

**Analisis Erosi dan Indeks Bahaya Erosi pada Berbagai Penggunaan Lahan di Sub DAS Opak Hulu-Tengah**

*(Erosion Analysis and Erosion Hazard Indeks on Various Land Uses in the Upper-Central Opak Sub-Watershed)*

Aniq Farikha\*, Kemal Wijaya, Purwadi

Peminatan Ilmu Tanah, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya

\*Corresponding email: [aniqfa05@gmail.com](mailto:aniqfa05@gmail.com)

**ABSTRACT**

The Opak Hulu-Central sub-watershed is in the Special Region of Yogyakarta (DIY) which has quite rapid population growth and is concentrated in Sleman Regency with a percentage of 30.69% (BPS DIY, 2021). This can have an impact on changes in land use which can result in higher erosion, especially during the rainy season. This research aims to (1) examine the main factors of erosion and (2) examine the Erosion Hazard Index for the upper-middle Opak Sub-watershed so that it can be used as an appropriate conservation guide. This research uses an exploratory descriptive method and data analysis is carried out using Arcgis 10.8 software and IBM SPSS Statistics 25. The research results show that actual erosion in the upper-middle Opak sub-watershed ranges from 1.70 to 121.64 t/ha/year with 3 TBE classifications, namely class I, II, and III with erosion factors that correlate with the amount of erosion. Apart from that, the upper-central Opak sub-watershed has an erosion hazard index of 0.09 to 4.23, which is classified as low to high.

Keywords: Erosion; Run Off; TSL; USLE

---

**ABSTRAK**

Sub DAS Opak Hulu-Tengah berada di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang memiliki pertumbuhan penduduk cukup pesat dan terkonsentrasi di Kabupaten Sleman dengan persentase sebesar 30,69% (BPS DIY, 2021). Hal tersebut dapat berdampak pada perubahan penggunaan lahan yang dapat mengakibatkan erosi semakin tinggi terutama saat musim hujan. Penelitian ini bertujuan (1) mengkaji faktor utama erosi dan (2) mengkaji Indeks Bahaya Erosi Sub DAS Opak hulu-tengah sehingga dapat dilakukan pemetaan wilayah terhadap tingkat erosi. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksploratif, analisis data dilakukan menggunakan Software Arcgis 10.8 dan IBM SPSS Statistik 25. Hasil penelitian menunjukkan bahwa erosi aktual di Sub DAS Opak hulu-tengah berkisar antara 1,70 hingga 121,64 t/ha/tahun dengan 3 klasifikasi TBE yakni kelas I, II, dan III dengan faktor erosi yang saling berkorelasi terhadap besarnya erosi. Selain itu, Sub DAS Opak hulu-tengah memiliki indeks bahaya erosi sebesar 0,09 hingga 4,23 yang tergolong rendah hingga tinggi.

Kata Kunci: Erosi; Aliran Permukaan; EDP; USLE

---

**1. PENDAHULUAN**

Daerah aliran sungai (DAS) berperan besar dalam tata hidrologi dan pemenuhan kebutuhan air manusia. Berdasarkan karakteristik dan perannya, DAS terbagi atas kawasan hulu, kawasan

tengah, dan kawasan hilir. Kawasan atau daerah hulu DAS memiliki peran krusial sebagai daerah tangkapan dan resapan air hujan sedangkan kawasan tengah yang merupakan kawasan peralihan juga mendukung peran tersebut. Kawasan Sub DAS Opak hulu-tengah hampir seluruhnya mencakup Kabupaten Sleman yang memiliki persebaran penduduk terbesar di DIY yakni sebesar 30,69% (BPS, 2021). Hal tersebut dikhawatirkan dapat berdampak pada perubahan penggunaan lahan yang tidak sesuai kaidah konservasi tanah dan air sehingga dapat meningkatkan erosi terutama saat musim hujan.

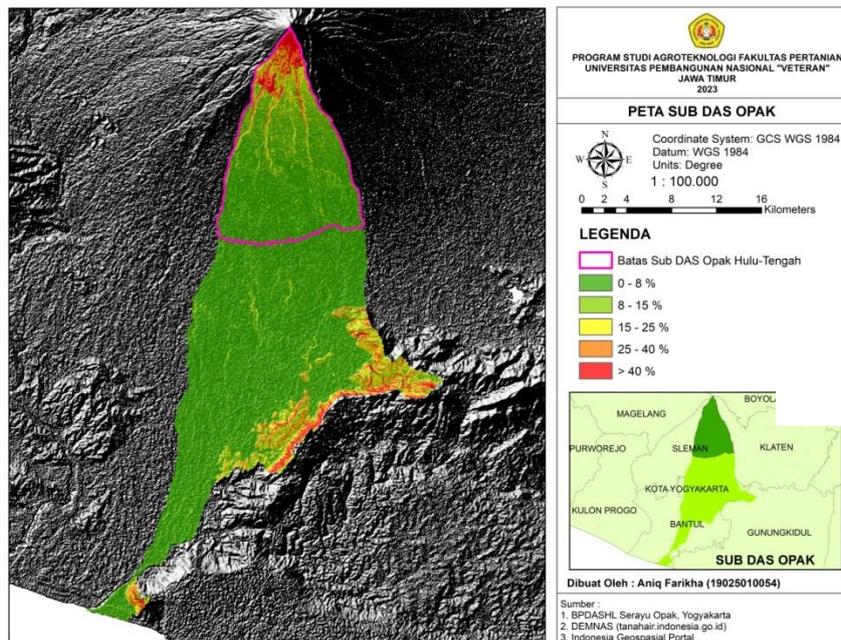
Erosi merupakan proses terkikisnya tanah oleh agen erosi atau air hujan yang mengakibatkan hilangnya lapisan atas tanah karena terbawa oleh limpasan permukaan. Proses erosi diawali dengan hancurnya agregat tanah oleh tetesan air hujan menjadi partikel yang lebih kecil (*detachment*) kemudian partikel tersebut akan mengalami pemindahan (*transportation*) dan mengendap di tempat yang lebih rendah (*deposition*) (Rusnam *et al.*, 2013). Perhitungan erosi umumnya dilakukan menggunakan metode USLE yang mengestimasi potensi erosi menggunakan pendekatan terhadap erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), dan tutupan lahan (CP). Selain itu, penggunaan metode USLE untuk memperkirakan laju erosi telah digunakan dalam beberapa penelitian di berbagai negara seperti di Cina oleh Zhang (2011) yang digunakan untuk estimasi erosi tanah di daerah pegunungan di Cina pada skala nasional. Penelitian lain juga dilakukan di Korea oleh Eunjai (2017) yang digunakan untuk menggambarkan tingkat keparahan erosi tanah regional di Korea. Erosi yang terjadi pada lahan memiliki berbagai dampak seperti menurunkan daya dukung dan produktivitas tanah (Banuwa, 2013).

Setiap lahan memiliki tingkat erosi yang berbeda yang besarnya sangat menentukan berhasil tidaknya suatu pengelolaan lahan. Penggunaan lahan yang tidak sesuai atau tidak mengikuti kaidah konservasi tanah dan air dapat menyebabkan hilangnya humus dan serasah yang berfungsi menyerap air hujan. Hal tersebut berdampak meningkatkan koefisien air larian sehingga terjadi peningkatan sedimen dan debit sungai pada kawasan hilir (Laturua, 2018). Oleh karena, perhitungan besarnya laju erosi pada lahan perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat erosi dan ancaman dampak erosi ke depannya. Perhitungan erosi ini juga dilakukan dengan tujuan melakukan pemetaan lahan terhadap tingkat bahaya erosi sehingga dapat dilakukan arahan dan upaya konservasi yang tepat sebagai bentuk usaha mempertahankan produktivitas lahan dengan memprioritaskan lahan dengan erosi yang tinggi.

## 2. METODOLOGI

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di kawasan Sub DAS Opak hulu-tengah yang terletak pada  $7^{\circ}36'1.78''$  -  $7^{\circ}41'22.14''$  LU dan  $110^{\circ}26'43.06''$  -  $110^{\circ}27'42.72''$  LS dengan 3 penggunaan lahan berbeda yakni hutan (HT), kebun campuran (KC), dan sawah (SW). Analisis sifat fisik dan kimia tanah dilakukan di laboratorium sumberdaya lahan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Penelitian ini dilaksanakan pada Maret hingga Juni 2023.



Gambar 1. Peta Sub DAS Opak

### 2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yakni alat tulis, *handphone*, laptop, *Google Earth*, ring tanah, kayu balok, palu, bor tanah, meteran, *clinometer*, *Software Arcgis 10.8*, GPS, plastik sampel, karet gelang, kasa, label, *Microsoft Office*. Alat-alat laboratorium meliputi permeameter, labu ukur, gelas ukur, *test tube*, pipet volume, gelas beaker, spektrofotometer, ayakan. Bahan yang digunakan yaitu bahan penunjang survei lapang yakni peta titik sampling (hasil pengolahan data sekunder); sampel tanah utuh dan biasa; serta bahan pereaksi untuk analisis siddat fisik dan kimia tanah yakni  $K_2Cr_2O_7$  2N,  $H_2SO_4$  pekat, larutan standar 5.000 ppm C,  $H_2O_2$  10%, HCl 2N, dan larutan  $Na_4P_2O_7$  4%.

### 2.3. Metode Penelitian dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif eksploratif yang meliputi tahap pengumpulan dan pengolahan data sekunder, pembuatan peta lapang, penentuan titik sampling, survey lapang, pengambilan sampel tanah, analisis sifat fisik tanah, analisis sifat kimia tanah, serta analisis spasial metode USLE menggunakan *Software Arcgis* 10.8. Analisis data menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan cara analisis spasial keruangan yang dilakukan dengan bantuan *Software Arcgis 10.8*. (Arif & Danoedoro, 2017). Data yang digunakan adalah data primer yang meliputi sifat fisik dan kimia tanah; jenis vegetasi; penggunaan lahan dan pengelolaannya; data sekunder berupa DEMNAS; data curah hujan Kabupaten Sleman tahun 2017-2021 (NASA); peta jenis tanah dan penggunaan lahan Sub DAS Opak Hulu-Tengah skala 1:100.000 tahun 2020 (BPDASHL Serayu-Opak-Progo). Data sekunder tersebut kemudian diolah dan di *overlay* untuk membuat peta lapang. Titik sampel ditentukan secara acak (*purposive random sampling*) pada 3 SPL yakni hutan (HT), kebun campuran (KC) dan sawah (SW) dengan 5 ulangan pada tiap SPL. Pengamatan dan pengukuran secara langsung terhadap parameter-parameter yang dibutuhkan meliputi kemiringan lereng yang diukur menggunakan clinometer, panjang lereng diukur menggunakan meteran, penggunaan lahan dan konservasinya. Selain itu, dilakukan pula pengambilan sampel utuh dan tanah biasa pada 15 titik dengan 11 kedalaman yakni 0 – 30 cm. Sampel tersebut kemudian dianalisis di laboratorium untuk mengetahui nilai tiap parameter dengan metode berikut:

Tabel 1. Parameter Analisis Sampel Tanah

No	Parameter	Metode
1	Tekstur Tanah	Pipet
2	Struktur Tanah	De Boot and De Leen
3	Berat Isi	Gravimetri
4	Permeabilitas	Klute and Dirksen
5	Bahan Organik	Walkey and Blake

#### 2.3.1. Faktor Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan merupakan kemampuan air hujan merusak atau menyebabkan tanah tererosi. Erosivitas hujan diperoleh menggunakan rumus:

$$R = \frac{(RAIN)^{2,263} (MAXP)^{0,678}}{40,065 (DAYS)^{0,349}} \quad (1)$$

Keterangan:

- R = Erosivitas hujan (mm/tahun)
- RAIN = curah hujan bulanan (cm)
- MAXP = curah hujan maksimum harian (cm)
- DAYS = jumlah hari hujan dalam 1 bulan.

### 2.3.2. Faktor Erodibilitas Tanah (K)

Erodibilitas tanah merupakan faktor yang menunjukkan mudah tidaknya suatu tanah untuk tererosi. Erodibilitas dihitung menggunakan rumus Wischmeier & Smith (1978) dalam Arsyad (2010):

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

Keterangan:

- K = Erodibilitas Tanah
- M = Ukuran Partikel (%debu + %pasir halus) (100 - % liat)
- a = Persen Bahan Organik (C Organik x 1,724)
- b = Kelas Struktur Tanah
- c = Kelas Permeabilitas Tanah

Tabel 2. Klasifikasi Erodibilitas di Indonesia

No	Nilai K	Tingkat Erodibilitas
1	< 0,10	Sangat rendah
2	0,10 – 0,15	Rendah
3	0,15 – 0,20	Agak rendah
4	0,20 – 0,25	Sedang
5	0,25 – 0,30	Agak tinggi
6	0,30 – 0,35	Tinggi
7	> 0,35	Sangat tinggi

Sumber: Arsyad (2010).

### 2.3.3. Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Nilai faktor LS diperoleh dari persamaan berikut:

$$LS = \sqrt{\frac{L}{100} 0,136 + 0,097S + 0,00139S^2} \quad (3)$$

Keterangan:

- L = Panjang lereng (m)
- S = Kemiringan lereng (%)

### 2.3.4. Faktor Vegetasi dan Pengelolaan Tanah (CP)

Faktor tutupan vegetasi menunjukkan perbandingan laju erosi pada lahan yang ditanami dengan yang tidak ditanami tanaman. Faktor pengelolaan tanah menunjukkan perbandingan laju erosi pada lahan yang dilakukan dan tidak dilakukan usaha pengelolaan/konservasi. Penentuan nilai faktor CP dilakukan menggunakan tabel nilai pengelolaan tanaman oleh Arsyad (2010).

### 2.3.5. Pendugaan Erosi Metode USLE

Perhitungan dan prediksi erosi metode USLE menggunakan persamaan sebagai berikut (Wischmeier & Smith, 1978):

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (4)$$

Keterangan:

- A = Banyaknya tanah tererosi (ton/ha/tahun)
- R = Faktor erosivitas hujan
- K = Faktor erodibilitas tanah
- LS = Faktor panjang dan kemiringan lereng
- C = Faktor vegetasi penutup tanah
- P = Faktor tindakan konservasi/pengelolaan tanah

Tingkat bahaya erosi (TBE) merupakan estimasi jumlah tanah yang akan hilang yang dipengaruhi oleh besarnya nilai faktor erosi tanah meliputi nilai R, K, LS, dan CP (Putra *et al.*, 2022) berdasarkan metode USLE. Penentuan TBE dilakukan melalui klasifikasi kelas TBE berdasarkan Permenhut No. P32/Menhut-II/2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Huutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTKRHL-DAS) berikut:

Tabel 3. Klasifikasi Kelas Tingkat Bahaya Erosi

Solum Tanah	Kelas Bahaya Erosi				
	I	II	III	IV	V
	Erosi (ton/ha/tahun)				
	<15	15-60	60-180	180-480	> 480
Dalam (> 90 cm)	SR	R	S	B	SB
Sedang (60 – 90 cm)	R	S	B	SB	SB
Dangkal (30 – 60 cm)	S	B	SB	SB	SB
Sangat Dangkal (<30 cm)	B	SB	SB	SB	SB

Keterangan: SR = sangat ringan, R = ringan, S = sedang, B = berat, SB = sangat berat

### 2.3.6. Indeks Bahaya Erosi (IBE)

Indeks bahaya erosi merupakan perbandingan antara erosi aktual (A) dengan erosi yang dapat ditoleransi atau *Tolerable Soil Loss* (EDP/TSL) menggunakan rumus Hammer (1981) dalam Nurmani *et al.* (2016) dan diklasifikasikan berdasarkan Tabel 4.

$$IBE = \frac{A}{EDP} \quad (5)$$

$$EDP = \frac{\text{Kedalaman efektif} \times \text{faktor kedalaman}}{\text{kelestarian tanah}} \times \text{berat isi} \quad (6)$$

Keterangan:

IBE = Indeks bahaya erosi

A = Erosi aktual (ton/ha/thn)

EDP = Erosi yang diperbolehkan (ton/ha/thn)

Tabel 4. Klasifikasi Indeks Bahaya Erosi (IBE)

No	Nilai	Harkat
I	< 1,00	Rendah
II	1,01 – 4,00	Sedang
III	4,01 – 10,00	Tinggi
IV	> 10,00	Sangat tinggi

Sumber: Nurmani (2016).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Erosivitas Hujan (R)

Curah hujan Sub DAS Opak hulu-tengah selama 5 tahun terakhir memiliki rata-rata sebesar 2.225,23 mm/tahun yang tergolong dalam curah hujan sedang berdasarkan Peraturan Dirjen Kehutanan No. 3 Tahun 2013. Hujan dengan rata-rata tertinggi terdapat pada bulan Februari dengan curah hujan sebesar 483,05 mm/bulan dan rata-rata terendah terdapat pada bulan Juli sebesar 29,11 mm/bulan. Berdasarkan data curah hujan tersebut, diperoleh indeks erosivitas hujan lokasi penelitian sebesar 361,18 KJ/ha/tahun (Tabel 5). Curah hujan yang tinggi akan menghasilkan kekuatan dispersi atau penghancur agregat yang kuat. Selain itu, curah hujan yang tinggi juga akan menyebabkan aliran permukaan semakin tinggi terutama pada lahan dengan *cover crop* rendah sehingga meningkatkan kemungkinan jumlah tanah yang terangkut.

Erosivitas hujan tertinggi terdapat pada bulan Februari yakni sebesar 191,29 KJ/ha dan terendah pada bulan Juli yakni sebesar 0,13 KJ/ha. Erosivitas hujan yang tinggi pada bulan Februari disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi dengan curah hujan harian maksimal sebesar 7 cm/hari. Begitu pula sebaliknya, curah hujan dengan intensitas rendah pada bulan Juli

dan Agustus akan menghasilkan indeks erosivitas yang rendah pula. Hal ini sesuai dengan Eva *et al.* (2017) bahwa besar kecilnya energi kinetik hujan sebagai agen erosi berbanding lurus dengan tinggi rendahnya intensitas hujan. Semakin tinggi nilai erosivitas hujan, maka daya hancurnya terhadap agregat akan semakin kuat.

Tabel 5. Faktor Erosivitas Hujan Sub DAS Opak Hulu-Tengah

Bulan	CH (mm)	RAIN (cm)	MAXP (cm)	DAYS	R (KJ/ha)
Januari	305,86	30,59	4,15	29,2	46,40
Februari	483,05	48,30	7,00	27	191,29
Maret	202,5	20,25	2,71	27,8	13,93
April	201,27	20,13	3,37	27	16,06
Mei	120,39	12,04	2,14	16	4,44
Juni	82,02	8,20	1,99	13,6	1,87
Juli	29,11	2,91	0,72	4,6	0,13
Agustus	33,30	3,33	1,34	5,6	0,25
September	88,50	8,85	2,60	10,6	2,91
Oktober	152,10	15,21	2,82	17	8,87
November	210,08	21,01	3,24	23,8	18,01
Desember	317,18	31,72	4,77	26,8	57,04
Total	2225,23	222,52	36,86	229	361,18

### 3.2. Erodibilitas Tanah (K)

Sub DAS Opak hulu-tengah memiliki variasi tingkat erodibilitas yang terdiri dari tingkat sangat rendah hingga agak tinggi (Tabel 6). Variasi nilai erodibilitas tersebut disebabkan perbedaan faktor tanah. Tanah yang memiliki persentase debu tinggi, pasir sangat halus tinggi, dan liatnya rendah, akan memiliki nilai M yang tinggi. Hal ini karena debu dan pasir sangat halus sangat peka terhadap erosi dan limpasan permukaan sedangkan liat lebih tahan terhadap erosi karena dapat membentuk agregat dengan ikatan yang cukup kuat.

Kebun campuran pada titik 1 (KC1) memiliki persentase total debu dan pasir sangat halus paling besar yakni 50% dengan kandungan liat yang rendah sebesar 4% yang menghasilkan nilai M sebesar 4.800 dan menjadi SPL dengan nilai M terbesar di lokasi penelitian. Berbeda dengan KC1, KC5 memiliki persentase liat tertinggi yaitu sebesar 23% dengan persentase total debu dan pasir sangat halus terendah yakni 6,2% sehingga menghasilkan nilai M terendah di daerah penelitian yakni sebesar 477,4. Rendahnya nilai M menunjukkan bahwa ukurn partikel dalam tanah didominasi oleh fraksi yang tidak peka atau tahan terhadap erosi. Erodibilitas tanah juga dipengaruhi oleh kandungan bahan organik (BO) tanah. Bahan organik tanah berperan mempererat hubungan antar partikel tanah sehingga membentuk agregasi yang kuat. Semakin

tinggi kandungan BO dalam tanah, maka agregat akan semakin stabil dan tidak mudah hancur saat terkena air hujan. Namun jika tanah memiliki BO rendah dan didominasi oleh fraksi debu yang tidak membentuk ikatan kuat seperti liat, maka tanah akan lebih mudah mengalami erosi karena ikatan antar partikel lemah.

Tabel 6. Faktor Erodibilitas Tanah Sub DAS Opak Hulu-Tengah

SPL	% D	% L	% P	M	A	b	c	Nilai K	Ket.
HT 1	32	6	5,8	3553,2	2,54	2	4	0,32	SD
HT 2	20	6	8,6	2688,4	2,79	2	4	0,23	SD
HT 3	34	8	2,1	3321,2	2,82	3	2	0,27	SD
HT 4	16	3	8,2	2347,4	0,95	1	4	0,20	SD
HT 5	10	5	5	1425	0,41	1	2	0,05	SR
KC 1	45	4	5	4800	5,18	3	3	0,33	AT
KC 2	26	7	2,8	2678,4	4,84	3	4	0,23	SD
KC 3	33	10	4,2	3348	7,12	3	3	0,18	R
KC 4	10	3	4,8	1435,6	1,45	1	1	0,01	SR
KC 5	3	23	3,2	477,4	4,73	3	4	0,10	SR
SW 1	25	7	6,7	2948,1	1,94	4	5	0,39	T
SW 2	20	7	3,2	2157,6	4,13	3	3	0,18	R
SW 3	18	8	2,4	1876,8	1,71	4	5	0,30	SD
SW 4	29	9	2,4	2857,4	3,85	3	4	0,27	SD
SW 5	29	3	1,4	2948,8	2,31	2	4	0,27	SD

Keterangan: HT = Hutan, KC = Kebun Campuran, SW = Sawah

SR = sangat ringan, R = ringan, SD = sedang, AT = agak tinggi, T = tinggi

Erodibilitas tanah tertinggi terdapat pada SW1 dengan nilai K sebesar 0,39. Tingginya nilai erodibilitas ini disebabkan SW1 memiliki persentase fraksi yang mudah tererosi yakni pasir sangat halus dan debu yang jauh lebih tinggi dibandingkan persentase liat. Selain itu, SW1 memiliki kandungan bahan organik rendah serta harkat kelas struktur dan permeabilitas yang tinggi. Hal tersebut mengakibatkan tanah mudah terpisah oleh air hujan dan terangkut oleh limpasan permukaan. Pahlevi *et al.* (2018) mengungkapkan bahwa nilai erodibilitas yang besar menunjukkan kerentanan tanah terhadap erosi juga besar. Erodibilitas terendah terdapat pada KC4 dengan nilai K sebesar 0,01. Rendahnya nilai K pada KC4 disebabkan persentase debu dan pasir sangat halus tidak terlalu tinggi serta tingginya harkat kelas struktur dan permeabilitas tanah sehingga ikatan partikel tanah lebih kuat. Nilai erodibilitas yang rendah menunjukkan kepekaan tanah terhadap erosi rendah. Hal ini sesuai dengan Andriyani *et al.* (2020) bahwa kepekaan suatu tanah terhadap erosi akan semakin rendah seiring semakin rendahnya nilai K. Begitu pula sebaliknya, kepekaan tanah terhadap erosi akan semakin meningkat seiring bertambahnya nilai K.

### 3.3. Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Sub DAS Opak memiliki topografi bergelombang dengan panjang dan kemiringan lereng yang bervariasi. Panjang lereng terpendek terdapat pada SPL SW5 dengan lereng sepanjang 9,7 m. Lereng terpanjang terdapat pada SW2 dan SW1 dengan lereng sepanjang 20,3 dan 19,8 m. Semakin panjang lereng, maka pengaruhnya terhadap erosi pun akan semakin besar. Hal ini sesuai dengan penjelasan Andrian *et al.* (2014) bahwa lereng yang semakin panjang akan menyebabkan pengikisan terhadap tanah semakin besar sebagai dampak peningkatan kecepatan *run off*. Hal ini akan semakin terasa ketika berada pada kemiringan lereng yang sangat besar atau sangat curam. Nilai LS pada lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) Sub DAS Opak Hulu-Tengah

SPL	Panjang lereng (m)	Kemiringan lereng		Nilai LS
		(°)	(%)	
HT 1	14,5	33,6	74,7	3,51
HT 2	12,4	35,9	79,8	3,46
HT 3	13,9	38,4	85,3	3,90
HT 4	16,1	40,2	89,3	4,39
HT 5	11,6	43,9	97,6	4,06
KC 1	19,3	33,1	73,6	3,99
KC 2	13,8	31,9	70,9	3,26
KC 3	15,2	30,5	67,8	3,28
KC 4	12,7	28,1	62,4	2,77
KC 5	13,1	26,5	58,9	2,66
SW 1	19,8	3,7	8,2	0,61
SW 2	20,3	5,5	12,2	0,83
SW 3	15,5	6,9	15,3	0,87
SW 4	11,2	13,9	30,9	1,36
SW 5	9,7	15,1	33,6	1,36

Keterangan: HT = Hutan, KC = Kebun Campuran, SW = Sawah

Kemiringan lereng pada hutan sekunder dan kebun campuran termasuk kategori sangat curam karena memiliki kemiringan lereng lebih dari 40%. Hal ini menyebabkan kedua SPL tersebut memiliki nilai LS yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sawah yang memiliki persentase kemiringan lereng yang lebih kecil. Hutan sekunder, kebun campuran, dan sawah memiliki nilai LS berturut-turut sebesar 3,86; 3,19; dan 1 dengan nilai LS terbesar 4,39 pada SPL HT4 dan nilai LS terkecil sebesar 0,61 pada SW1. Besarnya nilai LS pada hutan sekunder dan kebun campuran menyebabkan kedua SPL tersebut memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap erosi karena mengurangi penyerapan air hujan oleh tanah. Selain itu, semakin tinggi

nilai LS maka potensi limpasan permukaan atau *run off* akan semakin besar, begitu pula dengan partikel tanah yang terangkut di dalamnya.

### 3.4. Vegetasi dan Pengelolaan Tanah (CP)

Sub DAS Opak hulu-tengah didominasi oleh 3 satuan penggunaan lahan (SPL) yakni hutan sekunder, kebun campuran, dan sawah dengan komoditas padi. Nilai vegetasi (C) terendah terdapat pada SPL HT3, HT4, dan HT5 yang merupakan hutan MPTS dengan seresah sedang yang memiliki nilai C sebesar 0,1 sedangkan nilai tertinggi terdapat pada SW1, SW2, dan SW3 dengan nilai 0,561. Semakin tinggi nilai C maka pengaruhnya terhadap erosi akan semakin besar. Hal ini karena peran vegetasi dalam melindungi tanah semakin rendah baik karena tajuk yang tidak rapat ataupun lahan semakin terbuka. Begitu pula sebaliknya, semakin rendah nilai C maka kemampuan vegetasi dalam melindungi tanah dari hujan semakin tinggi sehingga erosi yang terjadi pada lahan semakin rendah. Nilai CP dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Faktor Vegetasi dan Pengelolaan Tanah (CP) Sub DAS Opak Hulu-Tengah

SPL	Penggunaan Lahan	Nilai C	Pengelolaan	Nilai P	Nilai CP
HT1	Hutan tebang pilih	0,3	-	1	0,3
HT2	Hutan tebang pilih	0,3	Penanaman menurut kontur	0,9	0,27
HT3	Hutan seresah sedang	0,1	-	1	0,1
HT4	Hutan seresah sedang	0,1	-	1	0,1
HT5	Hutan seresah sedang	0,1	-	1	0,1
KC1	Kebun campuran (rapat)	0,2	-	1	0,2
KC2	Kebun campuran (rapat)	0,2	Penanaman menurut kontur	0,9	0,18
KC3	Kebun campuran (rapat)	0,2	Teras bangku (baik)	0,04	0,008
KC4	Kebun campuran (kurang rapat)	0,5	Penanaman menurut kontur	0,9	0,45
KC5	Kebun campuran (kurang rapat)	0,5	-	1	0,5
SW1	Padi	0,561	-	1	0,561
SW2	Padi	0,561	-	1	0,561
SW3	Padi	0,561	-	1	0,561
SW4	Padi	0,561	Teras bangku (kurang baik)	0,35	0,196
SW5	Padi	0,561	Teras bangku (sedang)	0,15	0,084

Keterangan: HT = Hutan, KC = Kebun Campuran, SW = Sawah

Tutupan tajuk yang rapat akan melindungi tanah dengan intensif. Air hujan tidak akan mengenai tanah secara langsung melainkan secara perantara oleh tanaman atau vegetasi penutup tanah. Tanaman akan terlebih dahulu terkena air hujan sehingga mengurangi energi kinetik air hujan dan menyebabkan energi penghancur tanah berkurang. Hal ini sesuai dengan

Nurmani *et al.* (2016) yang menjelaskan peran penting vegetasi terhadap erosi dengan cara menghalangi energi kinetik hujan secara langsung sehingga kerusakan tanah permukaan dapat dicegah, mengurangi kecepatan dan daya kikis *run off*, meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah, mengurangi intensitas erosi, dan mendukung perkembangan dan keanekaragaman biota tanah yang baik dalam mendukung perbaikan sifat tanah.

Tanah tanpa konservasi memiliki harkat paling tinggi yakni 1 sedangkan nilai terendah terdapat pada pengelolaan dengan teras bangku dengan konstruksi bagus yang memiliki harkat sebesar 0,04. Rendahnya nilai P menunjukkan pengelolaan tanah yang dilakukan dengan baik sehingga dapat mengurangi erosi pada lahan. Pengelolaan tanah pada KC3 berupa pembuatan teras dengan konstruksi bagus mampu mengurangi kemiringan tanah dan mempermudah penyerapan air hujan oleh tanah, memperluas daerah infiltrasi, dan mengurangi limpasan permukaan. Hal ini sesuai dengan penjelasan Idjudin (2011) bahwa teras bangku berfungsi memperlambat aliran permukaan dengan memotong lereng yang curam menjadi landai; mempermudah dan memperluas daerah infiltrasi; dan mendukung pengolahan tanah. Selain itu, penanaman tanaman penguat teras seperti rumput, ketela, atau vegetasi lainnya di bibir dan samping teras akan meningkatkan efektivitas teras bangku sebagai pengendali erosi. Keberadaan tanaman penguat ini akan mengurangi daya pukul hujan, melindungi teras, dan mencegah kelongsoran teras.

### **3.5. Erosi Aktual (A) dan Tingkat Bahaya Erosi (TBE)**

Erosi aktual di daerah penelitian cukup beragam dilihat dari banyaknya tanah yang tererosi dalam satuan ton/ha/tahun. Erosi aktual terendah terdapat pada KC3 dengan erosi sebesar 1,70 ton/ha/tahun dan termasuk dalam TBE kelas I (Tabel 9). Faktor utama rendahnya erosi pada SPL ini yaitu tutupan lahan dan pengelolaan tanah yang baik (CP). Penggunaan lahan berupa kebun campuran yang rapat mampu mengurangi energi kinetik air hujan sebelum sampai ke tanah sehingga daya hancurnya semakin rendah. Pengelolaan tanah berupa teras bangku dengan konstruksi baik dan juga erodibilitas tanah yang rendah juga berperan sangat besar karena mempermudah penyerapan air hujan oleh tanah sehingga limpasan permukaan juga berkurang.

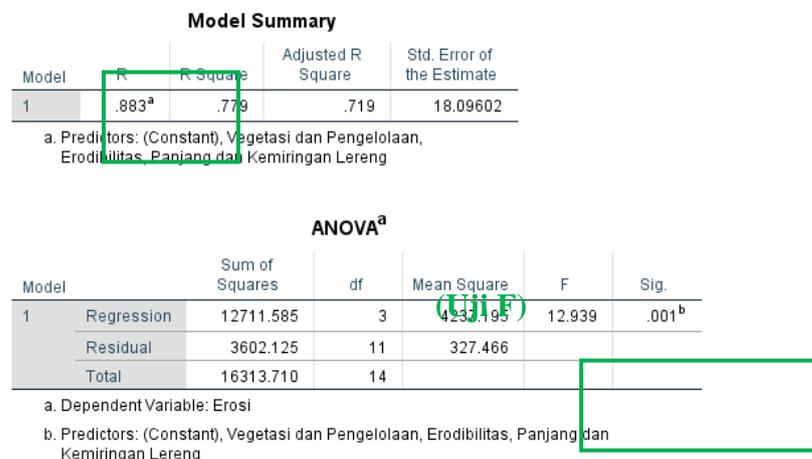
Erosi tertinggi terdapat pada HT1 dengan erosi sebesar 121,64 ton/ha/tahun. Tingginya erosi pada penggunaan lahan HT1 disebabkan oleh tingginya nilai erodibilitas, kelerengan, serta vegetasi dan pengelolaan tanah. Penggunaan lahan berupa hutan tebang pilih menyebabkan nilai (C) lebih besar karena pada SPL ini tutupan tajuk akan berkurang ketika dilakukan

penebangan. Tidak adanya konservasi pada kemiringan lereng dan erodibilitas tanah yang besar juga memperbesar erosi karena membuat air hujan sulit meresap ke tanah sehingga sebagian besar air hujan akan menjadi *run off* yang menyebabkan erosi di lahan semakin tinggi. Laju erosi pada HT5 dan KC4 sangat dipengaruhi oleh tingkat erodibilitas tanah. Kedua SPL tersebut memiliki kelengan yang besar dan pengelolaan lahan yang tidak terlalu baik namun memiliki erosi aktual yang rendah. Hal tersebut dikarenakan HT5 dan KC4 memiliki nilai erodibilitas yang sangat rendah yakni 0,05 dan 0,01. Hutan pada titik 5 (HT5) memiliki tekstur pasir berlempung sedangkan KC4 memiliki tekstur pasir. Dominasi fraksi kasar tersebut membuat permeabilitas tanah semakin cepat sehingga mengurangi limpasan permukaan.

Tabel 9. Erosi Aktual (A) Sub DAS Opak Hulu-Tengah

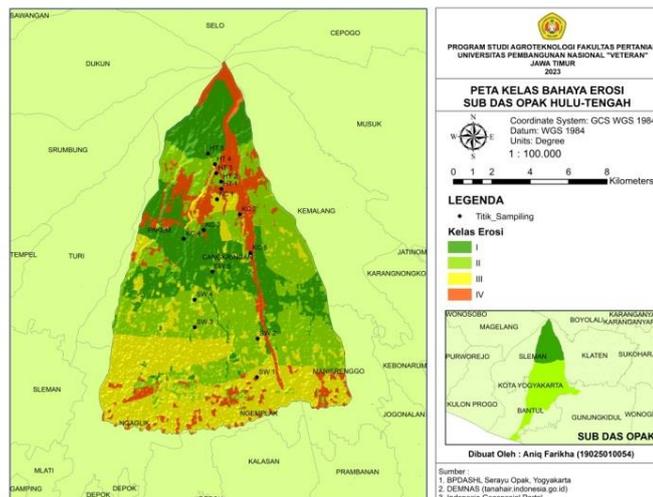
SPL	K. Tanah (cm)	R	K	LS	CP	A	TBE	EDP	IBE	Tingkat
HT1	>110	361,18	0,32	3,51	0,3	121,64	III	70,91	1,72	Sedang
HT2	>110	361,18	0,23	3,46	0,27	77,52	III	71,66	1,08	Sedang
HT3	>110	361,18	0,27	3,90	0,1	38,07	II	79,45	0,48	Rendah
HT4	>110	361,18	0,2	4,39	0,1	31,72	II	96,79	0,33	Rendah
HT5	>110	361,18	0,05	4,06	0,1	7,33	I	82,41	0,09	Rendah
KC1	>110	361,18	0,33	3,99	0,2	95,11	III	53,91	1,76	Sedang
KC2	>110	361,18	0,23	3,26	0,18	48,70	II	53,89	0,90	Rendah
KC3	>110	361,18	0,18	3,28	0,008	1,70	I	55,88	0,03	Rendah
KC4	>110	361,18	0,01	2,77	0,5	5,00	I	72,19	0,06	Rendah
KC5	>110	361,18	0,1	2,66	0,5	48,05	II	64,59	0,74	Rendah
SW1	78	361,18	0,39	0,61	0,561	48,13	II	11,38	4,23	Tinggi
SW2	89	361,18	0,18	0,83	0,561	30,29	II	19,52	1,55	Sedang
SW3	84	361,18	0,3	0,87	0,561	52,93	II	23,53	2,25	Sedang
SW4	112	361,18	0,27	1,36	0,19635	25,95	II	25,07	1,03	Sedang
SW5	>110	361,18	0,27	1,36	0,08415	11,15	III	39,68	0,28	Rendah

Keterangan: HT = Hutan, KC = Kebun Campuran, SW = Sawah



Gambar 2. Hasil Uji F dan Koefisien Determinasi

Faktor erosi yang meliputi erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), serta tutupan vegetasi dan pengelolaan lahan (CP) saling berkorelasi terhadap besarnya erosi. Hal ini terlihat pada gambar 2 dengan hasil uji F yang menunjukkan nilai signifikansi untuk pengaruh faktor erosi secara simultan terhadap erosi aktual sebesar 0,001 yang nilainya kurang dari 0,05 dan memiliki nilai F hitung sebesar  $12,939 > F$  tabel yang memiliki nilai 3,49. Hal ini menunjukkan bahwa faktor erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, serta vegetasi dan pengelolaan lahan berpengaruh secara simultan terhadap besar kecilnya erosi aktual. Besarnya pengaruh faktor tersebut ditunjukkan dengan R square ( $R^2$ ) pada tabel koefisien determinasi yang bernilai 0,779 atau memiliki pengaruh sebesar 77,9%. Imam *et al.* (2015) menjelaskan bahwa semakin besar nilai  $R^2$  atau semakin mendekati angka 1 maka hubungan antara variabel semakin kuat.



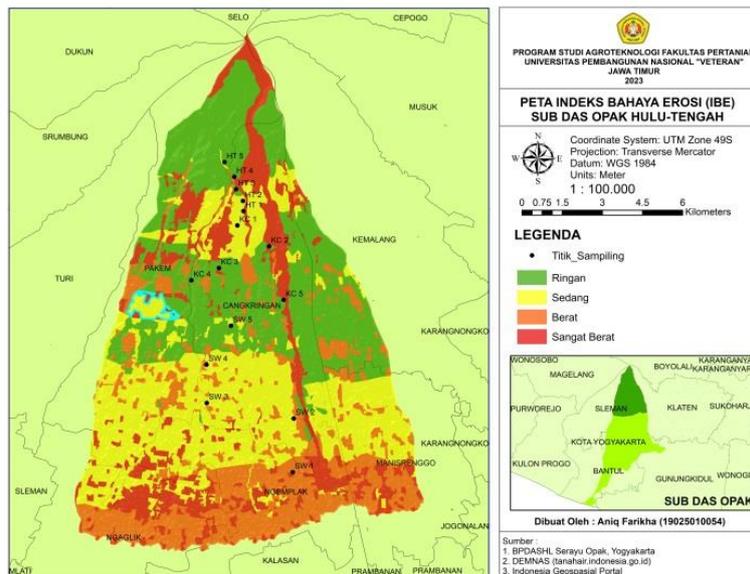
Gambar 3. Peta Tingkat/Kelas Bahaya Erosi Sub DAS Opak Hulu-Tengah

### 3.6. Indeks Bahaya Erosi (IBE)

Indeks bahaya erosi (IBE) pada Sub DAS Opak hulu-tengah berkisar antara 0,20 hingga 7,60 yang tergolong rendah hingga tinggi. Tinggi rendahnya IBE ini disebabkan oleh besarnya erosi aktual dan banyaknya tanah tererosi yang dapat ditoleransi (EDP). Penentuan IBE bertujuan untuk menentukan atau mengklasifikasikan tingkat erosi akan membahayakan kelestarian produktivitas tanah yang bersangkutan yang diperoleh dengan membandingkan nilai atau besar erosi aktual dengan erosi yang diperbolehkan. Besarnya EDP dan IBE pada lahan dapat dilihat pada Tabel 9.

EDP sendiri dipengaruhi kedalaman solum tanah dimana semakin dangkal solum tanah maka EDP akan semakin kecil. Semakin dangkal solum tanah maka tanah yang dapat tererosi

semakin sedikit. Berdasarkan harkat IBE yang ditunjukkan Tabel 9, lahan dengan tingkat IBE tinggi terdapat SW1 atau penggunaan lahan sawah dengan IBE sebesar 4,23 sedangkan IBE terendah terdapat pada KC3 dengan IBE sebesar 0,03. Tatiek & Gusti (2012) mengungkapkan bahwa apabila erosi lebih besar dari EDP maka lahan ini membutuhkan upaya konservasi dengan merencanakan perbaikan faktor vegetasi dan pengelolaannya sedangkan apabila erosi kurang dari atau sama dengan EDP maka lahan dapat dibiarkan dengan pengelolaan yang sudah ada. Berdasarkan Tabel 9, lahan yang membutuhkan konservasi tanah dan air yaitu HT1, HT2, KC1, SW1, SW2, SW3, dan SW4. Arah konservasi dapat dilakukan secara mekanis melalui bangunan sipil, biologis melalui vegetasi, ataupun secara kimia menggunakan pembenah tanah dengan memperhitungkan terlebih dahulu nilai dari upaya yang akan dilakukan dan pengaruhnya terhadap besar erosi aktual.



Gambar 4. Peta Indeks Bahaya Erosi (IBE) Sub DAS Opak Hulu-Tengah

#### 4. KESIMPULAN

Erosi aktual di Sub DAS Opak hulu-tengah berkisar antara 1,70 hingga 121,64 ton/ha/tahun dengan 3 klasifikasi TBE yakni kelas I, II, dan III dengan faktor erosi yang berkorelasi kuat terhadap besarnya erosi. Sub DAS Opak hulu-tengah memiliki indeks bahaya erosi (IBE) berkisar antara 0,09 hingga 4,23 yang tergolong rendah hingga tinggi dengan lahan prioritas konservasi meliputi HT1, HT2, KC1, SW1, SW2, SW3, dan SW4 karena memiliki EDP lebih besar dari erosi aktual.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrian, Supriadi, & Purba, M. (2014). Pengaruh Ketinggian Tempat dan Kemiringan Lereng Terhadap Produksi Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) di Kebun Hapesong PTPN III Tapanuli Selatan. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 2(3), 981–989.
- Andriyani, I., Wahyuningsih, S., & Arumsari, R. (2020). Penentuan Tingkat Bahaya Erosi di Wilayah DAS Bedadung Kabupaten Jember. *JRPB*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v8i1.122>
- Arif, N., Danoedoro, P., & Hartono, H. (2017). Pemodelan Spasial Erosi Kualitatif Berbasis Raster (Studi Kasus di DAS Serang, Kabupaten Kulonprogo). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(2), 127-134.
- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press.
- Banuwa. (2013). *Erosi*. Kencana Prenada Media Group.
- BPS. (2021). *Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dalam Angka 2021*.
- Eunjai, L., Sujung, A., & Sangjun, I. (2017). Estimation of Soil Erosion Rate in the Democratic People's Republic of Korea Using the RUSLE Model. *Forest Science and Technology*, (13)3, 100-108.
- Eva, S., Hadinoto, & Muhammad, I. (2017). Prediksi Tingkat Bahaya Erosi Menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) di Daerah Tangkapan Air Danau Wisata Bandar Kayangan. *Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan*, 12(2), 109–117.
- Hammer, W., I., (1981). *Second Soil Conservation Consultant Report*. AGOF/INS/78/006. Tech. Note No.10. Centre for Soil Research, Bogor (ID).
- Idjudin, A., A., (2011). Peranan Konservasi Lahan Dalam Pengelolaan Perkebunan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 5(2), 103–116.
- Imam, B., Kemala, S., L., & Alida., L. (2015). Pendugaan Erosi Aktual berdasarkan Metode USLE Melalui Pendekatan Vegetasi, Kemiringan Lereng, dan Erodibilitas di Hulu Sub DAS Padang. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 3(1): 160-167.
- Laturua, A., Hendrayanto, & Puspaningsih, N. (2018). Penggunaan lahan optimal dalam tranformasi hujan limpasan di DAS Wae Ruhu. *Media Konservasi*, 23(1), 52–64.
- Nurmani, U., Anton, M., & Rahman, A. (2016). Indeks Bahaya Erosi (IBE) Pada Beberapa Penggunaan Lahan di Desa Malei Kecamatan Balaesang Tanjung Kabupaten Donggala. *E-J. Agrotekbis*, 4(2), 186–194.
- Pahlevi, R., S., Hasan, H., & Devy, S. D. (2018). Studi Tingkat Erodibilitas Tanah Pada PIT 3000 Blok 3, PT. Bharinto Ekatama Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 6(1), 17–20.
- Putra, I., Jalil, M., Sufardi, & Alvisyahrin, T. (2022). Karakteristik Sifat Tanah pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di DAS Meureubo, Provinsi Aceh, Indonesia. *Jurnal Agrotek Lestari*, 8(1), 86–97.
- Rusnam, Eri, G., E., & Erich, M., S. (2013). Analisis Spasial Besaran Tingkat Erosi Pada Tiap Satuan Lahan di Sub DAS Batang Kandis. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 10 (2): 149-167.
- Tatiek, & I, Gusti. (2012). Prediksi Erosi dan Perencanaan Konservasi Tanah dan Air pada Daerah Aliran Sungai Saba. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 1(1), 12–23.

- Wischmeir, W., H., & Smith, D., D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning*. Department of Agriculture, Agriculture Handbook.
- Zhang, C., Xie, G., Liu, C., & Lu, C. (2011). Assessment of Soil Erosion Under Woodlands Using USLE in China. *Front. Earth Sci.* 5, 150–161.