

Identifikasi dan Edukasi Zona Tingkat Bahaya Erosi untuk Mendukung Konservasi Lahan di Desa Jedong

Ferryati Masitoh, Didik Taryana, Febbi Misbaqul Sofia, Gunawan Triyono

Masuk: 07 08 2024 / Diterima: 22 12 2024 / Dipublikasi: 31 12 2024

Abstract: Erosion is a geomorphological process that can cause land degradation. The research area is in Jedong Village, Wagir District, East Java, Indonesia. The research area is located on the eastern slope of Mount Kawi and near Malang City. The varied physical conditions of the village area require erosion identification in the research area. This study aims to identify the Erosion Hazard Zone (EH Zone), and educational efforts for the community in Jedong Village. The EH zone identification method used in the study is USLE with the variables Erodibility, Erosivity, Slope Gradient, and Land Use. The results of the EH zoning in 2015 and 2022 showed an increase in the EH zone in the Moderate to Very Severe class. The results of field observations found various types of erosion including landslides, gully erosion; sheet erosion, soil creep, riverbank erosion, splash erosion; bed erosion, and crest erosion. The results of the EH zone identification are used as educational materials for the community to ensure the land conservation sustainability in Jedong Village.

Keywords: Land Erosion; Land Conservation; Public Education

Abstrak: Erosi merupakan proses geomorfologi yang dapat menyebabkan degradasi lahan. Daerah penelitian terletak di Desa Jedong, Kecamatan Wagir, Jawa Timur Indonesia. Daerah penelitian terletak di lereng tengah bagian timur Gunung Kawi dan berada di pinggiran Kota Malang. Kondisi fisik wilayah desa yang bervariasi menyebabkan perlunya identifikasi erosi di daerah penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi Zona Tingkat Bahaya Erosi (Zona TBE), dan upaya Edukasi bagi masyarakatnya di Desa Jedong. Metode identifikasi zona TBE yang digunakan dalam penelitian adalah USLE dengan variabel Erodibilitas, Erosivitas, Kemiringan Lereng, dan Penggunaan Lahan. Hasil zonasi TBE tahun 2015 dan 2022 menunjukkan adanya peningkatan zona TBE pada kelas Sedang hingga Sangat Berat. Hasil observasi di lapangan menemukan adanya berbagai jenis erosi yang terjadi antara lain: longsor, erosi parit; erosi lembar, rayapan tanah, erosi tepian sungai, erosi percikan; erosi lapik, dan erosi mercu. Hasil identifikasi zona TBE digunakan sebagai bahan edukasi bagi masyarakat untuk memastikan keberlangsungan konservasi lahan di Desa Jedong.

Kata kunci: Erosi Lahan; Konservasi Lahan; Edukasi Masyarakat

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesha.



1. Pendahuluan

Erosi secara alamiah merupakan bagian dari proses geomorfologi yang

dapat menyebabkan degradasi lahan apabila terjadi secara berlebihan (Bernatek-Jakiel & Poesen, 2018). Selain itu, umumnya erosi disebabkan oleh angin dan air yang mengikis lapisan tanah dengan menghilangkan nutrisi pada pertumbuhan tanaman. Erosi dipengaruhi oleh kemiringan lereng,

Ferryati Masitoh^{1*}, Didik Taryana¹, Febbi Misbaqul Sofia¹, Gunawan Triyono¹

¹Universitas Negeri Malang, Indonesia

*ferryati.masitoh.fis@um.ac.id

jenis tutupan vegetasi, jenis vegetasi penutup permukaan tanah, dan penggunaan Tata Kelola konservasi (Satriawan, 2015). Erosi juga akan semakin besar dampaknya akibat adanya peningkatan perubahan alih fungsi lahan. Perhitungan erosi dibutuhkan dalam menentukan tingkat bahaya erosi (TBE) dan menentukan nilai risiko pada skala wilayah lokal, nasional, dan global (Noeraga et al., 2020).

Salah satu desa di lereng tengah sisi timur Gunungapi Kawi adalah Desa Jedong. Desa ini mengalami pertumbuhan penduduk pesat sebab terletak di kawasan pinggiran Kota Malang (BPS, 2020). Pertumbuhan penduduk dapat menyebabkan tuntutan kebutuhan lahan, sehingga terjadi ketidaksesuaian antara penggunaan lahan dengan rencana yang disesuaikan. Kondisi tersebut diakibatkan oleh alih fungsi lahan atau berkurangnya lahan vegetasi dalam pemenuhan kebutuhan penduduk yang berdampak terhadap keterbatasan ketersediaan lahan berupa permukiman (Noeraga, et al., 2020). Pengaruh vegetasi terhadap erosi adalah melindungi permukaan tanah dari timpaan keras air hujan ke permukaannya, dan dapat memperbaiki susunan tanah dengan bantuan akar-akarnya yang menyebar (Han et al., 2020).

Secara morfologi, Desa Jedong memiliki punggung lereng dengan elevasi yang lebih tinggi dibandingkan daerah sekitarnya dan tegak lurus dengan kontur elevasi. Bagian barat desa memiliki elevasi lebih tinggi dibandingkan di bagian timur desa. Elevasi yang tinggi memiliki potensi

yang tinggi pula terhadap erosi (Yadete & Amba, 2021). Bagian barat desa yang terletak di lereng tengah Gunungapi Kawi inilah yang memiliki kerentanan erosi yang lebih tinggi sehingga diperlukan model prediksinya. Selain itu, model prediksi erosi dapat digunakan dalam menduga kombinasi gerak massa yang umumnya terjadi pada lahan miring, curam, tebing sungai, serta pemotongan lahan oleh alur jalan yang diubah menjadi permukiman dapat menimbulkan hilangnya agregat-agregat pada tanah lebih cepat. Jumlah maksimum tanah yang hilang harus lebih kecil atau sama dengan jumlah tanah yang terbentuk melalui proses pembentukan tanah agar produktivitas lahan tetap lestari. Hal ini menyebabkan perlunya identifikasi zona Tingkat Bahaya Erosi (TBE) (BPS, 2020)

TBE diberikan pada tiap satuan unit lahan dengan menggunakan informasi perkiraan erosi tahunan dari metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*). USLE masih menjadi metode populer dalam pendugaan erosi yang dirancang untuk memprediksi hilangnya tanah rata-rata dalam jangka panjang pada suatu luasan lahan dengan sistem pertanian dan pengelolaan tertentu (G'ulomjonovich et al., 2021; Majhi et al., 2021). Metode USLE memungkinkan perencana melakukan pendugaan laju rata-rata erosi suatu lahan pada suatu kecuraman lereng dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam penanaman dan tindakan pengolahan atau konservasi tanah yang akan dilakukan. Pendugaan laju erosi dengan metode USLE umumnya dikombinasikan dengan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) (Majhi et al., 2021)

Kombinasi USLE dan SIG sangat memungkinkan untuk dapat membantu dalam menentukan distribusi parameter secara spasial, sebab setiap faktor dihitung melalui SIG. Pemanfaatan SIG dalam memprediksi erosi dapat memperbaiki keakuratan prediksi model dan cakupan wilayah kajian, serta menyajikan hasil secara spasial (Mazigh et al., 2022). Data yang digunakan dalam USLE adalah data spasial yang memerlukan observasi di lapangan. Observasi lapangan dilakukan melalui pengamatan, pencatatan secara sistematis, dan pendokumentasian terhadap gejala yang terjadi pada objek penelitian.

Dampak yang diakibatkan oleh erosi sangat berpengaruh terhadap keberlanjutan lahan, sehingga diperlukan identifikasi Zona TBE. Zona TBE menggambarkan kondisi sumber daya alam, rehabilitasi lahan dan konservasi lahan yang diperuntukkan untuk perencanaan sebuah wilayah, khususnya Desa Jedong. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besaran tingkat bahaya erosi di Desa Jedong menggunakan metode USLE dengan pendekatan SIG beserta validasi lapangan agar pemodelan yang dihasilkan menjadi lebih akurat. Tujuan berikutnya adalah melakukan edukasi kepada masyarakat di Desa Jedong berdasarkan hasil zonasi dan validasi lapangan. Hal ini untuk meningkatkan pemahaman zona TBE sehingga akan memudahkan dalam tindakan

rehabilitasi lahan yang tepat dan berdaya guna secara berkelanjutan.

2. Metode

Lokasi Penelitian

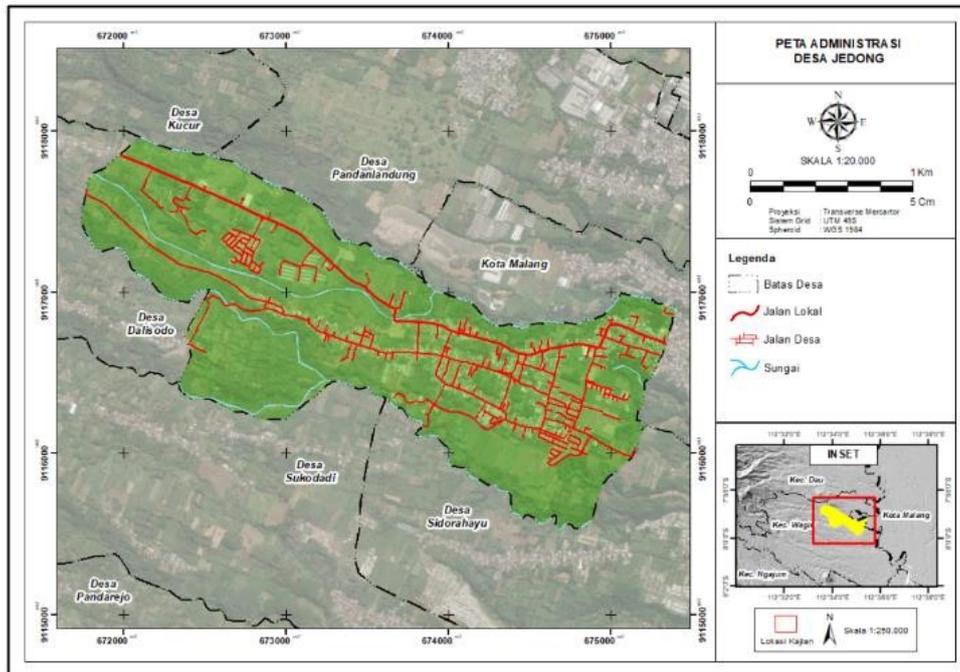
Daerah penelitian berada di Desa Jedong, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang, Jawa Timur. Lahan pertanian di Desa Jedong mencapai luas 356 hektar, yang terdiri dari 56 Ha lahan sawah, dan 297 ha Lahan Kering. Pertanian dan perkebunan yang berada di lahan miring sejatinya dapat meningkatkan fungsi tanaman dalam pengendalian erosi. Akan tetapi, jika tidak dilakukan dengan tepat, maka justru akan meningkatkan risiko erosi (Rebelo & Buckingham, 2015).

Teknik Pengumpulan Data

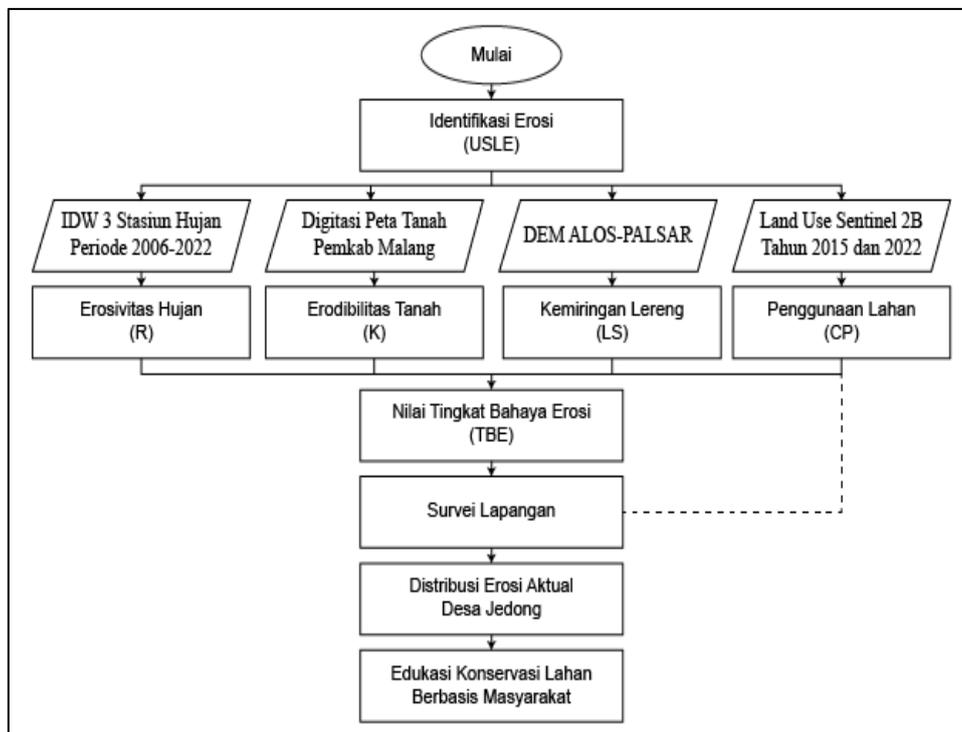
Data yang digunakan antara lain:

- 1) Peta curah hujan didapatkan dari 3 stasiun hujan: Stasiun BMKG Karangploso, Stasiun BMKG Karangates, dan Stasiun Lanad Abdurrahman Saleh Resolusi 10 meter;
- 2) Peta jenis tanah didapatkan dari peta jenis tanah Pemerintah Daerah Kabupaten Malang Resolusi 1: 100.000;
- 3) Peta lereng berasal dari hasil interpretasi dari satelit ALOS PALSAR dengan resolusi 12,5 meter yang selanjutnya menjadi data *Digital Elevation Model* (DEM);
- 4) Peta penggunaan lahan dan penutupan lahan didapatkan melalui citra satelit Sentinel 2A tahun 2015 dan Sentinel 2B tahun 2022 resolusi 10 meter.

Identifikasi dan Edukasi Zona Tingkat Bahaya Erosi untuk Mendukung Konservasi Lahan di Desa Jedong / Ferryati Masitoh, Didik Taryana, Febbi Misbaqul Sofia, Gunawan Triyono



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Desa Jedong)



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan ALOS PALSAR untuk mendapatkan informasi lereng (LS). Berdasarkan Julzarika dan Harintaka

(2019) uji ketelitian DTM ALOS PALSAR terhadap pengukuran kombinasi DGNSS-Altimeter menjelaskan bahwa ALOS PALSAR sudah dapat memenuhi toleransi NSSDA (Standar akurasi data geospasial digital Amerika). ALOS-PALSAR dapat diakses melalui laman <https://search.asf.alaska.edu/#/>.

Citra satelit lainnya yang digunakan adalah Sentinel 2A dan 2B yang digunakan untuk mendapatkan data penggunaan lahan untuk informasi CP. Proses resampling digunakan untuk menyamakan semua resolusi citra menjadi 10 meter. Selain itu, observasi lapangan diperlukan untuk melakukan validasi atau *cross check* melalui pengamatan, pencatatan, dan dokumentasi untuk memodifikasi indeks penggunaan lahan, penutupan lahan, kemiringan lereng, maupun tingkatan besaran erosi.

Citra satelit lainnya yang digunakan adalah Sentinel 2A dan 2B yang digunakan untuk mendapatkan data penggunaan lahan untuk informasi CP. Proses resampling digunakan untuk menyamakan semua resolusi citra menjadi 10 meter. Selain itu, observasi lapangan diperlukan untuk melakukan validasi atau *cross check* melalui pengamatan, pencatatan, dan dokumentasi untuk memodifikasi indeks penggunaan lahan, penutupan lahan, kemiringan lereng, maupun tingkatan besaran erosi.

Erosivitas Hujan (R)

Data hujan yang digunakan adalah hujan tahunan yang diperoleh dari kumulatif hujan harian dalam rentang waktu satu tahun pada periode 2006-2022. Perhitungan erosivitas hujan menggunakan persamaan 1,

dengan EI_{30} adalah Indeks erosivitas rata-rata per tahun (Mj.mm/tahun), dan R adalah curah hujan bulanan (mm/tahun) (Supriyono et al., 2021). R jumlah satuan indeks erosi hujan dan merupakan perkalian antara energi hujan total (E) dengan intensitas hujan maksimum 30 menit (I_{30}) tahunan, (EI_{30}) (MJ mm/ha jam tahun). Nilai R dihitung berdasarkan data setiap stasiun hujan. Data tersebut selanjutnya dilakukan interpolasi metode IDW (*Inverse Distance Weighing*) untuk mendapatkan peta indeks erosivitas hujan (R).

$$EI_{30} = 2,34R^{1,98} \dots\dots\dots (1)$$

Erodibilitas Tanah (K)

Peta jenis tanah diinterpretasi untuk menentukan nilai faktor K (Tabel 1), sehingga didapatkan peta indeks erosivitas tanah (K). Erodibilitas merupakan ukuran yang menunjukkan kerentanan tanah untuk tererosi. Nilai erodibilitas yang semakin rendah menunjukkan bahwa tanah semakin tidak mudah tererosi. (Corral-Pazos-de-Provens et al., 2023).

Tabel 1. Nilai Erodibilitas Tanah

Jenis Tanah	Nilai Faktor K
Mediterranean Coklat	0,275
Kemerahan	
Regosol Coklat	0,346
Andosol Coklat	0,278
Latosol Coklat	0,121
Grumosol Abu-abu	0,176
Hitam	

Sumber: (Corral-Pazos-de-Provens et al., 2023; Wischmeier, 1969)

Kemiringan Lereng (Nilai LS)

Data DEM didapatkan dari citra satelit ALOS PALSAR dengan resolusi 12,5 meter. Data ALOS-PALSAR memiliki keunggulan berupa

ketersediaan data sesuai tahun pengamatan. Data DEM yang didapatkan dari citra tersebut digunakan untuk mendapatkan faktor kemiringan lereng/LS (Tabel 2). Faktor L yaitu perbandingan antara besarnya erosi tanah dengan suatu panjang lereng tertentu, dan S yaitu perbandingan antara besarnya erosi yang terjadi dari suatu bidang tanah dengan kecuraman tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah (Kaffas et al., 2021).

Tabel 2. Faktor Lereng/LS

Lereng (%)	Topografi	Nilai LS
0-9	Datar	0,25
9-15	Landai	1,20
16-25	Agak Curam	4,25
26-45	Curam	9,5
>45	Sangat Curam	12

Sumber: (Injilina et al., 2020; Kaffas et al., 2021; Majhi et al., 2021)

Penggunaan Lahan (CP)

Peta penggunaan lahan didapatkan melalui interpretasi citra satelit Sentinel 2A tahun 2015 dan Sentinel 2B. Metode *supervised classification* dengan pendekatan *maximum likelihood*, sehingga didapatkan hasil yang lebih baik. Peta penggunaan lahan digunakan sebagai dasar membuat Peta Pengelolaan Lahan (CP). Peta CP merupakan kombinasi dari faktor pengelolaan tanaman (C) dan tindakan konservasi tanah (P). Nilai CP merupakan faktor yang dapat dikendalikan untuk mencegah terjadinya erosi. Nilai CP ditentukan berdasarkan kriteria (Tabel 3).

Nilai CP merupakan nilai kombinasi dari faktor C dan P. Nilai C yaitu perbandingan antara besarnya

erosi dari suatu bidang tanah dengan vegetasi penutup dan pengelolaan tanaman tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah yang identik tanpa tanaman. Nilai P yaitu perbandingan antara besarnya erosi dari tanah yang diberikan tindakan konservasi khusus (seperti penanaman menggunakan cara stripping atau teras bangku) terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah searah lereng dalam keadaan yang identik.

Tabel 3. Pengelolaan Lahan

Pengelolaan Lahan	Nilai CP
Hutan	0,001
Kebun	0,3
Ladang	0,28
Sawah Tadah Hujan	0,05
Permukiman	1
Semak Belukar	0,1
Sungai	0,0001
Lahan Kosong	0,02

Sumber: (Andriyani et al., 2019)

Zona Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Tingkat bahaya erosi merupakan perkiraan kehilangan tanah maksimum dengan perbandingan tebal solum tanahnya pada setiap unit lahan apabila teknik pengelolaan tanaman dan konservasi tanah tidak mengalami perubahan (Raco et al., 2022). Jumlah maksimum tanah yang hilang harus lebih kecil atau sama dengan jumlah tanah yang terbentuk melalui proses pembentukan tanah agar produktivitas lahan tetap lestari (Kamarati & Azwari, 2023). Tingkat bahaya erosi diberikan pada tiap satuan unit lahan dengan menggunakan informasi perkiraan erosi tahunan dari metode USLE. Perhitungan laju erosi lahan metode USLE menggunakan persamaan 2.

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot CP \dots\dots\dots (2)$$

Pada persamaan 2, nilai A adalah banyaknya tanah yang tererosi dalam (ton/ha/tahun); R adalah faktor curah hujan dan aliran permukaan atau erosivitas tanah, K merupakan faktor erodibilitas tanah, L adalah faktor panjang lereng, S adalah faktor kecuraman lereng, C merupakan faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman, dan P merupakan faktor tindakan-tindakan khusus konservasi tanah (Corral-Pazos-de-Provens et al., 2023; Kaffas et al., 2021).

Data yang telah dikumpulkan dan diolah akan memberikan informasi mengenai Zona TBE di Desa Jedong. Analisis data dilakukan secara deskriptif analitik berdasarkan variabel-variabel yang digunakan. Hasil analisis kemudian digunakan sebagai bahan dalam edukasi zona TBE bagi masyarakat.

Edukasi Zona TBE Bagi Masyarakat

Sektor pertanian mendominasi di di Desa Jedong. Beberapa bagian lahan di Desa Jedong digunakan sebagai lahan hutan dan kebun campur. Program Edukasi untuk masyarakat menjadi hal yang sangat penting. Edukasi merupakan salah satu bentuk program kerja sama antara masyarakat, dan pihak lain misalnya akademisi, lembaga swadaya, dan pemerintah. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa banyak program di desa-desa yang tidak sesuai dengan kebutuhan dan kondisi masyarakat dan lingkungannya (Masitoh et al., 2022; Muhtarom, 2016). Edukasi terhadap masyarakat merupakan salah satu

bentuk pendampingan terhadap masyarakat desa (Reviandani, 2020). Edukasi terhadap masyarakat akan meningkatkan wawasan, membantu menyelesaikan permasalahan desa, sekaligus meningkatkan kolaborasi antar anggota masyarakat (Masitoh et al., 2022).

3. Hasil dan Pembahasan Zona Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Gambar 2 menunjukkan sebaran spasial nilai erosivitas hujan (R) hasil interpolasi IDW untuk wilayah Desa Jedong. Hasil perhitungan dari persamaan 2 menunjukkan nilai erosivitas sebesar 970,34 mm/bulan dan 1.014,279 mm/bulan di tahun 2015 serta 959,53 mm/bulan dan 991,04 mm/bulan di tahun 2022. Semakin tinggi nilai erosivitas hujan, maka kemampuan air hujan untuk menghancurkan agregat tanah semakin kuat (Tarigan & Mardiatno, 2012). Nilai R pada Tahun 2015 lebih tinggi dibandingkan dengan nilai R pada Tahun 2022. Perubahan nilai R sebagai faktor hujan, dapat terjadi karena dinamika iklim, misalnya perubahan iklim (Schreiner-McGraw & Ajami, 2022).

Curah hujan merupakan faktor iklim yang paling berpengaruh terhadap terjadinya erosi. Air hujan yang menjadi limpasan permukaan adalah unsur utama penyebab terjadinya erosi (Mazigh et al., 2022). Butiran air hujan yang jatuh ke bumi akan menyebabkan pengikisan terhadap tanah yang dilaluinya sehingga mengakibatkan terjadinya erosi pada kemiringan lereng tertentu (Bhat et al., 2019).

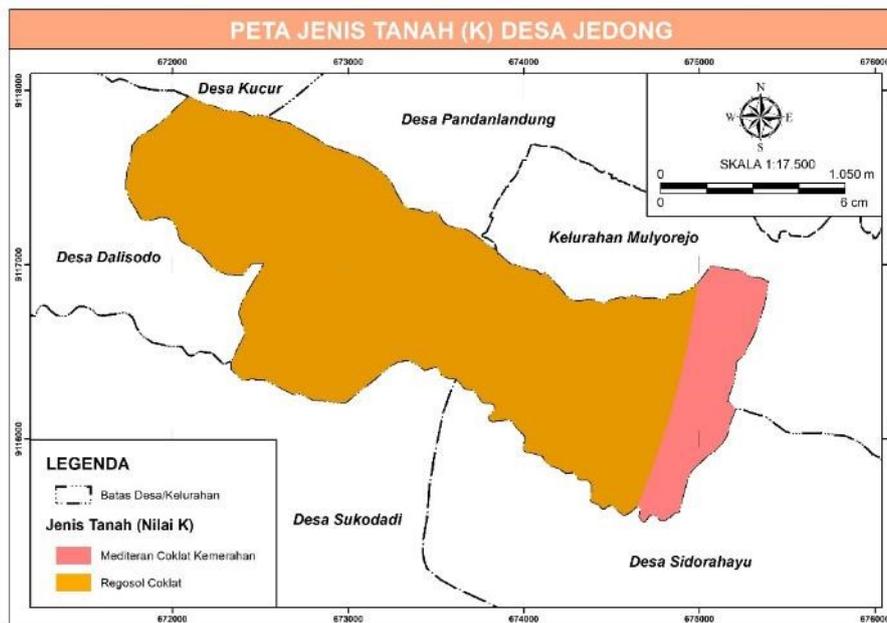


Gambar 3. Erosivitas Hujan (R) Desa Jedong

Faktor erodibilitas tanah (K) menggambarkan kemampuan tanah untuk menahan erosi berdasarkan karakteristik fisik tanah, seperti struktur tanah, tekstur, kandungan bahan organik, permeabilitas, dan sifat-sifat tanah yang melekat lain, seperti kohesi dan distribusi ukuran partikel. Selain itu, faktor erodibilitas tanah (K) dipengaruhi oleh faktor topografi, kemiringan lereng dan gangguan oleh aktivitas manusia. (Corral-Pazos-de-Provens et al., 2023).

Penelitian erosi sebelumnya oleh Taslim, et al (2019) di Provinsi Jawa Timur menyebutkan bahwa nilai K atau faktor erodibilitas tanah dari tanah mediteran coklat sebesar 0,275 (tinggi) sedangkan tanah regosol coklat sebesar 0,346 (sangat tinggi). Jenis tanah di Desa Jedong didominasi mediteran coklat kemerahan dan regosol coklat. Tanah mediteran merupakan hasil pelapukan batuan kapur dan batuan

sedimen (Taslim et al., 2019). Jenis tanah Mediteran Coklat Kemerahan di Desa Jedong memiliki luas 45,29 Ha, dengan nilai K sebesar 0,275 dalam kategori Tinggi. Jenis tanah Regosol Coklat memiliki luas 331,266 Ha, dengan nilai K sebesar 0,376 dalam kategori Sangat Tinggi. Apabila suatu tanah mengalami erosi yang berat, terdapat pada lereng curam dan panjang, serta intensitas curah hujan yang tinggi maka tanah tersebut berkemungkinan memiliki erodibilitas rendah. Begitu pula sebaliknya, apabila suatu tanah mengalami erosi yang ringan atau tidak mengalami erosi sama sekali, terdapat pada lereng yang landai atau datar, serta intensitas curah hujan yang rendah maka tanah tersebut berkemungkinan memiliki erodibilitas tinggi (Corral-Pazos-de-Provens et al., 2023; Muhana et al., 2024).



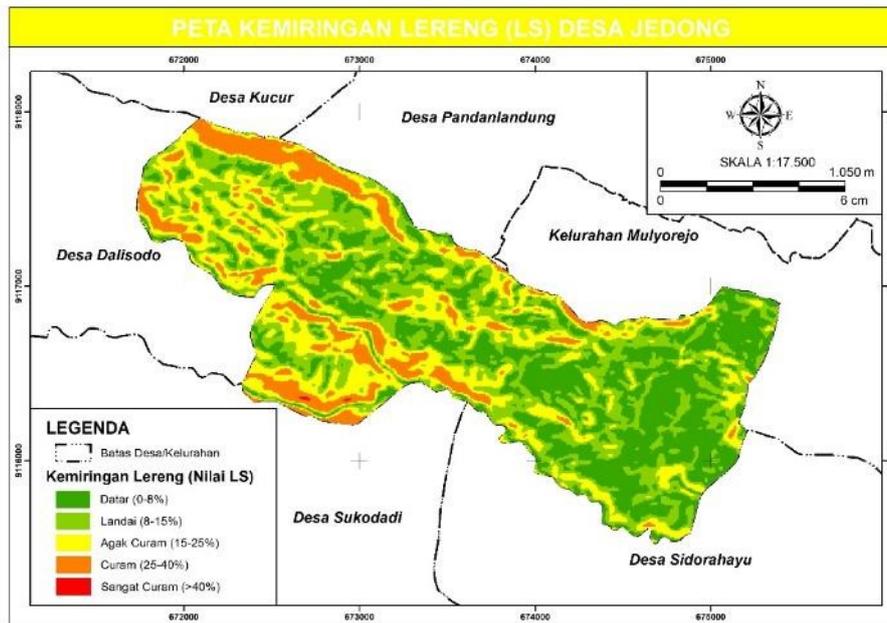
Gambar 4. Erodibilitas Tanah (K) Desa Jedong

Kemiringan lereng (LS) menunjukkan karakter suatu daerah dalam pertimbangan arahan penggunaan lahan. Kemiringan lereng merupakan salah satu unsur topografi yang berpengaruh terhadap erosi. Kemiringan lereng memberikan dampak terhadap laju aliran permukaan yang membawa lapisan tanah beserta unsur hara dari satu tempat ke tempat yang lebih rendah (He et al., 2023). Tingkat kemiringan lereng akan mempengaruhi laju kecepatan aliran permukaan. Hal tersebut memperkecil kesempatan air yang meresap ke dalam tanah dan akan memperbesar aliran permukaan yang berakibat pada erosi tanah (Morbidelli et al., 2018).

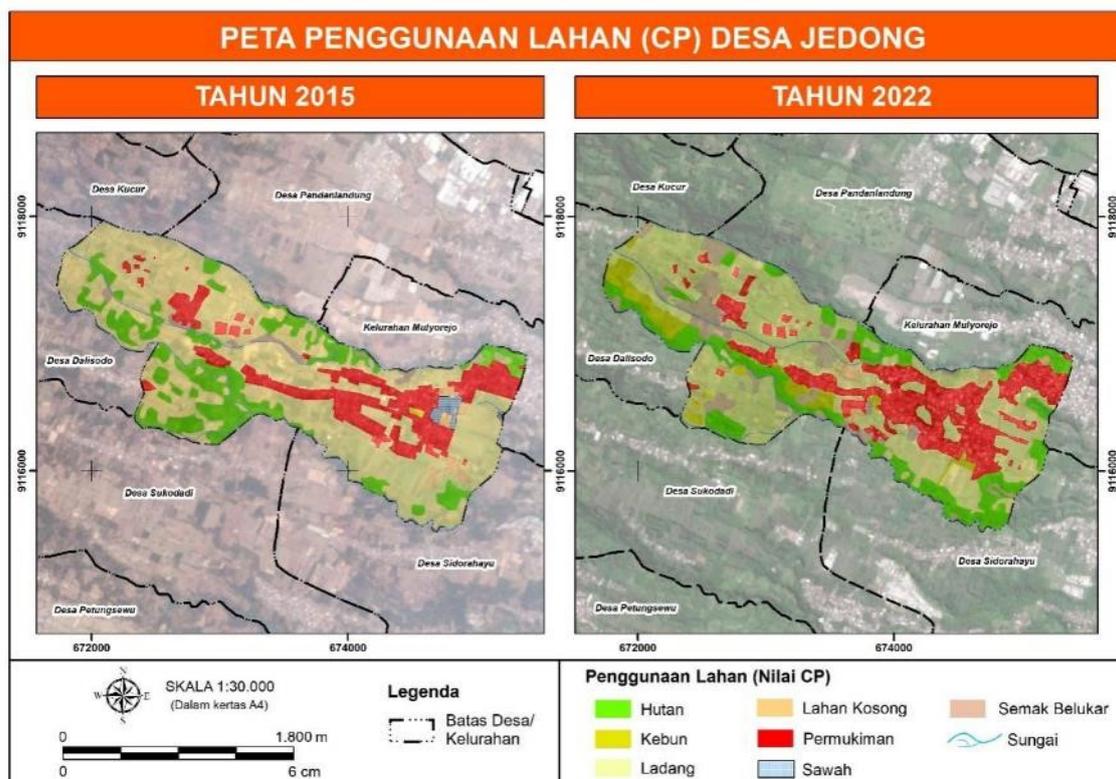
Parameter kelerengan terdiri atas sudut lereng dan energi lereng. Sudut lereng merupakan sudut yang terbentuk terhadap bidang horizontal, sedangkan energi lereng adalah besarnya energi potensial yang

dipengaruhi oleh topografi di wilayah tersebut. Apabila tekuk lereng semakin besar, maka koefisien aliran dan daya angkut akan meningkat, kestabilan tanah dan lereng akan menurun, erosi percik akan meningkat dan perpindahan material tanah lebih besar. Hal inilah yang menjadi faktor pemicu terjadinya erosi (He et al., 2023).

Gambar 4 menunjukkan data kemiringan lereng di Desa Jedong. Desa Jedong memiliki lereng dengan kemiringan 0-8% (datar) memiliki luas 115,87 Ha (30,78%), 8-15% (landai) seluas 121,40 Ha (32,25%), 16-25% (agak curam) seluas 96,39 Ha (25,61%), 26-45% (curam) seluas 42,54 Ha (11,30%), dan kemiringan lereng > 45% (sangat curam mempunyai luas sebesar 0,21 Ha (0,06%). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa daerah yang miring, cenderung lebih mudah tererosi (Kaffas et al., 2021; Majhi et al., 2021).



Gambar 5. Kemiringan Lereng (LS) Desa Jedong



Gambar 6. Peta Penggunaan Lahan 2015 dan 2022

Penggunaan lahan merupakan segala campur tangan manusia, baik secara permanen maupun temporal terhadap sumber daya alam dan sumber daya buatan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia . Data penggunaan lahan Desa Jedong tahun 2015 dan 2022 diperoleh melalui Peta

Wilayah Indonesia Geospasial milik Badan Informasi Geospasial (BIG). Kemudian, melakukan deliniasi dibantu dengan citra Sentinel 2A tahun 2015 dan Sentinel 2B tahun 2022. Gambar 6 menunjukkan Peta Penggunaan Lahan di Desa Jedong pada tahun 2015 dan 2022.

Tabel 4. Jenis Penggunaan Lahan Desa Jedong

Penggunaan Lahan	Tahun 2015		Tahun 2022	
	Luas (Ha)	Luas (%)	Luas (Ha)	Luas (%)
Hutan	66,57	17,68	61,52	16,34
Kebun	0,58	0,15	20,38	5,41
Ladang	222,32	59,05	161,36	42,86
Lahan Kosong	6,13	1,63	7,55	2,01
Permukiman	62,66	16,64	81,67	21,69
Semak Belukar	4,72	1,25	34,55	9,18
Sungai	9,74	2,59	9,47	2,52
Sawah Tadah Hujan	3,78	1	0	0
Total	376,5	100	376,5	100

Faktor pengelolaan tanaman (C) dan tindakan konservasi tanah (P) merupakan faktor yang dapat dikendalikan untuk mencegah terjadinya erosi. Pengelolaan tanaman dapat dilakukan dengan mempertahankan vegetasi yang ada atau dengan melakukan reboisasi pada area yang gundul akibat dari penebangan pohon secara liar, longsor, pembukaan lahan dan faktor-faktor lainnya (Kamarati & Azwari, 2023; Rahayu et al., 2021). Faktor pengelolaan tanaman (C) menunjukkan pengaruh vegetasi, kondisi permukaan tanah, dan pengelolaan lahan terhadap besarnya erosi berdasarkan. Fakor P dikenal dengan tindakan konservasi pada suatu wilayah atau penggunaan lahan. Sama halnya indeks penutupan lahan, indeks konservasi tanah (nilai P) juga ditetapkan berdasar panduan

Kementerian Kehutanan (2009). Semakin rendah nilai P, maka tingkat bahaya erosi juga semakin rendah. Faktor tindakan konservasi tanah (P) adalah perbandingan besarnya erosi tanah dengan suatu tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah menurut arah lereng Kedua faktor tersebut memiliki ketertarikan satu sama lain terhadap erosi.

Berdasarkan pengolahan citra Sentinel 2 dapat diketahui bahwa terdapat 8 tipe penggunaan lahan di Desa Jedong, antara lain hutan, lahan kosong, kebun, ladang, permukiman, semak belukar, sungai, dan sawah tadah hujan. Tabel 3 menunjukkan luas penggunaan lahan berdasarkan hasil pengolahan klasifikasi citra Sentinel 2A tahun 2015. Hasilnya menunjukkan bahwa pada tahun 2015 penggunaan

lahan yang dominan di Desa Jedong adalah ladang, hutan, dan permukiman. Sedangkan pada tabel 4 menunjukkan luas penggunaan lahan berdasarkan hasil pengolahan klasifikasi citra Sentinel 2B tahun 2022. Hasilnya menunjukkan bahwa pada tahun 2022, penggunaan lahan yang dominan di Desa Jedong adalah hutan, ladang, dan permukiman. Ketiga tipe penggunaan lahan tersebut mendominasi Desa Jedong namun luas penggunaan lahannya mengalami perubahan.

Dalam kurun waktu 7 tahun yaitu dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2022 terjadi penurunan luasan lahan hutan sebesar 5,05 ha atau 1,34%. Hutan merupakan lahan yang berkembang secara alami baik berupa pepohonan rapat maupun tanaman lainnya seperti hutan bambu. Kawasan hutan di Desa Jedong termasuk hutan primer (*primary forest*), yaitu hutan yang belum dieksplorasi oleh manusia. Penurunan luas penggunaan lahan hutan diakibatkan oleh pemanfaatan hasil hutan (kayu) dan pemanfaatan lahan hutan yang telah terbuka oleh penduduk untuk bertani dan permukiman. Hal yang sama juga terjadi pada luasan lahan ladang yang mengalami penurunan sebesar 60,96 ha atau 16,19%. Penurunan luas penggunaan lahan ladang diakibatkan oleh adanya alih fungsi lahan ladang menjadi permukiman. Di Desa Jedong terjadi peningkatan luas lahan permukiman pada tahun 2015 hingga 2020 sebesar 19,01 ha atau 5,05%. BPS (2022) menunjukkan bahwa terdapat peningkatan kawasan permukiman. Lokasi desa yang dekat dengan Kota Malang semakin memicu tingginya alih fungsi lahan. Luas penggunaan lahan

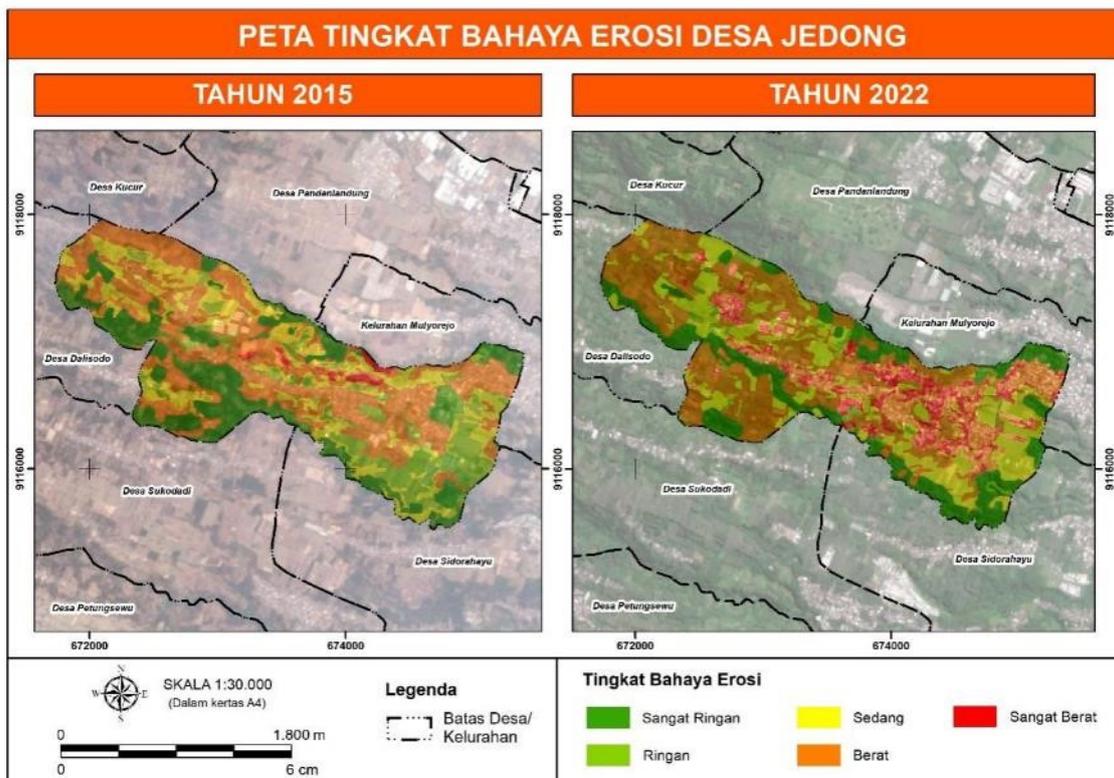
kebun juga mengalami peningkatan sebesar 19,8 ha atau 4,99% dalam periode 7 tahun. Perkebunan jeruk di Desa Jedong juga mengalami perluasan. Peningkatan luas penggunaan lahan kebun diakibatkan oleh adanya alih fungsi lahan ladang dan hutan menjadi kebun, terutama perkebunan jeruk.

Berdasarkan hasil analisis faktor pengelolaan tanaman (C) dan tindakan konservasi tanah (P) di Desa Jedong dapat dilihat bahwa nilai CP terkecil berada pada penggunaan lahan hutan. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin baik pengelolaan tanaman pada penggunaan lahan yang ada maka nilai CP akan semakin kecil. Nilai CP pada hutan primer berada pada luas 66,57 ha atau 17,68% dari Desa Jedong pada tahun 2015 dan 61,52 ha atau 16,34% dari Desa Jedong pada tahun 2022. Tanaman yang rapat pada suatu penggunaan lahan akan semakin baik dalam menghalangi butir-butir air hujan yang menyebabkan erosi percik. Nilai CP kedua terkecil adalah penggunaan lahan sawah tadah hujan. Hal ini dipengaruhi oleh penerapan teknik konservasi dan pengelolaan tanaman. Pembuatan teras bangku sangat baik dalam meminimalkan erosi pada areal sawah yang curam. Nilai CP pada sawah tadah hujan berada pada luas 3,78 ha atau 1% dari Desa Jedong pada tahun 2015. Nilai CP terbesar berada pada penggunaan lahan permukiman. Hal ini dapat diartikan bahwa pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi di lahan permukiman kurang baik dalam mengurangi laju erosi. Adanya permukiman membuat lahan menjadi tertutup sehingga minim serapan air yang akan berakibat pada

limpasan permukaan. Limpasan permukaan yang tinggi akan mengikis tanah yang tidak tertutup sehingga mengakibatkan lahan menjadi rentan akan erosi (Taslim et al., 2019). Nilai CP pada permukiman berada pada luas 62,66 ha atau 16,64% dari Desa Jedong pada tahun 2015 dan 81,67 ha atau 21,69% dari Desa Jedong pada tahun 2022.

Hasil perhitungan menggunakan metode USLE, menghasilkan tingkat bahaya erosi di Desa Jedong berada dalam lima kriteria, yaitu sangat ringan, ringan, sedang, berat, dan sangat berat (Gambar 6). Daerah yang memiliki tingkat bahaya erosi sangat ringan seluas 86,11 ha pada tahun 2015 dan seluas 66,69 ha pada tahun 2022,

daerah dengan tingkat bahaya erosi ringan seluas 48,23 ha pada tahun 2015 dan seluas 8,26 ha pada tahun 2022, daerah yang memiliki tingkat bahaya erosi sedang seluas 77,54 ha pada tahun 2015 dan seluas 84,60 ha pada tahun 2022, yang memiliki tingkat bahaya erosi berat seluas 140,76 ha pada tahun 2015 dan seluas 180,50 ha pada tahun 2022, serta daerah yang memiliki tingkat bahaya erosi sangat berat seluas 23,31 ha pada tahun 2015 dan seluas 37,39 ha pada tahun 2022. Daerah dengan tingkat erosi sedang, berat, dan sangat berat mengalami peningkatan dalam kurun waktu 7 tahun. Peningkatan nilai tingkat bahaya erosi pada suatu kawasan dipengaruhi oleh perubahan tutupan lahan.



Gambar 7. Tingkat Bahaya Erosi Tahun 2015 dan 2022

Tabel 5. Perbandingan Luasan Tingkatan Bahaya Erosi di Desa Jedong Tahun 2015 dan 2022

Kelas TBE	Tahun 2015 (Ha)	Tahun 2022 (Ha)
1	86,11	66,69
2	48,23	8,26
3	77,54	84,60
4	140,76	180,50
5	23,31	37,39

Kelas TBE di Desa Jedong bervariasi. Zona TBE yang masih dalam kelas Ringan dan Sangat Ringan, umumnya berada di bagian desa yang dekat sungai, sepanjang sungai, dan hutan-hutan yang masih di kawasan lindung mata air. Pada peta, kawasan ini ditunjukkan pada warna hijau Gambar 7.

Zona TBE Kelas Sedang, Berat dan Sangat Berat mengalami peningkatan yang lebih luas dibandingkan kelas lainnya (Tabel 5). Perubahan TBE lebih banyak terjadi di secara memanjang dari Tenggara ke Barat Laut desa. Hal ini karena secara geomorfologi, Desa Jedong terletak di punggung Gunungapi Kawi. Kawasan permukiman lebih banyak berada di di bagian punggung dan daerah yang bertopografi datar. Perubahan TBE terjadi karena adanya perubahan penggunaan lahan menjadi lahan kebun, lahan kosong, permukiman, dan semak belukar. Pembukaan perkebunan jeruk yang sedang pada masa penanaman (saat pengambilan data) teridentifikasi dalam kelas kebun. Lahan-lahan yang berada kawasan permukiman juga teridentifikasi sebagai lahan kosong sering ditanami tanaman semusim. Zona TBE Sangat Berat tersebar di daerah bagian punggung lereng, serta di daerah yang datar dengan penggunaan lahan permukiman. Perubahan lahan menjadi permukiman-permukiman baru turut memperluas Zona TBE Sangat Berat.

Lokasi Desa Jedong yang berada di pinggiran Kota Malang, berpotensi untuk semakin meluasnya kawasan permukiman.

Distribusi Erosi Aktual

Secara geomorfologi, Desa Jedong memiliki punggung lereng yang dengan elevasi yang lebih tinggi dibandingkan daerah sekitarnya. Punggung lereng ini tegak lurus dengan kontur elevasi. Penggunaan lahan didominasi oleh permukiman. Permukiman yang dibangun berada di sisi punggung, sehingga banyak permukiman yang memiliki batas tepat di lereng yang curam. Bagian inilah yang sering terjadi longsor. Longsor mengakibatkan pemindahan tanah dalam volume besar dan cepat.

Pada lahan yang memiliki kemiringan relatif kecil, gerak massa tanah didominasi oleh erosi alur, erosi parit dan rayapan tanah. Erosi alur teridentifikasi dari adanya garis alur yang dangkal pada permukaan tanah. Alur tersebut terjadi akibat air terkonsentrasi pada bagian tertentu dan mengalir ke permukaan tanah yang lebih rendah dengan membawa partikel tanah. Erosi parit merupakan kelanjutan dari erosi alur dengan saluran yang lebih dalam dibandingkan erosi alur. Erosi parit nampak pada terbentuknya saluran-saluran di permukaan tanah yang memanjang ke lahan yang lebih rendah elevasinya. Berbeda dengan

erosi alur dan parit, maka rayapan tanah dan erosi lembar tidak membentuk saluran di permukaan tanah. Rayapan tanah dan Erosi lembar merupakan erosi yang memindahkan partikel tanah secara horizontal dalam area yang luas ke lahan yang lebih rendah. Rayapan tanah terjadi di daerah miring mudah diidentifikasi dari pertumbuhan pohon yang tumbuh miring sesuai arah lereng. Rayapan tanah dan erosi lembar di Desa Jedong mudah ditemukan di lahan-lahan terbuka yang tidak memiliki vegetasi penutup tanah.



Gambar 8. (a) dan (b) Kejadian Longsor di lahan miring hingga curam; (c) Erosi Alur, (d) Erosi Parit, (e) Erosi Lembar, (f) Rayapan Tanah, (g) Erosi Tebing Sungai, (h) Erosi Lapik, dan (i) Erosi Mercu

Edukasi Konservasi Lahan

Konservasi berbasis masyarakat (*community based conservation*) sangat efektif dalam upaya konservasi melalui pelibatan masyarakat (Damastuti et al., 2022). Bentuk konservasi berbasis masyarakat dapat dilakukan dalam sesuai dengan target konservasi, termasuk konservasi lahan. Masyarakat

menggunakan lahan untuk berbagai kebutuhan. Lahan yang digunakan tidak hanya untuk peruntukan tunggal akan memberikan nilai lebih bagi masyarakat misalnya keuntungan ekonomi. Masyarakat yang tinggal di sekitar hutan, dapat menanam tumbuhan selain tumbuhan hutan untuk menunjang ekonominya, dengan cara agroforestri (Pavlidis & Tsihrintzis, 2018). Daerah Dampit, Kabupaten Malang, menggunakan hutan dan tumbuhan kopi sebagai salah satu bentuk agroforestri. Tumbuhan kopi akan menghasilkan biji kopi berkualitas baik, untuk meningkatkan ekonominya. Agroforestri menjadi contoh yang baik dalam mengonservasi lahan hutan dengan tetap merespon kebutuhan masyarakat dalam upaya meningkatkan ekonominya (Dahlia et al., 2021). Contoh lainnya adalah konservasi lahan melalui hutan bambu Boonpring Kabupaten Malang. Konservasi lahan melalui hutan bambu Boonpring awalnya ditujukan pada konservasi mata air. Penduduk secara aktif melakukan penanaman bambu secara bertahap selama lebih dari 5 tahun di sekitar mata air. Secara alamiah, upaya konservasi lahan berarti sama dengan melakukan konservasi air. Perbaikan pada lahan, akan membantu perbaikan pada sistem tata air. Boonpring Malang, tidak hanya berfungsi sebagai daerah wisata, melainkan juga sebagai lahan konservasi tanaman bambu, konservasi lahan, sekaligus konservasi mataair. Dampak jangka panjang terhadap konservasi adalah peningkatan ekonomi masyarakat, sehingga masyarakat semakin berminat untuk melakukan konservasi lahan (Masitoh et al., 2022)

Konservasi lahan berbasis masyarakat diawali dengan peningkatan wawasan mengenai zona TBE (Bhat et al., 2019; Reviandani, 2020). Universitas Negeri Malang sebagai salah satu perguruan tinggi di Kota Malang juga memiliki kepedulian terhadap lahan. Hal ini menjadikan perlunya edukasi konservasi lahan kepada masyarakat di Desa Jedong. Edukasi masyarakat dilakukan melalui kegiatan pemetaan dan observasi lapang bersama, pemberian modul mengenai hasil identifikasi TBE, serta penjelasan tentang Teknik untuk mengurangi TBE.

Beberapa warga desa juga berpendapat pada saat edukasi konservasi lahan. Ketua RW 9 menjelaskan bahwa masyarakat perlu memahami keterkaitan antara kearifan lokal masyarakat dengan ilmu/wawasan tentang konservasi lahan. Hal ini karena ilmu/wawasan tersebut dapat digunakan sebagai rujukan mengelola lahan, terutama lahan-lahan yang dekat mata air. Pendapat lain dikemukakan oleh Staf Desa Jedong yaitu adanya lahan-lahan yang erosi dan longsor umumnya berada di tepi jalan pemukiman, kawasan hutan dan kebun yang berlereng curam. Tim Teknis Pengurus Air Desa Jedong juga memberikan pendapatnya mengenai konservasi lahan. Jika terjadi erosi dan longsor di sekitar mata air, maka akan semakin mempersulit masyarakat untuk mengakses sumber air.

Edukasi konservasi lahan tidak hanya berfokus dengan dominasi erosi yang masuk dalam kategori Sangat Berat. Tetapi juga mengaitkan dampak erosi terhadap keberlanjutan lahan dan tata air yang ada di desa. Hal yang bisa

diambil dari diskusi selama kegiatan edukasi yaitu adanya peningkatan wawasan mengenai konservasi lahan, dan upaya yang menurunkan risiko TBE oleh masyarakat di Desa Jedong.

4. Penutup

Identifikasi zona TBE sangat penting untuk mengetahui status erosi. Metode yang dapat digunakan adalah USLE. Penggunaan lahan di Desa Jedong terdiri atas hutan, kebun, ladang, lahan kosong, permukiman, semak belukar, sungai, dan sawah tadah hujan. Dalam kurun waktu 7 tahun terjadi penurunan luasan lahan hutan sebesar 5,05 ha atau 1,34%. Hal yang sama juga terjadi pada luasan lahan ladang yang mengalami penurunan sebesar 60,96 ha atau 16,19%. Luasan penggunaan lahan permukiman mengalami peningkatan sebesar 19,01 ha atau 5,05%. Luas penggunaan lahan kebun juga mengalami peningkatan sebesar 19,8 ha atau 4,99% dalam kurun waktu 7 tahun terakhir. Gerak massa tanah yang dapat ditemukan di Desa Jedong antara lain longsor, erosi alur, erosi parit, erosi lembar, rayapan tanah, erosi tebing sungai, erosi lapik, dan erosi mercu. Sebagian besar wilayah Desa Jedong memiliki tingkat erosi berat seluas 140,76 ha pada tahun 2015 dan seluas 180,50 ha pada tahun 2022 yang terdapat pada penggunaan lahan permukiman, kemiringan lereng yang curam, dan jenis tanah regosol coklat. Laju erosi pada tingkat ini sebesar 180 hingga 480 ton/ha/tahun. Pada tahun 2015, wilayah yang memiliki tingkat bahaya erosi sangat berat di Desa Jedong seluas 23,31 ha dan mengalami kenaikan hingga 37,39 ha di tahun 2022. Wilayah yang memiliki

tingkat bahaya sangat ringan di Desa Jedong pada tahun 2015 seluas 86,11 ha dan mengalami penurunan hingga 66,69 ha di tahun 2022. Peningkatan status Zona TBE umumnya terjadi pada daerah yang memiliki penggunaan lahan kebun, lahan kosong, semak belukar, dan pemukiman. Hasil identifikasi zona TBE digunakan sebagai bahan edukasi bagi masyarakat untuk menjamin keberlangsungan konservasi lahan di Desa Jedong. Kekurangan penelitian ini belum adanya penelitian yang lebih mendetail, terutama pada perkebunan jeruk yang semakin meluas. Kekurangan tersebut dapat menjadi celah bagi penelitian selanjutnya berkaitan dengan TBE di lahan-lahan perkebunan.

Daftar Pustaka

- Andriyani, I., Wahyuningsih, S., & Suryaningtias, S. (2019). Perubahan Tata Guna Lahan di Sub DAS Rembangan - Jember dan Dampaknya Terhadap Laju Erosi. *agriTECH*, 39(2), 117. <https://doi.org/10.22146/agritech.42424>
- Bernatek-Jakiel, A., & Poesen, J. (2018). Subsurface erosion by soil piping: significance and research needs. *Earth-Science Reviews*, 185, 1107–1128. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.08.006>
- Bhat, S. A., Dar, M. U. D., & Meena, R. S. (2019). Soil erosion and management strategies. Dalam *Sustainable Management of Soil and Environment* (hlm. 73–122). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8832-3_3
- BPS. (2020). *Kecamatan Wagir Dalam Angka 2019*.
- BPS Malang Regency. (2022). *Malang Regency In Figures, 2022*. Central Statistics of Malang Regency .
- Corral-Pazos-de-Provens, E., Rapp-Arrarás, Í., & Domingo-Santos, J. M. (2023). The USLE soil erodibility nomograph revisited. *International Soil and Water Conservation Research*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2022.07.001>
- Dahlia, S., Taryana, D., & Masitoh, F. (2021). Evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman kopi di Desa Taji Kecamatan Jabung Kabupaten Malang. *Jurnal Integrasi dan Harmoni Inovatif Ilmu-Ilmu Sosial*, 1(12), 1317–1331. <https://doi.org/10.17977/um063v1i122021p1317-1331>
- Damastuti, E., de Groot, R., Debrot, A. O., & Silvius, M. J. (2022). Effectiveness of community-based mangrove management for biodiversity conservation: A case study from Central Java, Indonesia. *Trees, Forests and People*, 7. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2022.100202>
- G'ulomjonovich, A. I., Abdurahmonovich, O. I., & Isoqjon o'g'li, U. I. (2021). Effects of water flow on the erosion processes in the channel of GIS technology. *Journal of Advanced Scientific Research*, 1(1), 71–76.
- Han, J., Ge, W., Hei, Z., Cong, C., Ma, C., Xie, M., Liu, B., Feng, W., Wang, F., & Jiao, J. (2020). Agricultural land use and management weaken the soil erosion induced by extreme rainstorms. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 301. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107047>
- He, Y., Li, B., & Du, X. (2023). Soil Slope Instability Mechanism and Treatment Measures under Rainfall—A Case Study of a Slope

- in Yunda Road. *Sustainability*, 15(2), 1287. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su15021287>
- Injilina, L., Widiastuti, T., & Riyono, J. N. (2020). *Erodibilitas Tanah (K) pada Berbagai Tutupan Lahan di Desa Baru Kecamatan Silat Hilir Kabupaten Kapusa Hulu* (Vol. 8, Nomor 4).
- Julzarika, A., & Harintaka. (2019). Indonesian DEMNAS: DSM or DTM? *The 2nd IEEE AGERS: Asia-Pacific Conference on Geoscience, Electronics and Remote Sensing Technology: Understanding and Forecasting the Dynamics of Land, Ocean and Maritime: proceeding: BPPT Building, Jakarta, Indonesia, August 26th-27th 2019*.
- Kaffas, K., Pinaras, V., Al Sayah, M. J., Santopietro, S., & Righetti, M. (2021). A USLE-based model with modified LS-factor combined with sediment delivery module for Alpine basins. *Catena*, 207. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105655>
- Kamarati, K. F. A., & Azwari, F. (2023). Pengelolaan tanaman dan konservasi tanah menentukan tingginya tingkat bahaya erosi di Ujoh Bilang, Mahakam Ulu. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 7(1), 33. <https://doi.org/10.32522/ujht.v7i1.10146>
- Khadiyanto, P. (2005). *Tata ruang berbasis pada kesesuaian lahan*. Universitas Diponegoro.
- Majhi, A., Shaw, R., Mallick, K., & Patel, P. P. (2021). Towards improved USLE-based soil erosion modelling in India: A review of prevalent pitfalls and implementation of exemplar methods. Dalam *Earth-Science Reviews* (Vol. 221). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103786>
- Masitoh, F., Taryana, D., Wijaya, A. A., Arysandi, S. A., & Rusydi, A. N. (2022). Promoting Bamboo as Water Resources Conservation Plant in Jedong Community. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1039(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1039/1/012059>
- Mazigh, N., Taleb, A., El Bilali, A., & Ballah, A. (2022). The Effect of Erosion Control Practices on the Vulnerability of Soil Degradation in Oued EL Malleh Catchment using the USLE Model Integrated into GIS, Morocco. *Trends in Sciences*, 19(2). <https://doi.org/10.48048/tis.2022.2059>
- Morbidei, R., Saltalippi, C., Flammini, A., & Govindaraju, R. S. (2018). Role of slope on infiltration: A review. *Journal of Hydrology*, 557, 878–886. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.01.019>
- Muhana, N. H. N., Al Ghifari, M. S., Putri, A. N., Saputri, M. M. A., & Haji, A. T. S. (2024). Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi dan Rekomendasi Mitigasi di Kawasan UB Forest, Desa Tawangargo, Kabupaten Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 11(1), 42–53. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2024.011.01.5>
- Muhtarom, A. (2016). Peranan Lembaga Pemberdayaan Masyarakat (LPM) Dalam Pembangunan di Desa di Kabupaten Lamongan. *Jurnal Penelitian Ekonomi dan Akuntansi*, 1(3), 181–204.
- Noeraga, M. A. A., Yudana, G., & Rahayu, P. (2020). Pengaruh Pertumbuhan Penduduk dan Penggunaan Lahan Terhadap Kualitas Air Bersih. *Desa-Kota*, 2(1), 70–85.
- Pavlidis, G., & Tsihrintzis, V. A. (2018). Environmental Benefits and Control

- of Pollution to Surface Water and Groundwater by Agroforestry Systems: a Review. *Water Resources Management*, 32(1), 1–29.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11269-017-1805-4>
- Raco, B., Wicaksono, A., Triweko, R. W., Kunci, K., Tondano, D., Erosi, L., Erosi, B., & Lahan, T. (2022). Tingkat Bahaya Erosi Akibat Perubahan Tutupan Lahan pada Daerah Tangkapan Air Danau Tondano. Dalam *Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 11, Nomor 1).
- Rahayu, T., Ihsan, M., Solikah, U. N., & Pamujiasih, T. (2021). Pengelolaan Lahan Berbukit di Sekitar Pondok Quran Nirwana. *Wasana Nyata: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5(1), 29–32.
- Rebelo, C., & Buckingham, K. (2015). Bamboo: The opportunities for forest and landscape restoration. Dalam *Unasylva* (Vol. 66, Nomor 245, hlm. 91–98). Food and Agricultural Organization of The United Nations.
- Reviandani, W. (2020). Pendampingan Peningkatan Pemberdayaan Masyarakat di Desa Yosowilangun Kabupaten Gresik. *Journal of Community Service*, 2(3).
<https://duta.co/puluhan-ribu-pengangguran-di-gresik-masih-jauh-dari-solusi/>;
- Satriawan, H. , H. E. M. , R. K. A. (2015). Effectiveness of Soil Conservation to Erosion Control on Several Land Use Types. *Agriculture*, 61(2), 61–68.
- Schreiner-McGraw, A. P., & Ajami, H. (2022). Combined impacts of uncertainty in precipitation and air temperature on simulated mountain system recharge from an integrated hydrologic model. *Hydrology and Earth System Sciences*, 26(4), 1145–1164.
<https://doi.org/https://doi.org/10.5194/hess-26-1145-2022>
- Supriyono, S., Utaya, S., Taryana, D., & Handoyo, B. (2021). Spatial-Temporal Trend Analysis of Rainfall Erosivity and Erosivity Density of Tropical Area in Air Bengkulu Watershed, Indonesia. *Quaestiones Geographicae*, 40(3), 125–142.
<https://doi.org/10.2478/quageo-2021-0028>
- Tarigan, D. R., & Mardiatno, D. (2012). *Pengaruh Erosivitas dan topografi Terhadap Kehilangan Tanah pada Erosi Alur di Daerah Aliran Sungai Secang Desa Hargotirto Kecamatan Kokap Kabupaten Kulonprogo*.
- Taslim, R. K., Mandala, M., & Indarto, I. (2019). Prediksi Erosi di Wilayah Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 323.
<https://doi.org/10.14710/jil.17.2.323-332>
- Wischmeier, W. H. ; J. V. M. (1969). *Relation of Soil Properties To Its erodibility* (Vol. 33). Soil Sci. Am. Proc .
- Yadete, T. S., & Amba, S. (2021). Land cover change and its implication to hydrological regimes and soil erosion in Awash River basin, Ethiopia: a systematic review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(12).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10661-021-09599-6>