 hektar masuk dalam score 8 sehingga melingkupi 94,38% dari wilayah sub DAS Kesambi. Tanah ketiga yaitu andisol dan memiliki score dalam mendukung kerusakan tanah 10. Luasan tanah andisol di sub DAS Kesambi 5,62% atau 379,78 hektar. Tanah entisol,

inceptisol dan andisol merupakan tanah yang terbentuk dari bahan vulkanik (Andreas & Putra, 2018; Baskan et al., 2016; Fauzi et al., 2004). Ketiga tanah memiliki sifat tekstur tanah dengan fraksi liat yang rendah. Tanah dengan sebagian besar fraksi pasir dan debu dalam menyimpan dan menahan air rendah sehingga bila air dalam kondisi jenuh mampu membawa material koloid tanah berpindah/ translokasi ke tempat yang lebih rendah. Kondisi tersebut menyebabkan jenis tanah andisol, inceptisol, dan entisol yang berada di kemiringan diatas 15% mudah tererosi/ longsor.

Tabel 9. Presentase potensi kerusakan tanah berdasarkan jenis tanah

No.	Relief/ topografi	Score	Luas (Ha)	Presentase (%)
1	Inceptisol, Entisol	8	6381,51	94,38
2	Andisol	10	379,78	5,62
Total			6761,30	100,00

Iklm

Parameter iklim sebagai dasar dalam mengidentifikasi potensi kerusakan tanah yaitu curah hujan (Siahaan et al., 2020; Sitepu et al., 2017; Syamsul & Syahrul, 2021; Wibisono et al., 2020). Pengambilan data curah hujan dibagi menjadi tiga tempat sub DAS Kesambi hulu, tengah, dan hilir. Curah hujan rata-rata di sub DAS Kesambi 1949 mm/tahun. Curah hujan di sub DAS Kesambi bagian hulu diambil dengan posisi koordinat 11,005837 BT - 8,093260 LS, dari 7 tahun (2015-2021) rata-rata curah hujan 1901 mm/tahun. Curah hujan tertinggi pada bulan Januari rata-rata 320 mm dan curah

hujan terendah pada bulan Agustus dengan nilai 12 mm/bulan. Curah hujan di bagian tengah Sub DAS Kesambi diambil di lokasi dengan koordinat 133,982775 BT -8,099171 LS rata-rata pert tahun 1928 mm, dan di hilir sub DAS Kesambi rata-rata 2018 mm/tahun. Curah hujan dengan nilai diatas 200 mm/bulan di sub DAS Kesambi Hulu November-Maret. Bulan Januari merupakan titik puncak dari curah hujan di sub DAS Kesambi Curah hujan diatas 200 mm/bulan mampu mempercepat kerusakan tanah dengan menghanyutkan material tanah bersama air *runoff* dan air perkolasi.

Tabel 10. Curah hujan tahun 2015-2021 di sub DAS Kesambi

Koordinat 114,005837 BT		-8,093260 LS												
Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jumlah	
2015	299	258	291	201	92	34	0	6	0	10	98	223	1514	
2016	232	396	240	124	170	191	106	26	99	195	263	332	2374	
2017	312	228	223	152	145	148	8	9	18	99	357	331	2030	
2018	531	363	273	75	40	48	3	15	23	9	217	173	1769	
2019	346	250	357	211	38	13	15	12	17	25	43	111	1440	
2020	219	405	294	176	169	8	1	13	9	132	391	256	2073	
2021	302	273	187	163	9	284	12	1	53	46	511	262	2104	
Rata-rata	320	311	267	158	95	104	21	12	31	74	269	241	1901	
Koordinat 113,982775 BT		-8,088171 LS												
Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jumlah	
2015	303	264	299	204	95	34	0	6	0	11	103	227	1545	
2016	236	400	248	132	181	189	110	27	104	203	276	333	2440	
2017	319	235	232	158	150	148	7	10	22	103	366	337	2086	
2018	534	366	275	79	40	48	2	15	23	8	223	183	1796	
2019	354	253	358	218	46	13	19	10	15	29	50	123	1489	
2020	213	371	299	184	165	8	2	10	9	129	406	251	2045	
2021	301	273	187	164	9	279	12	1	53	46	511	261	2096	
Rata-rata	323	309	271	163	98	103	22	11	32	76	276	245	1928	
Koordinat 113,878778 BT		-8,067763 LS												
Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jumlah	
2015	312	282	323	208	106	27	0	3	0	10	114	240	1625	
2016	243	408	265	156	208	180	120	26	115	230	308	345	2604	
2017	341	251	254	175	160	144	5	11	31	117	380	351	2220	
2018	536	374	277	83	34	45	1	14	25	5	224	214	1832	
2019	378	256	356	241	63	13	26	6	10	38	68	155	1609	
2020	200	345	331	228	182	11	2	11	12	217	372	261	2170	
2021	294	271	184	167	9	257	12	1	54	48	508	260	2065	
Rata-rata	329	312	285	180	109	97	24	10	35	95	282	261	2018	

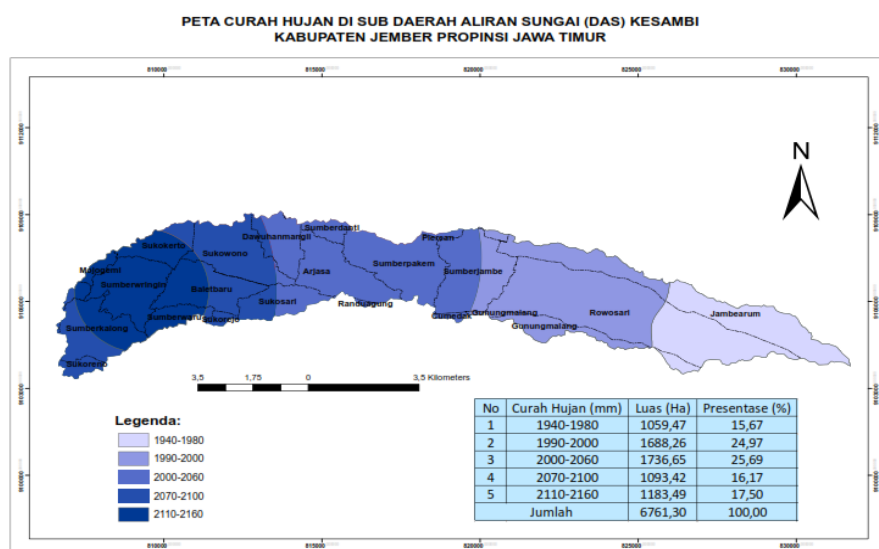
Keterangan: Curah hujan diambil Tahun 2015-2021 di tiga stasiun iklim

Hasil analisis spasial interpolasi curah hujan berdasarkan data curah hujan tahun 2015-2021 di sub DAS Kesambi didapatkan sebaran curah hujan

sebagaimana pada Gambar 6. Hasil analisis interpolasi didapatkan lima range curah hujan dengan range 1940-1980 mm/tahun, 1990-2000 mm/tahun, 2000-2060

mm/tahun, 2070-2100 mm/tahun, 2110-2160 mm/tahun. Curah hujan dengan range 1940-1980 mm/tahun tersebar di sub DAS Kesambi dengan luas 1059,47 hektar (15,57%) yang terletak di puncak sub DAS. Curah hujan 1990-2000 mm/tahun dan 2000-2060 mm/tahun tersebar di lokasi

penelitian secara berturut-turut 1688,26 hektar (24,97%) dan 1736,65 hektar (25,69%). Luas dengan curah hujan diatas 2060 mm/tahun – 2110-2160 mm/tahun 33,67% yang tersebar di hilir sub DAS Kesambi



Gambar 6. Sebaran Curah Hujan sub Das Kesambi lereng barat Gunung Raung
Keterangan: peta curah hujan di sub DAS Kesambi terbagi atas lima rentang yaitu 1940-1980 mm/tahun, 1990-2000 mm/tahun, 2000-2060 mm/tahun, 2070-2100 mm/tahun, dan 2110-2160 mm/tahun

Potensi kerusakan tanah di sub DAS Kesambi yang disebabkan oleh curah hujan dalam score rendah dalam kisaran nilai 3 dan 6 (Tabel 11). Curah hujan dengan nilai 1000-2000 mm/tahun yang memiliki score 3 di wilayah penelitian luas tersebar 2.747,73 hektar (40,64%). Luas lahan 4013,56 hektar

(49,36%) memiliki score 6 dalam mendukung potensi kerusakan tanah. Curah hujan dilokasi penelitian masih dalam kategori baik sehingga memiliki score yang rendah dalam mendukung kerusakan tanah di sub DAS Kesambi.

Tabel 11. Presentase potensi kerusakan tanah berdasarkan Curah Hujan

No.	Curah Hujan	Score	Luas (Ha)	Presentase (%)
1	1000-2000	3	2747,73	40,64
2	2000-3000	6	4013,56	59,36
Total			6761,30	100,00

Keterangan: Potensi kerusakan tanah yang didasarkan pada curah hujan terbagi atas 2 kategori dengan score 3 dan 6.

Potensi Kerusakan Tanah

Hasil analisis potensi kerusakan tanah sub DAS Kesambi lereng Gunung Raung yang didasarkan pada parameter penggunaan lahan hasil analisis citra satelit sentinel-2B berbasis OBIA yang di kombinasikan dengan parameter curah

hujan, relief, dan jenis tanah di tampilan pada Tabel 12. Potensi kerusakan tanah di Tabel 12, menunjukkan bahwa 16,61% wilayah dengan luas 1.122,99 hektar kondisi lahan masih terjaga dan potensi kerusakan tanah masih kecil dengan nilai total score hasil analisis 13, dan 14. Total nilai tersebut

< 15 sehingga masuk dalam kategori potensi kerusakan tanah sangat rendah (Putra & Edwin, 2018; Qurrahman et al., 2016; Syamsul & Syahrul, 2021). Lokasi dengan potensi kerusakan tanah sub DAS Kesambi

berada di Desa Dawuhan mangli, Desa Sumberdanti, sebagian Desa Arjasa, sebagian Sesa Sukosari, sebagian Desa Sumberjambe, dan sebagian Desa Rowosari (Gambar 7).

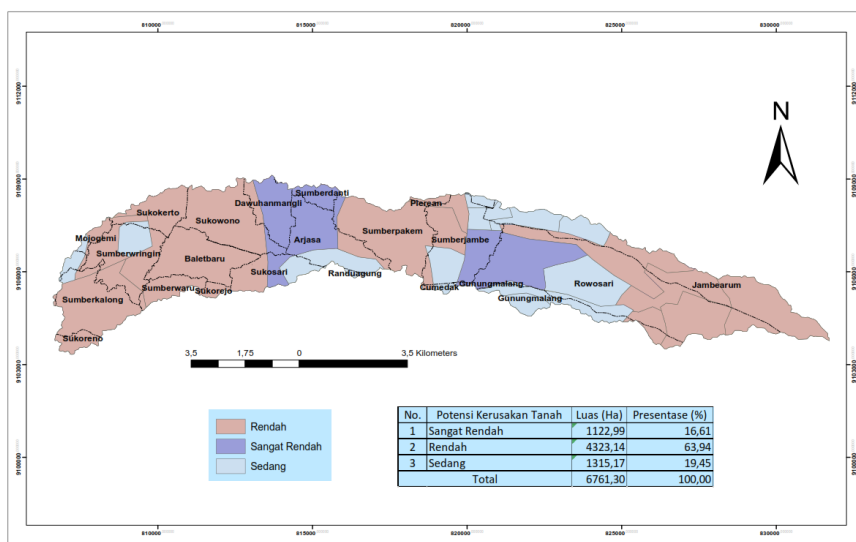
Tabel 12. Total score potensi kerusakan tanah di sub DAS Kesambi Lereng Gunung Raung

No.	Potensi Kerusakan Tanah	Total Score	Luas (Ha)	Presentase (%)
1	Sangat Rendah	<15	1122,99	16,61
2	Rendah	15-24	4323,14	63,94
3	Sedang	25-34	1315,17	19,45
Total			6761,30	100,00

Potensi kerusakan tanah dalam kategori rendah di sub DAS Kesambi dengan luas 4323,14 hektar atau 63,94%. Nilai total score potensi kerusakan tanah di sub DAS Kesambi antara 15-24 dengan nilai hasil penjumlahan analisis score parameter kerusakan tanah berkisar 19, dan 24. Nilai kerusakan tanah dengan kategori rendah tersebar hampir disebagian wilayah sub DAS Kesambi. Wilayah sub DAS Kesambi

yang memiliki kategori potensi kerusakan tanah diantaranya Desa Sukoreno, Desa Sumberkalong, Desa Sumberwaru, Desa Baletbaru, Desa Sukorejo, Desa Sukowono, Desa Sukokerto, sebagian Desa Sumberwringin, sebagian Desa Sukosari, sebagian Desa Randuagung, Desa Sumberpakem, sebagian Desa Sumberjambe, sebagian Desa Rowosari, sebagian Desa Jambearum (Gambar 7).

PETA POTENSI KERUSAKAN TANAH DI SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) KESAMBI KABUPATEN JEMBER PROPINSI JAWA TIMUR



Gambar 7. Potensi Kerusakan Tanah Sub DAS Kesambi lereng barat Gunung Raung

Potensi kerusakan tanah di sub DAS Kesambi lereng Gunung Raung yang didasarkan pada empat parameter meliputi lereng/relief, curah hujan, jenis tanah, dan penggunaan lahan dianalisis uji sidik ragam, korelasi yang hasilnya menunjukkan pengaruh yang nyata. Potensi kerusakan

tanah di sub DAS Kesambi dari empat parameter terdapat dua parameter yang sangat berpengaruh dalam mempercepat kerusakan tanah yaitu relief/lereng dan penggunaan lahan dengan nilai P-value < 0,01. Setiap perubahan yang terjadi pada kondisi relief/ lereng dan penggunaan lahan

akan langsung berpengaruh terhadap potensi kerusakan tanah. Relief/lereng berpengaruh terhadap kecepatan kerusakan tanah dengan korelasi positif dan dalam kategori sedang (0,601). Lereng yang curam mampu mempercepat jatuhnya tanah melalui erosi dan longsor yang didukung dengan daya tarik gravitasi bumi. Parameter kedua yang mempercepat potensi kerusakan tanah di sub DAS Kesambi yaitu penggunaan lahan dengan nilai korelasi positif dan dalam kategori sedang (0,421). Kehilangan tanah dapat dipercepat dan diperlambat dipengaruhi oleh jenis penggunaan lahan, lahan dengan vegetasi yang rapat akan menghambat airan permukaan yang membawa koloid tanah dan mempercepat infiltrasi air di dalam tanah dibanding lahan yang terbuka. Analisis regresi menunjukkan bahwa luas potensi kerusakan tanah di sub DAS Kesambi dapat dirumuskan sebagai berikut: $Y = 1049,78 - (20,52 \times B1) + (27,43 \times B2) + (59,83 \times B3) + (43,65 \times B4)$, di mana Y = Potensi Kerusakan Tanah, $B1$ = score curah hujan, $B2$ = score jenis tanah, $B3$ = score penggunaan lahan, $B4$ = score relief/lereng.

KESIMPULAN

Hasil analisis potensi kerusakan tanah di sub DAS Kesambi yang didasarkan pada analisis OBIA dan pembobotan bahwa potensi kerusakan tanah di wilayah penelitian dibagi menjadi tiga yaitu sangat rendah 16,61% (1.122,99 hektar), rendah 63,94% (4323,14 hektar), dan sedang 19,45% (1315,17 hektar). Parameter yang berpengaruh terhadap kecepatan kerusakan tanah yaitu relief/lereng dan penggunaan lahan dengan nilai korelasi yang sedang (0,421-0,601).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Universitas Jember. Penelitian ini dapat berjalan lancar dan dapat terselesaikan tidak terlepas dari peran

Universitas Jember dalam mendukung terselesainya penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Al Mukmin, S. A., Wijaya, A., & Sukmono, A. (2016). Analisis Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Distribusi Suhu Permukaan Dan Keterkaitannya Dengan Fenomena Urban Heat Island. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 224–233.
- Andreas, A., & Putra, A. (2018). Perbandingan Karakteristik Batuan Beku Erupsi Gunung Gamalama dan Gunung Talang. *Jurnal Fisika Unand*, 7(4), 293–298. <https://doi.org/10.25077/jfu.7.4.293-298.2018>
- Azuka, C. V, Igu eacute, A. M., Dieckr uuml ger, B., & Igwe, C. A. (2015). Soil survey and soil classification of the Koupndri catchment in Benin, West Africa. *African Journal of Agricultural Research*, 10(42), 3938–3951. <https://doi.org/10.5897/ajar2015.9904>
- Bakhtiar, S. (2022). Banjir Melanda Kecamatan Panti Kabupaten Jember, Sejumlah Warga Mengungsi. *Jatimnetwork*, 2. <https://lumajang.jatimnetwork.com/nasional/pr-1802422401/banjir-melanda-kecamatan-panti-kabupaten-jember-sejumlah-warga-mengungsi>
- Baskan, O., Dengiz, O., & Gunturk, A. (2016). Effects of toposequence and land use-land cover on the spatial distribution of soil properties. *Environmental Earth Sciences*, 75(5), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5301-6>
- Basuki, B. (2020). Pemetaan Tipologi Dan Kesesuaian Varietas Tanaman Tebu Berdasarkan Karakteristik Lahan Dan Tanah Di Jatiroto Lumajang. *Buletin*

- Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 12(1), 34.
<https://doi.org/10.21082/btسم.v12n1.2020.34-44>
- Basuki, B., Mandala, M., Bowo, C., & Fitriani, V. (2022). Evaluation of the suitability of a sugarcane plant in mount argopura's volcanic land using a geographic information system. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 10(1), 145–160.
<https://doi.org/10.29303/jrpb.v10i1.315>
- Basuki, B., & Sari, V. K. (2020). Efektifitas Dolomit Dalam Mempertahankan pH Tanah Inceptisol Perkebunan Tebu Blimbing Djatiroto. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 11(2), 58.
<https://doi.org/10.21082/btسم.v11n2.2019.58-64>
- Basuki, Hermiyanto, B., & Budiman, S. A. (2021). *Evaluasi Perubahan Tutupan Lahan Das Bedadung Terutama Bagian Hulu Barat Gunung Raung, Sebagai Upaya Mitigasi Rekomendasi Penanganan Banjir Melalui Metode Komposit Citra Landsat 8*.
- Basuki, Purwanto, B. H., Sunarminto, B. H., Nuryani, S., & Utami, H. (2015). Analisis Cluster Sebaran Hara Makro dan Rekomendasi Pemupukan untuk Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* Linn .) Cluster Analysis of Macro Nutrient Distribution and Fertilization Recommendations for Sugarcane (*Saccharum officinarum* Linn .). *Ilmu Pertanian*, 18(3), 118–126.
<https://doi.org/10.22146/ipas.10614>.
- Basuki, Romadhona, S., Sari, V. K., & Erdiansyah, I. (2021). Karakteristik Iklim dan Tanah Vulkanis di Sisi Barat Gunung Api Ijen Jawa Timur Sebagai Dasar Penentu Pengelolaan Varietas Tanaman Padi (*Oriza sativa* L .) Climate Characteristics and Volcanic Soils on The West Side of Mount Ijen , East Java as The Basis. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 21(2), 108–117.
<https://doi.org/10.25181/jppt.v21i2.2050>
- Chen, L., Wang, X., Cai, X., Yang, C., & Lu, X. (2021). Seasonal variations of daytime land surface temperature and their underlying drivers over Wuhan, China. *Remote Sensing*, 13(2), 1–22.
<https://doi.org/10.3390/rs13020323>
- Dengiz, O., Saglam, M., Sarioglu, F. E., Saygin, F., & Atasoy, C. (2012). Morphological and Physico-Chemical Characteristics and Classification of Vertisol Developed on Deltaic Plain. *Open Journal of Soil Science*, 02(01), 20–27.
<https://doi.org/10.4236/ojss.2012.21004>
- Fauzi, I. A., Zauyah, S., & Stoops, G. (2004). Karakteristik Mikromorfologi Tanah-Tanah Vulkanik di Daerah Banten. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 1, 1–14.
- Ferdeanty, F., Sufardi, S., & Arabia, T. (2020). Karakteristik Morfologi dan Klasifikasi Tanah Andisol di Lahan Kering Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(4), 666–676.
<https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i4.12694>
- Hartati, S., Widijanto, H., & Fitriyanti, A. Y. (2012). Kajian Pemberian Macam Bahan Organik Terhadap Aktivitas Pengikatan Al, Fe Dan Serapan P Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata Strurt*) Pada Andisol Tawangmangu. *Sains Tanah – Jurnal Ilmu Tanah Dan Agroklimatologi* 9, 9(1), 23–38.
<http://dx.doi.org/10.15608%2Fstjssa.v>

- 9i1.237
- Hikmat, M., Bariot, Hari, W., & Eka, S. N. (2009). Pedoman Teknis Penyusunan Peta Status Kerusakan Tanah untuk Produksi Biomasa (p. 38).
- IUSS Working Group WRB. (2014). World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. In World Soil Resources Reports No. 106. <https://doi.org/10.1017/S0014479706394902>
- Jimoh, A. I., Mbaya, A. L., Akande, D., Agaku, D. T., & Haruna, S. (2020). Impact of toposequence on soil properties and classification in Zaria, Kaduna State, northern Guinea Savanna, Nigeria. *Eqa-International Journal of Environmental Quality*, 38, 48–58. <https://doi.org/10.6092/issn.2281-4485/10043>
- Kautsar, V. (2017). Pengaruh budidaya padi organik terhadap kompaksi dan transformasi lapisan tapak bajak. *Jurnal Agroteknose*, 8(2), 45–56.
- Kurniawan, A. R., Bisri, M., & Suhartanto, E. (2019). Analisis Kekeringan Pada Daerah Aliran Sungai (Das) Bedadung Berbasis Sistem Informasi Geografis (Sig). *Jurnal Teknik Pengairan*, 10(2), 97–109. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2019.010.02.03>
- Mahubessy, R. C. (2014). Tingkat Kesesuaian Lahan Bagi Tanaman Padi Berdasarkan Faktor Iklim Dan Topografi Di Kabupaten Merauke. *Agrologia*, 3(2), 125–131. <https://doi.org/10.30598/a.v3i2.253>
- Palupi, N. P. (2015). Analisis Kemasaman Tanah Dan C Organik Tanah Bervegetasi Alang Alang Akibat Pemberian Pupuk Kandang Ayam Dan Pupuk Kandang Kambing. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 8(2), 1689–1699.
- Permatasari, R. (2017). Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Rejim Hidrologi DAS (Studi Kasus: DAS Komereng). *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 24(1), 91–98. <https://doi.org/10.5614/jts.2017.24.1.11>
- Pertami, Eliyatiningasih, Salim, & Basuki. (2022). Optimasi Penggunaan Lahan Berdasarkan Kelas Kesesuaian Lahan Untuk Pengembangan Tanaman Cabai Merah Di Kabupaten Jember. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(1), 163–170.
- Phiri, D., & Morgenroth, J. (2017). Developments in Landsat land cover classification methods: A review. *Remote Sensing*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/rs9090967>
- Prasetyo, B., Irwandi, H., & Pusparini, N. (2018). Karakteristik Curah Hujan Berdasarkan Ragam Topografi Di Sumatera Utara. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 19(1), 11. <https://doi.org/10.29122/jstmc.v19i1.2787>
- Pujiharti, Y. (2017). Peluang Peningkatan Produksi Padi Pada Di Lahan Rawa Lebak Lampung. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(1), 13. <https://doi.org/10.21082/jp3.v36n1.2017.p13-20>
- Putra, M. P., & Edwin, M. (2018). Analisis Status Kerusakan Tanah Pada Lahan Kering di Kampung Jawa Dusun Kabo Jaya, Sangatta. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 6(2), 109–120. <https://doi.org/10.36084/jpt.v6i2.172>

- Qurrahman, B. F. T., Suriadikusumah, A., & Haryanto, R. (2016). Evaluasi Kriteria Kerusakan tanah untuk Produksi Biomassa pada Lahan Kering di Kabupaten Subang. *SoilREns*, 14(1), 1–5.
<https://doi.org/10.24198/soilrens.v14i1.9266>
- Rajamuddin, U. A., & Sanusi, I. (2014). Morphological Characteristics and Soil Classification of Inceptisol at Some Land System in The Jeneponto District of South Sulawesi. *Jurnal Agroland*, 21(2), 81–85.
- Rosmasita, ., Siregar, V. P., & Agus, S. B. (2018). Klasifikasi Mangrove Berbasis Objek Dan Piksel Menggunakan Citra Sentinel-2B Di Sungai Liong, Bengkalis, Provinsi Riau. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 601–615.
<https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.22182>
- Sarwani, M. (2013). Karakteristik Dan Potensi Lahan Sub Optimal Untuk Pengembangan Pertanian Di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 7(1).
<https://doi.org/10.2018/jsdl.v7i1.6429>
- Septiyan, F., Jonson, G., & Susilob, S. B. (2019). Perbandingan Klasifikasi SVM dan Decision Tree untuk Pemetaan Mangrove Berbasis Objek Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2B di Gili Sulat, Lombok Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 9(3), 746–757.
<https://doi.org/10.29244/jpsl.9.3.746-757>
- Siahaan, E. N., Susial, K. D., & Bhayunagiri, I. B. P. (2020). Pemetaan Potensi dan Status Kerusakan Tanah Lahan Pertanian Kecamatan Buleleng , Kabupaten Buleleng. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 9(4), 258–267.
- Sirait, S., Aprilia, L., & Fachruddin, F. (2020). Analisis Neraca Air dan Kebutuhan Air Tanaman Jagung (*Zea Mays* L.) Berdasarkan Fase Pertumbuhan Di Kota Tarakan. *Rona Teknik Pertanian*, 13(1), 1–12.
<https://doi.org/10.17969/rtp.v13i1.15856>
- Sitepu, F., Selintung, M., & Harianto, T. (2017). Pengaruh Intensitas Curah Hujan dan Kemiringan Lereng Terhadap Erosi Yang Berpotensi Longsor. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 21(1), 23–27.
<https://doi.org/10.25042/jpe.052017.03>
- Staff, S. S. (2015). Illustrated Duide to Soil Taxonomy, Version 2. In J.U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska.
<https://doi.org/10.2134/jae.1982.0003>
- Subardja, D., Ritung, S., Anda, M., Sukarman, Suryani, E., & Subandiono, R. E. (2014). Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Subardja, D. S., Ritung, S., Anda, M., Sukarman, Suryani, E., & Subandiono, R. E. (2014). Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional. In Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor (Vol. 22).
<http://papers.sae.org/2012-01-0706/>
- Sukarman, S., Dariah, A., & Suratman, S.

- (2020). Tanah Vulkanik Di Lahan Kering Berlereng Dan Potensinya Untuk Pertanian Di Indonesia / Volcanic Soils in Sloping Dry Land and Its Potential for Agriculture in Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 39(1), 21. <https://doi.org/10.21082/jp3.v39n1.2020.p21-34>
- Supriyadi, Sri Hartati, A. A. (2019). Kajian Pemberian Pupuk P, Pupuk Mikro Dan Pupuk Organik Terhadap Serapan P Dan Hasil Kedelai (*Glycine Max L.*) Varietas Kaba Di Inseptisol Gunung Gajah Klaten. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Suryana, S. (2016). Potensi Dan Peluang Pengembangan Usaha Tani Terpadu Berbasis Kawasan Di Lahan Rawa. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 35(2), 57. <https://doi.org/10.21082/jp3.v35n2.2016.p57-68>
- Syamsul, A. L., & Syahrul. (2021). Pemetaan Potensi Kerusakan Tanah Di Kabupaten Polewali Mandar Mapping of Potential Soil Damage in Polewali Mandar District. *Jurnal Ecosolum*, 10(2), 94–108. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v10i2.19533>
- Wibisono, K. (2021). Jurnal Geografi Monitoring Kinerja Das Bedadung Kabupaten Jember, Jawa Timur. *Jurnal Geografi*, 18(1), 52–59. <https://doi.org/10.15294/jg.v18i1.25964>
- Wibisono, R. F., Santoso, A. P. B., & Arbiwati, D. (2020). Evaluasi Status Kerusakan Tanah Untuk Produksi Biomassa Di Desa Nglegi, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunungkidul. *JURNAL TANAH DAN AIR (Soil and Water Journal)*, 17(1), 26. <https://doi.org/10.31315/jta.v17i1.3992>
- Yekti, A., Sudarsono, B., & Subiyanto, S. (2013). Analisis Perubahan Tutupan Lahan DAS Citanduy Dengan Metode Penginderaan Jauh. *Jurnal Geodesi Undip*, 2(4), 83360.
- Zaennudin, A., Wahyudin, D., Surmayadi, M., & Kusdinar, E. (2012). Prakiraan bahaya letusan Gunung Api Ijen Jawa Timur. *Jurnal Lingkungan Dan Bencana Geologi*, 3(2), 109–132.