



## **PREDIKSI TINGKAT DAN BAHAYA EROSI TANAH PADA BERBAGAI PENGGUNAAN LAHAN DI WILAYAH KECAMATAN PUJON DENGAN METODE *UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION***

**Siswanto<sup>1\*</sup>, Kemal Wijaya<sup>1</sup>, Muhammad Afifuddin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

\* Corresponding Author: [siswa63.sdl@gmail.com](mailto:siswa63.sdl@gmail.com)

### **ABSTRACT**

[PREDICTING SOIL EROSION AND EROSION HAZARD LEVEL IN VARIOUS LAND-USES IN THE AREA OF PUJON SUB-DISTRICT USING THE UNIVERSAL SOIL LOSS EQUATION (USLE) MODEL] The area of Pujon Sub-District is vulnerable for soil erosion due to hilly topography. Therefore, the study aimed to predict the rate of erosion and erosion hazard level in various land uses in the Pujon district. Soil erosion was predicted by using data on soil sample at depths of 0-30 cm and 30-60 cm in each land-use/cover with three repetitions. Soil sampling was done by using purposive sampling method. The collected data were analysed using *software ArcGIS*. Results show that the predicted average soil erosion with a very light erosion severity was 0,02 - 3,39 ton/ha/year occurring in land-uses/covers of H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>, H<sub>4</sub> and K<sub>2</sub>. Whereas, the predicted soil erosion levels for the medium and heavy soil erosion severity were 0,95 - 15,48 ton/ha/year and 15,48 - 28,17 ton/ha/year occurring in the land-use units of T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, and K<sub>4</sub> and in the land-use units of T<sub>3</sub> and T<sub>4</sub>, respectively. Thus, the erosion hazard levels in the Area of Pujon Sub-District are dominated by light and moderate erosion categories

Keyword: *erosion hazard level, land degradation, soil erosion, USLE*

### **ABSTRAK**

Wilayah Kecamatan Pujon rentan terhadap erosi tanah karena topografinya yang berbukit-bukit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memprediksi laju erosi dan tingkat bahaya erosi pada berbagai penggunaan lahan di Kecamatan Pujon. Erosi tanah diprediksi menggunakan data sampel tanah pada kedalaman 0-30 cm dan 30-60 cm untuk setiap penggunaan/tutupan lahan dengan tiga kali pengulangan. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan metode purposive sampling. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa prediksi rata-rata erosi tanah dengan tingkat erosi sangat ringan sebesar 0,02 – 3,39 ton/ha/tahun terjadi pada penggunaan/tutupan lahan H<sub>1</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>, H<sub>4</sub> dan K<sub>2</sub>. Sedangkan prediksi tingkat erosi tanah untuk tingkat keparahan erosi tanah sedang dan berat sebesar 0,95 - 15,48 ton/ha/tahun dan 15,48 - 28,17 ton/ha/tahun masing-masing terjadi pada satuan penggunaan lahan T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, dan K<sub>4</sub> dan di unit penggunaan lahan T<sub>3</sub> dan T<sub>4</sub>. Dengan demikian, tingkat bahaya erosi di wilayah Kecamatan Pujon didominasi oleh kategori erosi ringan dan sedang.

Kata kunci: *degradasi lahan, erosi tanah, penggunaan lahan, USLE*

## PENDAHULUAN

Lahan dianggap sangat penting dalam pengembangan usaha pertanian. Penggunaan lahan untuk keperluan produksi tani tentunya akan berpengaruh terhadap kualitas tanah, sehingga perlu adanya pengelolaan lahan yang tepat dan harus dilakukan sesuai dengan kaidah konservasi air dan tanah. Menurunnya kualitas lahan bisa berdampak negatif seperti degradasi lahan. Erosi tanah merupakan penyebab dan dampak utama terjadinya degradasi lahan di wilayah kering, semi-kering, dan sub-lembab kering di dunia, dimana perubahan iklim dan dinamika penggunaan lahan merupakan pendorong utama (FAO & ITPS, 2015). Degradasi lahan apabila dibiarkan terus menerus dapat berdampak langsung pada rusaknya lingkungan dan risiko bencana alam.

Erosi tanah merupakan proses geomorfik yang sering dipercepat oleh berbagai faktor termasuk perubahan iklim dan aktivitas antropogenik. Erosi tanah mempunyai implikasi negatif yang serius tidak hanya terhadap produktivitas tanah dan pertanian berkelanjutan, namun juga terhadap kualitas air, efisiensi reservoir dan kesehatan ekologi sistem perairan (Montanarella *et al.*, 2016). Erosi didefinisikan sebagai suatu proses terlepasnya partikel-partikel tanah dari induknya di suatu daerah lokasi, kemudian pengangkutan material oleh pergerakan air maupun angin yang disertai dengan mengendapnya material yang menyangkut di lokasi lainnya yang sesuai (Romdhon *et al.*, 2014). Banyak faktor alam yang memengaruhi terjadinya erosi yakni: sifat panjang lereng, tanah yang kurang peka terhadap ancaman tetesan air hujan, kemiringan lereng, tingginya curah hujan, serta tutupan tanah yang tidak memadai. Situasi tersebut sangat memengaruhi dalam terjadinya erosi tanah (Arsyad, 2010). Terangkutnya tanah menyebabkan hilangnya tanah lapisan atas yang mengandung unsur hara yang melimpah sehingga mengurangi produktivitas tanah serta menghilangkan kemampuan tanah dalam pengaturan keseimbangan air (Suryawanshi & Chandramohan, 2016).

Kecamatan Pujon merupakan daerah yang memiliki jenis tanah Andisol, serta memiliki topografi berbentuk perbukitan dan dataran tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Muttaqin (2015) menyatakan bahwa, kawasan di Kecamatan Pujon memiliki klasifikasi kekritisitas sebagai berikut: lahan tidak kritis (21,71%), agak kritis (29,45%), kritis (35,95%), potensial kritis (7,37%), serta sangat kritis (5,54%). Kekritisitas/degradasi lahan di Kecamatan Pujon diduga disebabkan pengelolaan lahan yang tidak tepat dan bertentangan dengan kaidah konservasi air dan tanah yang juga disebabkan kelerengan lahan yang curam (Muttaqin, 2015).

Permasalahan tersebut bisa ditangani dengan menyusun suatu perencanaan penggunaan lahan yang menghitung aspek pengendalian erosi tanah, yaitu dengan menerapkan teknik konservasi yang memadai. Sehingga besarnya erosi tanah dari wilayah yang bersangkutan sangat dibutuhkan. Pengukuran erosi secara langsung menghabiskan banyak biaya dan waktu, sehingga penggunaan model dalam mengestimasi tingkat erosi tanah bisa dijadikan sebagai suatu langkah alternatifnya. Dalam dunia pemodelan saat ini, banyak model erosi generasi saat ini menjadi semakin kompleks, dengan semakin banyaknya proses yang dimasukkan ke dalamnya (Quinton, 2013). Suatu model yang sering dipakai yakni model USLE (*Universal Soil Loss Equation*). Salah satu alasan popularitas pemodelan tipe USLE tentu saja karena pemodelan ini merupakan kompromi yang baik antara penerapan dalam hal input data yang diperlukan dan keandalan yang relatif baik dalam estimasi kehilangan tanah yang dapat diperoleh (Risse *et al.*, 1993). Persamaan kehilangan tanah model (USLE) telah diterapkan untuk memahami mekanisme erosi dominan secara kuantitatif analisis spasial pada wilayah yang luas (Cuomo & Della Sala, 2015). Metode USLE ini berisikan enam parameter, termasuk faktor praktik konservasi (P) dan faktor pengelolaan tutupan lahan (C), yang sebagian besar dimodifikasi oleh praktik pengelolaan lahan. Beberapa penulis penilaian erosi tanah berbasis model telah menunjukkan bahwa adanya kekurangan data yang dapat diandalkan mengenai parameter model yang mempengaruhi kualitas hasil pemodelan (Haregeweyn *et al.*, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi laju erosi dan tingkat bahaya erosi pada berbagai penggunaan lahan di Kecamatan Pujon dengan penerapan model USLE ke dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Hal tersebut dilaksanakan karena SIG merupakan alat yang bisa digunakan untuk membantu mengumpulkan, menyimpan, mentransformasi, serta menyajikan data spasial dari suatu fenomena di permukaan bumi. SIG yang dimanfaatkan di proses prediksi erosi dapat memperbaiki cakupan area kajian dan keakuratan prediksi model, sekaligus dapat memberikan hasil secara spasial. Sehingga diharapkan mampu membantu pengambil keputusan dalam perencanaan konservasi air dan tanah di suatu wilayah.

## METODE PENELITIAN

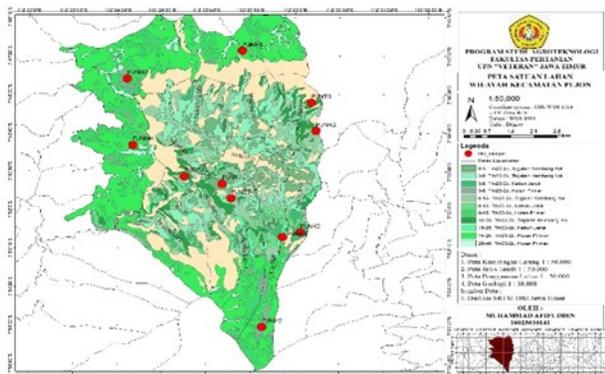
Penelitian ini berlokasi di Kecamatan Pujon dengan cara survei langsung di lapangan kemudian dianalisa di Laboratorium Sumber Daya Lahan UPN "Veteran" Jawa Timur. Penelitian dilakukan dengan bantuan *software* ArcGIS untuk mengetahui kondisi

di lapang dan tujuan deskriptifnya untuk mendeskripsikan kondisi wilayah penelitian sehingga dapat mempermudah dalam penentuan titik samplingnya.

Titik sampel unit lahan penelitian ini ditentukan melalui cara menumpang tindihkan (*overlay*) peta geologi, jenis tanah, kemiringan lereng, serta penggunaan lahan, yang berskala 1:50.000, terdapat 11 satuan lahan di wilayah Kecamatan Pujon. Hasil *overlay* diperoleh peta unit lahan yang digunakan sebagai unit samplingnya. Penelitian dilakukan pada tiga penggunaan lahan (tegalan, perkebunan, dan hutan), ketiganya memiliki kemiringan dan luas yang berbeda. Lahan yang dianggap representatif dijadikan sebagai sampel perwakilan.

Metode pengambilan sampel tanah dilaksanakan melalui *purposive sampling*, yaitu penentuan sampel dengan mengambil satuan unit lahan dengan karakteristik maupun kriteria yang spesifik yang akan dituju. Setiap satuan unit lahan tersebut, satu titik akan diambil untuk dijadikan sebagai sampel. Titik yang diambil mewakili satu satuan unit yang memiliki persamaan dalam ciri dan karakteristiknya. Sampel yang akan diteliti diambil dari kedalaman tanah 0-30 cm dan 30-60 cm menggunakan 3 ulangan yang mewakili tiap satuan lahan yang ditentukan atas dasar kesamaan jenis tanah, kelas kemiringan lereng, serta penggunaan lahan.

Pengambilan sampel tanah dilaksanakan dengan dua bentuk yakni sampel tanah utuh menggunakan ring sampel dan tanah biasa. Sampel tanah utuh digunakan dalam analisis sifat fisik tanah yang mencakup berat isi tanah, permeabilitas tanah, dan struktur tanah. Sampel tanah tidak utuh digunakan untuk analisis tekstur dan bahan organik tanah. Pengambilan data di lapangan di antaranya dengan mengukur data penggunaan lahan, jenis tanah, curah hujan, panjang dan kemiringan lereng, jenis vegetasi, dan tindakan konservasinya.



Gambar 1. Peta satuan penggunaan lahan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik umum Kecamatan Pujon

Penghitungan curah hujan Kecamatan Pujon dilaksanakan melalui data curah hujan yang diperoleh dari BMKG Karangploso Malang pada 3 pos hujan yang mencakup di wilayah penelitian maupun terdekat dengan wilayah Kecamatan Pujon yakni Ngroto, Sidomulyo, dan Sukomulyo. Penentuan tipe curah hujan di Kecamatan Pujon menggunakan rumus Schmidt-Ferguson, tipe curah hujan menggunakan nilai Q yang menurut Schmidt-Ferguson merupakan jumlah rerata bulan kering dibagi rerata bulan basah. Tipe curah hujan dapat diklasifikasikan berdasarkan besar kecilnya nilai Q. Nilai Q yang semakin besar menunjukkan semakin kering kondisi iklimnya, sedangkan nilai Q semakin kecil maka semakin basah kondisi iklimnya. Berdasarkan perhitungan nilai Q pada wilayah Kecamatan Pujon sebesar 66%, menurut Schmidt-Ferguson menunjukkan daerah penelitian tergolong sebagai tipe iklim D yang artinya beriklim sedang.

Tabel 1. Data curah hujan wilayah Kecamatan Pujon tahun 2017-2021

| Bulan         | Tahun       |             |             |             |             | Jumlah Rerata |             |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
|               | 2017        | 2018        | 2019        | 2020        | 2021        |               |             |
| Januari       | 438         | 605         | 386         | 335         | 798         | 2562          | 512         |
| Februari      | 280         | 401         | 192         | 610         | 608         | 2091          | 418         |
| Maret         | 283         | 231         | 349         | 273         | 263         | 1398          | 280         |
| April         | 284         | 99          | 290         | 234         | 169         | 1075          | 215         |
| Mei           | 175         | 46          | 53          | 182         | 13          | 468           | 94          |
| Juni          | 43          | 26          | 0           | 93          | 130         | 292           | 58          |
| Juli          | 17          | 0           | 15          | 25          | 13          | 69            | 14          |
| Agustus       | 0           | 3           | 0           | 10          | 12          | 26            | 5           |
| September     | 31          | 8           | 0           | 39          | 69          | 148           | 30          |
| Oktober       | 84          | 13          | 18          | 176         | 149         | 440           | 88          |
| November      | 364         | 221         | 97          | 304         | 467         | 1453          | 291         |
| Desember      | 253         | 193         | 297         | 436         | 318         | 1496          | 299         |
| <b>Jumlah</b> | <b>2252</b> | <b>1845</b> | <b>1696</b> | <b>2717</b> | <b>3009</b> | <b>11519</b>  | <b>2304</b> |

### Penggunaan lahan

Hasil analisis citra satelit dan ditinjau dari data pengamatan lapangan beserta data Peta Rupabumi Indonesia digital skala 1:50.000. Kategori penggunaan lahan di lokasi penelitian yakni berupa hutan, kebun, dan tegalan. Rincian tipe penggunaan lahan dicantumkan di Tabel 2.

Tabel 2. Penggunaan lahan Kecamatan Pujon

| Simbol     | Penggunaan Lahan | Luas      |       |
|------------|------------------|-----------|-------|
|            |                  | ha        | %     |
| T          | Tegalan          | 4.816,91  | 39,97 |
| K          | Kebun            | 6.143,98  | 50,98 |
| H          | Hutan            | 1.089,58  | 9,05  |
| Luas Total |                  | 12.050,47 | 100   |

Representasi penggunaan lahan diidentifikasi melalui teknologi penginderaan jauh, yang hingga kini masih tetap menjadi opsi utama bagi ilmuwan penginderaan jauh (Martínez & Mollicone, 2012).

*Pendugaan besar erosi tanah*

Pendugaan besarnya erosi tanah melalui model USLE (Wischmeier, 1978) yang persamaannya berupa:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Keterangan :

- A = Jumlah tanah yang hilang (ton/ha/thn)
- R = Faktor curah hujan (MJ.mm/ha/tahun)
- K = Faktor erodibilitas tanah
- LS = Faktor panjang dan kemiringan lereng
- C = Faktor vegetasi penutup tanah
- P = Faktor tindakan konservasi tanah

*Faktor erosivitas (R)*

Nilai (R) diperoleh dari data curah hujan 5 tahun (periode 2017-2021), Untuk menguji konsistensi pola curah hujan dalam periode 5 tahun digunakan metode perhitungan aljabar. metode perhitungan aljabar digunakan untuk mengukur rata-rata curah hujan dengan rumus, sebagai berikut:

$$P = \frac{P1 + P2 + P3 + \dots + Pn}{n}$$

Keterangan:

- P = Curah hujan rata-rata (mm)
- n = Jumlah stasiun pengukuran hujan
- R1...Rn= Besarnya curah hujan pada masing-masing stasiun (mm)

Selanjutnya data ini digunakan dalam perhitungan erosivitas hujan. Perhitungan faktor erosivitas hujan ditentukan dengan menggunakan perhitungan yang dikemukakan oleh (Lenvain, 1975):

$$R = 2,21 P^{1,36}$$

Keterangan:

- R = Faktor erosivitas (MJ.mm/ha/tahun)
- P = Curah hujan bulanan (cm)

Besarnya nilai R daerah penelitian disajikan di Tabel 3.

Tabel 3. Faktor erosivitas (MJ.mm/ha/tahun) di wilayah Kecamatan Pujon

| Bulan            | Jumlah Hujan 5 Tahunan (cm) | (R) (cm) | (R) (mm) |
|------------------|-----------------------------|----------|----------|
| Jan              | 51,2                        | 466,66   | 4666,59  |
| Feb              | 41,8                        | 354,15   | 3541,54  |
| Mar              | 28                          | 205,37   | 2053,65  |
| Apr              | 21,5                        | 143,39   | 1433,87  |
| Mei              | 9,4                         | 46,54    | 465,42   |
| Jun              | 5,8                         | 24,14    | 241,35   |
| Jul              | 1,4                         | 3,49     | 34,92    |
| Agu              | 0,5                         | 0,86     | 8,61     |
| Sep              | 3                           | 9,85     | 98,46    |
| Okt              | 8,8                         | 42,55    | 425,49   |
| Nov              | 29,1                        | 216,41   | 2164,15  |
| Des              | 29,9                        | 224,55   | 2245,46  |
| Jumlah Rata-rata |                             | 144,83   | 1448,29  |

*Faktor erodibilitas (K)*

Erodibilitas tanah dipengaruhi oleh berbagai sifat fisik, kimia, dan mineralogi tanah (Blanco-Canqui & Lal, 2008). Nilai (K) pada tanah ditetapkan oleh kandungan bahan organik (BO), permeabilitas, struktur tanah, serta tekstur tanah. Klasifikasi nilai erodibilitas dalam penelitian ini mengacu pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi Erodibilitas Tanah

| Kelas | Nilai K     | Tingkat Erodibilitas |
|-------|-------------|----------------------|
| 1     | 0,00 – 0,10 | Sangat rendah        |
| 2     | 0,11 – 0,20 | Rendah               |
| 3     | 0,21 – 0,32 | Sedang               |
| 4     | 0,33 – 0,43 | Agak tinggi          |
| 5     | 0,44 – 0,55 | Tinggi               |
| 6     | >0,55       | Sangat tinggi        |

Sumber : Arsyad (2010)

Nilai Erodibilitas tanah bisa diperoleh melalui persamaan Wischmeier & Smith (1978).

$$K = \frac{1,292 [2,1 M^{1,14} (10)^{-4} (12-a) + 3,25 (b-2) + 2,5 (c-3)]}{100}$$

Besarnya nilai K di daerah penelitian seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Faktor Erodibilitas Tanah (K) di wilayah Kecamatan Pujon

| Satuan Lahan | Simbol         | Nilai (K) | Tingkat Erodibilitas |
|--------------|----------------|-----------|----------------------|
| 1            | T <sub>1</sub> | 0,26      | Sedang               |
| 2            | T <sub>2</sub> | 0,28      | Sedang               |
| 3            | T <sub>3</sub> | 0,31      | Sedang               |
| 4            | T <sub>4</sub> | 0,22      | Sedang               |
| 5            | K <sub>2</sub> | 0,29      | Sedang               |
| 6            | K <sub>3</sub> | 0,29      | Sedang               |
| 7            | K <sub>4</sub> | 0,29      | Sedang               |
| 8            | H <sub>2</sub> | 0,24      | Sedang               |
| 9            | H <sub>3</sub> | 0,25      | Sedang               |
| 10           | H <sub>4</sub> | 0,3       | Sedang               |
| 11           | H <sub>5</sub> | 0,24      | Sedang               |

Nilai erodibilitas tanah (K) dipengaruhi dari: kandungan bahan organik, serta permeabilitas, struktur, dan tekstur tanah. Penghitungannya membuktikan bahwasanya tingkat erodibilitas pada penggunaan lahan tegalan, kebun, dan hutan terdapat dalam kriteria sedang.

*Faktor panjang dan kemiringan lereng (LS)*

Nilai (LS) ditetapkan melalui pengukuran langsung di lapang pada ketiga penggunaan lahan. Perhitungan faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) menurut (Schwab, 1981), diperoleh rumus sebagai berikut:

$$LS = X^{0,5} (0,0138 + 0,00965 S + 0,00138 S^2)$$

Keterangan :

X = panjang lereng (m)

S = kemiringan lereng (%)

Besarnya nilai LS daerah penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Faktor panjang dan kemiringan (LS) di wilayah Kecamatan Pujon

| Simbol         | L   | S  | LS    |
|----------------|-----|----|-------|
| T <sub>1</sub> | 30  | 3  | 0,3   |
| T <sub>2</sub> | 36  | 6  | 0,73  |
| T <sub>3</sub> | 63  | 14 | 3,33  |
| T <sub>4</sub> | 43  | 21 | 5,41  |
| K <sub>2</sub> | 102 | 6  | 1,23  |
| K <sub>3</sub> | 64  | 11 | 2,3   |
| K <sub>4</sub> | 87  | 24 | 9,7   |
| H <sub>2</sub> | 87  | 8  | 1,67  |
| H <sub>3</sub> | 110 | 12 | 3,44  |
| H <sub>4</sub> | 136 | 23 | 11,26 |
| H <sub>5</sub> | 214 | 36 | 31,45 |

Hasil perhitungan nilai faktor panjang (L) serta kemiringan lereng (S) yang beragam di setiap unit lahan di wilayah Kecamatan Pujon. Nilai LS tertinggi dalam penggunaan lahan tegalan terdapat pada T<sub>4</sub> adalah 5,41. Penggunaan lahan kebun nilai LS tertinggi terdapat pada K<sub>4</sub> yang memiliki nilai sebesar 9,70, sedangkan pada penggunaan lahan hutan H<sub>5</sub> memiliki nilai LS tertinggi sebesar 31,45.

*Faktor pengelolaan tanaman*

Faktor C mencerminkan pengaruh pengelolaan tutupan lahan terhadap erosi tanah. Nilainya sebagian besar didasarkan pada jenis tutupan vegetasi dan sejauh mana tutupan tersebut mengurangi kekuatan erosi dari curah hujan (Renard *et al.*, 1997). Jenis tanaman yang berbeda mempunyai nilai faktor C yang berbeda pula (Panagos *et al.*, 2015). Untuk memperkirakan dan menetapkan nilai faktor C dengan tepat, penting untuk mengidentifikasi jenis tanaman yang ditanam. Hal ini dilakukan melalui observasi/pengamatan langsung di lapangan. Pengelolaan tanaman (C) mengacu pada Hardjowigeno & Sukmana (1995) terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Faktor Tanaman (C) di wilayah Kecamatan Pujon

| Simbol         | Jenis Tanaman | Penggunaan Lahan                 | Nilai C |
|----------------|---------------|----------------------------------|---------|
| T <sub>1</sub> | Kembang Kol   | Tegalan                          | 0,2     |
| T <sub>2</sub> | Kembang Kol   | Tegalan                          | 0,2     |
| T <sub>3</sub> | Kembang Kol   | Tegalan                          | 0,2     |
| T <sub>4</sub> | Kembang Kol   | Tegalan                          | 0,2     |
| K <sub>2</sub> | Tanaman Jeruk | Kebun Campuran, Kerapatan Sedang | 0,3     |
| K <sub>3</sub> | Tanaman Jeruk | Kebun Campuran, Kerapatan Sedang | 0,3     |
| K <sub>4</sub> | Tanaman Jeruk | Kebun Campuran, Kerapatan Sedang | 0,3     |
| H <sub>2</sub> | Hutan Pinus   | Hutan Alam                       | 0,001   |
| H <sub>3</sub> | Hutan Pinus   | Hutan Alam                       | 0,001   |
| H <sub>4</sub> | Hutan Pinus   | Hutan Alam                       | 0,001   |
| H <sub>5</sub> | Hutan Pinus   | Hutan Alam                       | 0,001   |

Banyaknya penggunaan lahan menggunakan kebun campuran kerapatan sedang ini dapat mengurangi kecepatan dan kapasitas angkut aliran permukaan.

*Faktor tindakan konservasi (P)*

Faktor tindakan konservasi (P) yakni besarnya erosi dari tanah dengan tindakan konservasi tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah sesuai kondisi lerengnya. Faktor pengelolaan

lahan sangat bergantung pada aktivitas terkait penggiliran tanaman serta tindakan konservasi yang dilaksanakan.

Faktor tindakan konservasi pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel tindakan konservasi (P) yang mengacu pada Hardjowigeno & Sukmana (1995) (Tabel 8).

Tabel 8. Faktor tindakan konservasi (P) di wilayah Kecamatan Pujon

| Simbol         | Jenis Tanaman | Tindakan Konservasi                                   | Nilai P |
|----------------|---------------|---|---------|
| T <sub>1</sub> | Kembang Kol   | Kontur cropping, kemiringan 0 - 8%                    | 0,5     |
| T <sub>2</sub> | Kembang Kol   | Kontur cropping, kemiringan 0 - 8%                    | 0,5     |
| T <sub>3</sub> | Kembang Kol   | Kontur cropping, kemiringan 9 - 20%                   | 0,75    |
| T <sub>4</sub> | Kembang Kol   | Kontur cropping, kemiringan > 20%                     | 0,9     |
| K <sub>2</sub> | Tanaman Jeruk | Kontur cropping, kemiringan 0 - 8%                    | 0,5     |
| K <sub>3</sub> | Tanaman Jeruk | Teras bangku, baik                                    | 0,2     |
| K <sub>4</sub> | Tanaman Jeruk | Teras bangku, baik                                    | 0,2     |
| H <sub>2</sub> | Hutan Pinus   | Tanpa tindakan konservasi, Kemiringan kurang dari 20% | 0,9     |
| H <sub>3</sub> | Hutan Pinus   | Tanpa tindakan konservasi, Kemiringan kurang dari 20% | 0,9     |
| H <sub>4</sub> | Hutan Pinus   | Tanpa tindakan konservasi, Kemiringan lebih dari 20%  | 1       |
| H <sub>5</sub> | Hutan Pinus   | Tanpa tindakan konservasi, Kemiringan lebih dari 20%  | 1       |

*Hasil perhitungan besar erosi (A)*

Erosi merupakan proses pemecahan partikel tanah yang seringkali memberikan dampak dalam skala yang besar. Metode USLE dikembangkan dalam perhitungan erosi tanah akibat suatu hujan di suatu lahan. Faktor lainnya yang patut untuk diperhatikan (selain hujan) yakni erodibilitas tanah, lereng, tindakan konservasi serta penutup lahan (vegetasi).

Dari hasil setiap penghitungan faktor erosi di setiap penggunaan lahan, akan diperoleh kriteria tingkat bahaya erosi serta nilai pendugaan erosinya. Besar erosi tanah terendah sebesar 0,52 ton/ha/tahun terjadi pada satuan lahan H<sub>2</sub> (Tabel 9). Posisi satuan lahan tersebut yakni di kemiringan lereng kelas I (0%-3%) dengan penggunaan lahan berupa hutan yang tanpa tindakan konservasi kemiringan kurang dari 20%. Tiga faktor tersebut, yakni faktor lereng, penggunaan lahan, serta tindakan konservasi sangat

berpengaruh terhadap rendahnya laju erosi tanah yang terjadi. Sedangkan besar erosi tanah tertinggi yakni 310,28 ton/ha/tahun terjadi pada satuan lahan T<sub>4</sub>. Satuan lahan tersebut berada di kemiringan lereng kelas IV (15%-25%) dengan penggunaan lahan berwujud tegalan dan penutup lahan berupa tanaman kembang kol yang diiringi dengan praktik konservasi berupa kontur *cropping*, kemiringan >20%. Dua faktor tersebut yakni faktor kemiringan lereng serta penggunaan lahan sangat berpengaruh terhadap besarnya laju erosi yang terjadi.

Tabel 9. Pendugaan tingkat laju erosi (A) di wilayah Kecamatan Pujon

| Simbol | R                |      |       |       |      | A              |
|--------|------------------|------|-------|-------|------|----------------|
|        | (MJ.mm/ha/tahun) | K    | LS    | C     | P    | (ton/ha/tahun) |
| T1     | 1448,3           | 0,26 | 0,3   | 0,2   | 0,5  | 11,38          |
| T2     | 1448,3           | 0,28 | 0,73  | 0,2   | 0,5  | 29,53          |
| T3     | 1448,3           | 0,31 | 3,33  | 0,2   | 0,75 | 224,18         |
| T4     | 1448,3           | 0,22 | 5,41  | 0,2   | 0,9  | 310,28         |
| K2     | 1448,3           | 0,29 | 1,23  | 0,3   | 0,5  | 77,23          |
| K3     | 1448,3           | 0,29 | 2,3   | 0,3   | 0,2  | 57,85          |
| K4     | 1448,3           | 0,29 | 9,7   | 0,3   | 0,2  | 244,52         |
| H2     | 1448,3           | 0,24 | 1,67  | 0,001 | 0,9  | 0,52           |
| H3     | 1448,3           | 0,25 | 3,44  | 0,001 | 0,9  | 1,12           |
| H4     | 1448,3           | 0,3  | 11,26 | 0,001 | 1    | 4,89           |
| H5     | 1448,3           | 0,24 | 31,45 | 0,001 | 1    | 10,93          |

*Erosi yang ditoleransi (T)*

Faktor-faktor untuk menentukan penempatan nilai T yaitu kedalaman tanah, kondisi substratum, serta permeabilitas lapisan bawah. Nilai besar erosi tanah yang ditoleransi bisa diperoleh melalui rumus (Hammer, 1981) :  $T = (EqD/RL) \times BD$ . Nilai erosi yang dapat ditoleransi pada daerah penelitian yang bisa diamati seperti terlihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Besar Erosi yang ditoleransi (T) di wilayah Kecamatan Pujon

| Satuan Lahan | Kode Satuan Lahan | Kedalaman Efektif (cm) | Faktor Kedalaman Tanah | W (tahun) | BD (g/cm <sup>3</sup> ) | T (ton/ha/tahun) |
|--------------|-------------------|------------------------|------------------------|-----------|-------------------------|------------------|
| 1            | T1                | 49                     | 1                      | 400       | 0,74                    | 9,07             |
| 2            | T2                | 56                     | 1                      | 400       | 0,85                    | 11,9             |
| 3            | T3                | 53                     | 1                      | 400       | 1,06                    | 14,05            |
| 4            | T4                | 57                     | 1                      | 400       | 0,76                    | 10,83            |
| 5            | K2                | 95                     | 1                      | 400       | 0,86                    | 20,43            |
| 6            | K3                | 87                     | 1                      | 400       | 0,81                    | 17,62            |
| 7            | K4                | 83                     | 1                      | 400       | 0,77                    | 15,98            |
| 8            | H2                | 111                    | 1                      | 400       | 0,81                    | 22,48            |
| 9            | H3                | 120                    | 1                      | 400       | 0,9                     | 27               |
| 10           | H4                | 102                    | 1                      | 400       | 0,74                    | 18,87            |
| 11           | H5                | 104                    | 1                      | 400       | 0,71                    | 18,46            |

Keterangan: EqD = Kedalaman Ekuivalen (cm), RL = Umur Sumber Daya (400 tahun), BD = Bulk density (densitas massa) (g/cm<sup>3</sup>).

*Tingkat bahaya erosi (TBE)*

Perkiraan erosi rata-rata tahunan dan erosi tanah yang patut dipertimbangkan saat penentuan TBE di setiap satuan lahannya. Kelas TBE diberikan dalam setiap satuan lahan melalui informasi perkiraan erosi tahunan dari USLE dan erosi yang diperbolehkan. Tingkat bahaya erosi (TBE) bisa ditentukan melalui rumus (Surbakti, 2009) :  $TBE = A/T$ . Besaran nilai tingkat erosi tanah serta kriterianya ditampilkan di Tabel 11.

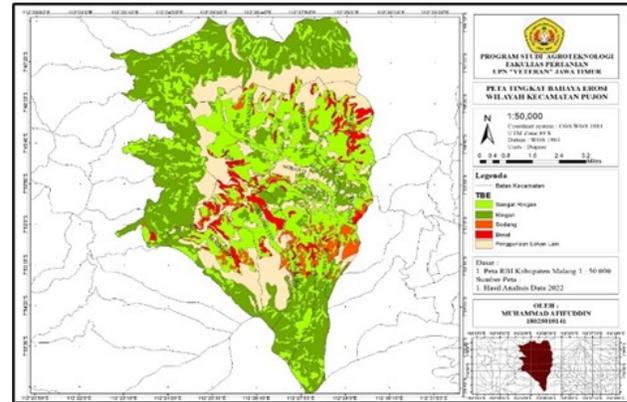
Tabel 11. Kelas tingkat bahaya erosi di wilayah Kecamatan Pujon

| Symbol         | A<br>(ton/ha/tahun) | T<br>(ton/ha/tahun) | TBE<br>(ton/ha/tahun) | Kelas TBE     |
|----------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------|
| T <sub>1</sub> | 11,38               | 9,07                | 1,25                  | Sedang        |
| T <sub>2</sub> | 29,53               | 11,9                | 2,48                  | Sedang        |
| T <sub>3</sub> | 224,18              | 14,05               | 15,96                 | Berat         |
| T <sub>4</sub> | 310,28              | 10,83               | 28,65                 | Berat         |
| K <sub>2</sub> | 77,23               | 20,43               | 3,78                  | Sangat Ringan |
| K <sub>3</sub> | 57,85               | 17,62               | 3,28                  | Ringan        |
| K <sub>4</sub> | 244,52              | 15,98               | 15,3                  | Sedang        |
| H <sub>2</sub> | 0,52                | 22,48               | 0,02                  | Sangat Ringan |
| H <sub>3</sub> | 1,12                | 27                  | 0,04                  | Sangat Ringan |
| H <sub>4</sub> | 4,89                | 18,87               | 0,26                  | Sangat Ringan |
| H <sub>5</sub> | 10,93               | 18,46               | 0,59                  | Sangat Ringan |

Keterangan: A = Erosi (ton/ha/tahun), T = Erosi ditoleransi (ton/ha/tahun), TBE = Tingkat Bahaya Erosi (ton/ha/tahun).

Perhitungan tingkat bahaya erosi pada hasil penelitian terdapat empat kelas tingkat bahaya erosi, yakni sangat ringan, ringan, sedang, dan berat (Tabel 11). T<sub>3</sub> dan T<sub>4</sub> mengalami tingkat bahaya erosi yang berat, yang diakibatkan oleh beberapa hal. Penggunaan lahan T<sub>3</sub> memiliki kandungan bahan organik yang paling rendah di antara penggunaan lahan yang lain. Penggunaan lahan T<sub>4</sub> memiliki laju permeabilitas yang cepat, sehingga tanah tidak bisa menyerap air secara maksimal. Hal ini dipengaruhi oleh tidak diterapkannya kaidah konservasi air dan tanah. Sedangkan pada penggunaan lahan T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> dan K<sub>4</sub> memiliki tingkat bahaya erosi sedang. Hal tersebut diakibatkan oleh kandungan bahan organik yang cukup rendah pada penggunaan lahan K<sub>4</sub>. Bahan organik berperan sebagai bahan sementasi sehingga berpengaruh positif terhadap sifat fisik tanah (Siringoringo *et al.*, 2023). Kemudian hal lainnya turut memengaruhi seperti permeabilitas tanah agak cepat yang terjadi pada penggunaan lahan T<sub>1</sub> dan T<sub>2</sub>, sebaliknya pada penggunaan lahan K<sub>3</sub> memiliki tingkat bahaya erosi ringan. Hal tersebut dapat dikaitkan oleh cukup tingginya kandungan bahan organik yang disertai oleh tindakan konservasi yang tepat sehingga penggunaan lahan

tersebut berada dalam kategori ringan. Penggunaan lahan K<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>, H<sub>4</sub>, dan H<sub>5</sub> memiliki tingkat bahaya erosi sangat ringan, yang disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik. Lahan hutan belum terjadi pengelolaan secara intensif sedangkan pada lahan kebun memiliki pengelolaan lahan yang sesuai dengan kaidah konservasi tanah dan air. Berikut peta tingkat bahaya erosinya seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta sebaran TBE

*Arahan konservasi penggunaan lahan*

Kecamatan Pujon memiliki tingkat bahaya erosi kategori sedang, pada penggunaan lahan tegalan (T<sub>1</sub> dan T<sub>2</sub>) bisa dilakukan upaya pemupukan untuk menambah unsur hara di tanah untuk memperbaiki kesuburan tanah, pemupukan sebaiknya memakai bahan organik. Perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan kemasaman tanah setelah diketahui tingkat kemasaman tanah. Penerapan teknik konservasi seperti penambahan sisa tanaman, pergiliran tanaman, atau tumpangsari agar proses terjadinya pengikisan tanah dapat dihambat.

Penggunaan lahan yang memiliki kelas TBE kategori berat, pada penggunaan tegalan (T<sub>3</sub> dan T<sub>4</sub>) upaya pemupukan bisa dilaksanakan untuk menambah unsur hara. Pemupukan sebaiknya dilaksanakan dengan bahan organik, penaikan pH tanah, setelah mengetahui tingkat kemasaman tanah. Teknik konservasi dilaksanakan untuk mencegah dan menghambat proses terjadinya pengikisan tanah Untuk mengurangi terjadinya erosi diperlukan tanaman kayu maupun tanaman penutup tanah dengan pengelolaan lahan terasering. Penggunaan lahan yang memiliki kelas TBE kategori sangat ringan, ringan, hingga sedang pada penggunaan kebun (K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, dan K<sub>4</sub>) upaya pemupukan bisa dilaksanakan untuk menambah unsur hara. Pemupukan sebaiknya menggunakan bahan organik serta penaikan pH tanah setelah mengetahui tingkat kemasaman tanah. Arahan penggunaan lahan yang sesuai untuk menjaga kelestariannya adalah menerapkan tindakan konservasi metode vegetatif dan mekanis (Rusdi *et al.*, 2013),

Penggunaan lahan hutan di wilayah Kecamatan Pujon sebagian besar ditemukan perubahan dari hutan kering primer menjadi hutan lahan kering sekunder. Meski masih berstatus sebagai hutan dan berada pada kawasan lindung, tapi perlu dilakukan arahan untuk mempertahankan fungsi hutan dan lahan sehingga produktivitas lahan dan perannya sebagai sistem penyangga kehidupan tetap terjaga. Merujuk pada Peraturan Menteri Kehutanan Nomor: P.70/Menhut/II/2008 tentang pedoman teknik rehabilitasi hutan dan lahan maka arahan yang sesuai untuk penggunaan lahan ini berupa kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (RHL).

### KESIMPULAN

Perkiraan besar erosi tanah di wilayah Kecamatan Pujon yakni 0,52 - 310,28 ton/ha/tahun. Tingkat bahaya erosi di wilayah Kecamatan Pujon terdapat empat kelas yakni sangat ringan, ringan, sedang, dan berat. Tingkat bahaya erosi sangat ringan (SR) terdapat pada penggunaan lahan K<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>, H<sub>4</sub>, dan H<sub>5</sub>. Tingkat bahaya erosi ringan (R) terdapat pada penggunaan lahan K<sub>3</sub>. Tingkat bahaya erosi sedang (S) terdapat pada penggunaan lahan T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, dan K<sub>4</sub>. Tingkat bahaya erosi berat (B) terdapat pada penggunaan lahan T<sub>3</sub> dan T<sub>4</sub>. Arahan konservasi dengan menerapkan teknik konservasi untuk mencegah proses pengikisan tanah karena adanya perubahan struktur biologi dan kimiawi.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor, IPB Press., Bogor.
- Blanco-Canqui, H. & Lal, R. (2008). *Principles of soil conservation and management*. Springer. Netherlands.
- Cuomo, S. & Della Sala, M. (2015). Large-area analysis of soil erosion and landslides induced by rainfall: A case of unsaturated shallow deposits. *Journal of Mountain Science*, 12(4), 783–796.
- FAO & ITPS. (2015). *Status of the world's soil resources (SWSR) – Main Report*. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, 608.
- Hammer, W. I. (1981). *Soil Conservation Consultant Report Center for Soil Research*. LPT Bogor. Indonesia.
- Haregeweyn, N., Tsunekawa, A., Poesen, J., Tsubo, M., Meshesha, D.T., Fenta, A.A., Nyssen, J., Adgo, E. (2017). Comprehensive assessment of soil erosion risk for better land use planning in river basins: Case study of the Upper Blue Nile River. *Sci Total Environ*. 1;574:95-108. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2016.09.019](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.019).
- Lenvain, J. (1975). *Kritische Studie van de universele erosi vergelijking en haar bruik baarheid als evaluatiemeddel van de bodemkonditionerings techniek in the vochtige tropen*. Thesis, Agricultural Faculty, Universiteit Belgium.
- Martínez, S. & Mollicone, D. (2012). From land cover to land use: A Methodology to assess land use from remote sensing data. *J. Remote Sensing*, 4(4), 1024-1045. DOI:[10.3390/rs4041024](https://doi.org/10.3390/rs4041024)
- Montanarella, L., Pennock, D. J., McKenzie, N., Badraoui, M., Chude, V., Baptista, I., Henriquez, C. R., de Lourdes Mendonca-Santos, M., Taboada, M., Espinosa-Victoria, D., Al-Shankiti, A., AlaviPanah, S. K., Elsheikh, E. A. E. M., Hempel, J. C., Arbestain, M., Nachtergaele, F. & Vargas, R. (2016). World's soils are under threat. *Soil*, 2(1), 79–82. <http://dx.doi.org/10.5194/soil-2-79-2016>.
- Muttaqin, T. (2015). Evaluasi kekritisan lahan di Kawasan Lindung Kecamatan Pujon Kabupaten Malang Jawa Timur dengan Teknologi Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Gamma*, 10(1). <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/gamma/article/view/2494>.
- Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., van der Zanden, E. H., Poesen, J., & Allewel, C. (2015). Modelling the effect of support practices (P-factor) on the reduction of soil erosion by water at European scale. *Environmental Science and Policy*, 51, 23–34. DOI:[10.1016/j.envsci.2015.03.012](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.03.012)
- Quinton, J. (2013). Erosion and sediment transport. In J. Wainwright, & M. Mulligan (Eds.), *Environmental Modelling: Finding Simplicity in Complexity*, 187–196. John Wiley & Sons, Ltd., London.
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K. & Yoder, D. C. (1997). Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). *Agriculture Handbook*, No. 703. Washington DC: USDA.
- Risse, L. M., Nearing, M. A., Laflen, J. M. & Nicks, A. D. (1993). Error assessment in the universal soil loss equation. *Soil Science Society of America Journal*, 57(3), 826-833. DOI:[10.2136/sssaj1993.03615995005700030032x](https://doi.org/10.2136/sssaj1993.03615995005700030032x).
- Romdhon, A.A., Utomo, K.D., Suharyanto, S. & Nugroho, H. (2014). Perencanaan konservasi Sub DAS Cimuntur Kabupaten Ciamis. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(1), 105-118. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/4589>.
- Rusdi., Alibasyah, M.R. & Karim, A. (2013). Degradasi lahan akibat erosi pada areal pertanian di Kecamatan Lembah Seulawah Kabupaten Aceh Besar. *J. Manajemen Sumberdaya*

- Lahan.*, 2(3), 240–249. <https://jurnal.usk.ac.id/MSDL/article/view/2195>.
- Schwab, G.O., Frevert, R.K., Edminster, T.W. & Barner, K. K. (1981). *Soil and Water Conservation Engineering*. John Wiley, New York.
- Siringoringo, N.Y., Gusmara, H., Prawito, P., Prasetyo & Utami, K. (2023). Effect of slope and distance from oil palm stands on soil water content. *TERRA : Journal of Land Restoration*, 6(1), 40-45. DOI: <https://doi.org/10.31186/terra.6.1.40-45>.
- Surbakti, BR., C.M. (2009). Kajian tingkat bahaya erosi (TBE) pada penggunaan lahan hortikultura di Sub DAS Lau Biang (Kawasan Hulu DAS Wampu). *Skripsi*, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Suryawanshi V. & Chandramohan, T (2016). Application of GIS in hydrology and estimation of soil erosion using USLE model. *International Journal of Science and Research.*, 483-488. DOI: [10.21275/ART20182128](https://doi.org/10.21275/ART20182128).
- Wischmeier, W. H. & Smith, D. D. (1978). *Predicting Rainfall-Erosion Losses: A Guide To Conservation Planning*. *USDA Agriculture Handbook*, No.537, Maryland.