



## Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Bab 10  
Assignment title: Tatag Muttaqin  
Submission title: Journal of Forest Science Avicennia\_Estimation of Erosion wit...  
File name: Journal\_of\_Forest\_Science\_Avicennia\_Estimation\_of\_Erosion\_...  
File size: 375.45K  
Page count: 8  
Word count: 2,369  
Character count: 13,475  
Submission date: 19-Dec-2024 03:48PM (UTC+0700)  
Submission ID: 2555896988



### Pendugaan Erosi Dengan Sistem Informasi Geografi (SIG) Di Kawasan Bekas Kebakaran Tahura Raden Soerjo

Heri Erwantoro Timur<sup>1</sup>, Tatag Muttaqin<sup>2</sup>, Nugroho Tri Waskitho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang Tegalondo, Karangploso, Babatan, Tegalondo, Kec. Karang Ploso, Malang, Jawa Timur 65152

<sup>2</sup>Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang Tegalondo, Karangploso, Babatan, Tegalondo, Kec. Karang Ploso, Malang, Jawa Timur 65152

\*Email: [Heritomor9@gmail.com](mailto:Heritomor9@gmail.com)

#### ABSTRACT

The Ledug Block is one of the areas in TAHURA R Soerjo which is experiencing fire. The fire causes the existing land cover to change or decrease, with the reduced land cover, the land will be easily exposed to surface runoff. This study aims to calculate the erosion rate in the TAHURA R Soerjo Ledug Block using the USLE equation, visual presentation of erosion using the Geographic Information System (GIS). This research was conducted in December 2018 in the rehabilitation area of Tahura R Soerjo Pring Ledug Block, Pasuruan. The method used is the Geographic Information System (GIS) whose data is sourced from calculations with the USLE method. The results of the study are the rain erosivity index (R) obtained from the month rainfall in 2018. The soil at the study site in each SUL is dusty clay. The vegetation in the research location in each SUL is in the form of bushes and added to SUL 3 there are several trees. The average erosion rate is 0.034 tons / ha / year. Erosion hazard classes that occur at the research location are included in class I (very mild). Enriching the land cover by planting trees with tree stands needs to be done so that the land is tightly closed and better withstand surface runoff.

**Keywords** : Forests, Land Cover, Erosion, Geographic Information Systems (GIS).

#### ABSTRAK


Blok Ledug merupakan salah satu kawasan di TAHURA R Soerjo yang mengalami kebakaran. Kebakaran tersebut mengakibatkan tutupan lahan yang ada berubah atau berkurang, dengan adanya tutupan lahan yang berkurang maka akan dengan mudah lahan tersebut terkena aliran permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung laju erosi di Blok Ledug TAHURA R Soerjo menggunakan persamaan USLE, penyajian visual erosi menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 di kawasan rehabilitasi Tahura R Soerjo Blok Ledug Pring Pasuruan. Metode yang digunakan yaitu dengan Sistem Informasi Geografi (SIG) yang datanya bersumber dari perhitungan dengan metode USLE. Hasil penelitian yaitu indeks erosivitas hujan (R) yang diperoleh dari curah hujan bulan pada tahun 2018. Tanah pada lokasi penelitian di tiap SULnya lempung berdebu. Vegetasi yang ada dilokasi penelitian di tiap SUL berupa semak-semak dan ditambah pada SUL 3 terdapat beberapa pohon. Rata-rata laju erosi yang didapat 0,034 ton/ha/tahun. Kelas bahaya erosi yang terjadi dilokasi penelitian termasuk dalam kelas I (sangat ringan). Pengayaan tutupan lahan dengan penanaman berupa tegakan pohon perlu dilakukan agar lahan tertutup dengan rapat dan lebih menahan aliran permukaan.

# Bab 10

## Journal of Forest Science Avicennia\_Estimation of Erosion with Geographic Information Systems (GIS) in the TAHURA RADEN...

 Tatag Muttaqin

 Prodi Peternakan

 University of Muhammadiyah Malang

---

### Document Details

**Submission ID**

trn:oid::1:3119211428

**Submission Date**

Dec 19, 2024, 3:48 PM GMT+7

**Download Date**

Dec 19, 2024, 3:50 PM GMT+7

**File Name**

Journal\_of\_Forest\_Science\_Avicennia\_Estimation\_of\_Erosion\_with\_Geographic\_Information\_Syste....pdf

**File Size**

375.4 KB

8 Pages

2,369 Words

13,475 Characters

# 5% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Filtered from the Report




- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text

## Exclusions

- ▶ 14 Excluded Matches

---

## Top Sources

- 5%  Internet sources
- 2%  Publications
- 5%  Submitted works (Student Papers)

---

## Integrity Flags




### 0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

## Top Sources

- 5%  Internet sources
- 2%  Publications
- 5%  Submitted works (Student Papers)

---

## Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

<b>1</b>	<b>Student papers</b>	
	University of Muhammadiyah Malang	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>Internet</b>	
	repository.ub.ac.id	<b>1%</b>



## JOURNAL OF FOREST SCIENCE AVICENNIA

E-ISSN : 2622-8505 | Email : [avicennia.kehutananutmm@umm.ac.id](mailto:avicennia.kehutananutmm@umm.ac.id)  
<http://ejournal.umm.ac.id/index.php/avicennia>

Jl. Raya Tlogomas No.246 Malang, Jawa Timur ☎ 0822-5785-2386 (Febri)

### **Pendugaan Erosi Dengan Sistem Informasi Geografi (SIG) Di Kawasan Bekas Kebakaran Tahura Raden Soerjo**

**Heri Erwantoro Timor<sup>1\*</sup>, Tatag Muttaqin<sup>2</sup>, Nugroho Tri Waskitho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammdyah Malang Tegalondo, Karangploso, Babatan, Tegalondo, Kec. Karang Ploso, Malang, Jawa Timur 65152

<sup>2</sup>Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammdyah Malang Tegalondo, Karangploso, Babatan, Tegalondo, Kec. Karang Ploso, Malang, Jawa Timur 65152

\*Email: [Heritomor9@gmail.com](mailto:Heritomor9@gmail.com)

#### **ABSTRACT**

The Ledug Block is one of the areas in TAHURA R Soerjo which is experiencing fire. The fire causes the existing land cover to change or decrease, with the reduced land cover, the land will be easily exposed to surface runoff. This study aims to calculate the erosion rate in the TAHURA R Soerjo Ledug Block using the USLE equation, visual presentation of erosion using the Geographic Information System (GIS). This research was conducted in December 2018 in the rehabilitation area of Tahura R Soerjo Priug Ledug Block, Pasuruan. The method used is the Geographic Information System (GIS) whose data is sourced from calculations with the USLE method. The results of the study are the rain erosivity index (R) obtained from the month rainfall in 2018. The soil at the study site in each SUL is dusty clay. The vegetation in the research location in each SUL is in the form of bushes and added to SUL 3 there are several trees. The average erosion rate is 0.034 tons / ha / year. Erosion hazard classes that occur at the research location are included in class I (very mild). Enriching the land cover by planting trees with tree stands needs to be done so that the land is tightly closed and better withstand surface runoff.

**Keywords** : *Forests, Land Cover, Erosion, Geographic Information Systems (GIS).*

#### **ABSTRAK**

Blok Ledug merupakan salah satu kawasan di TAHURA R Soerjo yang mengalami kebakaran. Kebakaran tersebut mengakibatkan tutupan lahan yang ada berubah atau berkurang, dengan adanya tutupan lahan yang berkurang maka akan dengan mudah lahan tersebut terkena aliran permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung laju erosi di Blok Ledug TAHURA R Soerjo menggunakan persamaan USLE, penyajian visual erosi menggunakan Sistem Informasi Geografi (SIG). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 di kawasan rehabilitasi Tahura R Soerjo Blok Ledug Prigen Pasuruan. Metode yang digunakan yaitu dengan Sistem Informasi Geografi (SIG) yang datanya bersumber dari perhitungan dengan metode USLE. Hasil penelitian yaitu indeks erosivitas hujan (R) yang diperoleh dari curah hujan bulan pada tahun 2018. Tanah pada lokasi penelitian di tiap SULnya lempung berdebu. Vegetasi yang ada dilokasi penelitian di tiap SUL berupa semak-semak dan ditambah pada SUL 3 terdapat beberapa pohon. Rata-rata laju erosi yang didapat 0,034 ton/ha/tahun. Kelas bahaya erosi yang terjadi dilokasi penelitian termasuk dalam kelas I (sangat ringan). Pengkayaan tutupan lahan dengan penanaman berupan tegakan pohon perlu dilakukan agar lahan tertutup dengan rapat dan lebih menahan aliran permukaan.



**Kata kunci** : *Hutan, Tutupan Lahan, Erosi, Sistem Informasi Geografi (SIG).*

## I. Pendahuluan

Tutupan lahan vegetasi merupakan faktor penting dalam mengendalikan aliran permukaan dan erosi, yang dapat melepas dan mengangkut partikel tanah (Miyata, Kosugi, Gomi, & Mizuyama, 2009). Pengaruh terhadap penutupan lahan sangat penting untuk menjelaskan mekanisme aliran permukaan dan erosi tanah untuk pemahaman tentang konservasi tanah dan kesuburan tanah di daerah aliran sungai berhutan (Miyata, Kosugi, Gomi & Mizuyama, 2009). Tutupan lahan yang rapat walaupun tidak berupa pohon juga dapat menahan erosi. Permukaan tanah yang tertutup rapat akan lebih terlindungi dari hempasan air hujan.

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan rehabilitasi Blok Ledug TAHURA R Soerjo. Lokasi blok Ledug telah mengalami kebakaran sehingga tutupan lahan yang hangus terbakar. Efek kebakaran hutan pada erosi terkait dengan jumlah bahan organik di permukaan hutan yang memiliki fungsi konservasi di mana bahan organik dapat melindungi tanah dan terkadang menciptakan kondisi anti air (Pannkuk & Robichaud, 2003). Berdasarkan kondisi tersebut yang terjadi pada lokasi, sehingga penelitian ini dilakukan untuk menghitung laju erosi di blok Ledug berdasarkan persamaan USLE dengan menggunakan Sistem Informasi Geografi serta manfaat

yang dapat diambil menjadi bahan evaluasi terhadap pengelolaan lahan yang telah terdegradasi oleh kebakaran serta dapat menjadi informasi pada beberapa pihak dengan mengetahui laju erosi yang terjadi pada kawasan rehabilitasi Tahura R Soerjo blok Ledug Prigen Pasuruan.

## II. Metodologi

Metode yang digunakan yaitu dengan perhitungan rumus USLE (Universal Soil Loss Equation) serta visualisasi dengan menggunakan software Argis 10.3 dengan cara overlay peta serta kalkulasi data. Setiap unsur dalam perhitungan dengan rumus USLE (Universal Soil Loss Equation) akan dilakukan skoring sebelum dilakukan perhitungan. Nilai Erosivitas diperoleh dari data curah hujan yang bersumber dari BMKG Karangploso kabupaten Malang tiap bulan pada tahun 2018 pada wilayah curah hujan prigen pasuruan. Nilai Erodibilitas akan dilakukan pengujian tanah yang meliputi parameter pengujian permeabilitas tanah, struktur tanah, tekstur tanah, dan kandungan bahan organik tanah. Data untuk kebutuhan visualisasi masing-masing unsur dalam rumus USLE (Universal Soil Loss Equation) (R, K, LS, K, CP) akan diberupakan peta, peta yang dibutuhkan berupa peta dengan format shapefile (\*.shp). Masing-masing peta bersumber



dari data instansi terkait yaitu TAHURA R Soerjo serta untuk peta curah hujan dari BMKG Karangploso Kabupaten Malang.

### III. Hasil dan Pembahasan

#### *Satuan Unit Lahan*

Satuan unit lahan (SUL) membantu dalam menghitung laju erosi dilapang. Satuan Unit Lahan (SUL) penempatannya didasarkan dari ciri khas kondisi lapang yang ada. Pada analisis tiap satuan lahan dibatasi berdasarkan perbedaan kemiringan lereng, jenis penggunaan lahan dan jenis tanah yang terdapat pada daerah penelitian (Rusnam, 2017). Berikut kondisi Satuan Unit Lahan (SUL) yang telah ditentukan, tersaji dalam tabel 1.

Tabel 1. Kondisi Tiap SUL (Satuan Unit Lahan)

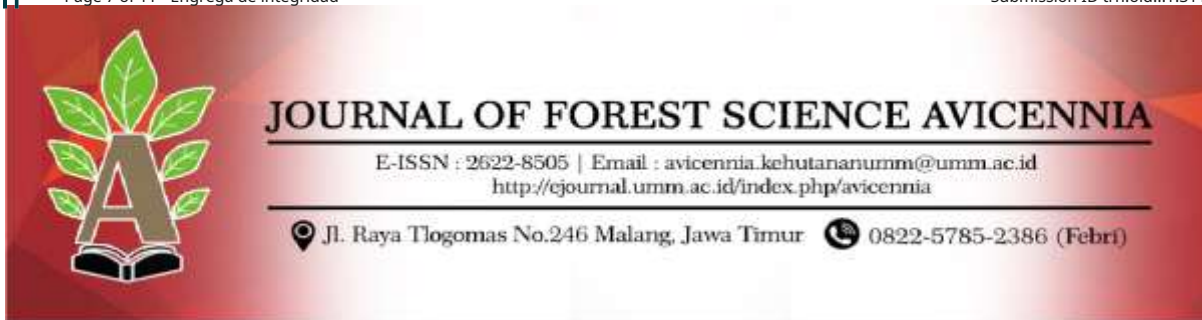
SUL	Pennutupan Lahan	Kemiringan Lereng
1	Semak-semak	50°
2	Semak-semak	15°
3	Semak-semak dan beberapa pohon	10°
4	Semak-semak	20°
5	Semak-semak	30°

Tutupan lahan yang ada di tiap Satuan Unit Lahan (SUL) berupa semak-semak, hal ini disebabkan karena lokasi penelitian sebelumnya terjadi kebakaran sehingga vegetasi yang ada hangus

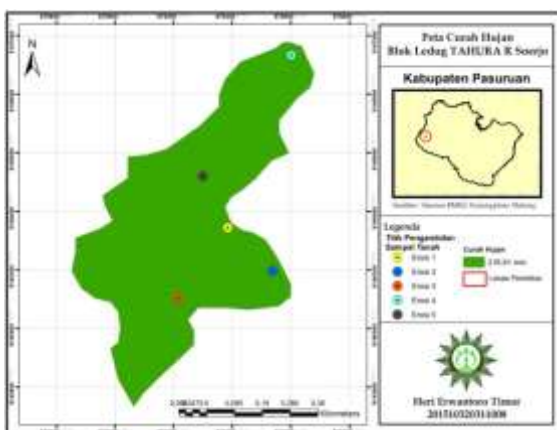
terbakar dan sebagai pasca kebakaran tumbuhan berupa semak-semak. Kemiringan lereng disetiap Satuan Unit Lahan (SUL) berbeda dikarenakan hal ini lokasi penelitian memang memiliki topografi beragam.

#### *Erosivitas Hujan (R)*

Kemampuan air hujan sebagai penyebab terjadinya erosi adalah bersumber dari dari laju dan distribusi tetesan, dimana keduanya mempengaruhi besarnya energi kinetik air hujan. Energi kinetik inilah yang menjadi faktor utama tekelupasnya partikel-partikel tanah dari agregatnya (Asdak, 2002). Permukaan tanah yang gersang atau tidak adanya tutupan lahan akan lebih mudah terhempasnya partikel-partikel tanah oleh butiran air hujan untuk itu menjadi hal penting adanya tutupan lahan agar permukaan tanah terhindar secara langsung dari hampasan butiran air hujan. Data curah hujan bersumber dari pengamatan BMKG Karangploso Kabupaten Malang tiap bulan pada tahun 2018. Curah hujan yang terjadi di seluruh kawasan Blok Ledug sama (lihat gambar1). Berdasarkan perhitungan pada tabel 2, erosivitas hujan didapat rata-rata erosivitas hujan sebesar 450,5758 Cm



Gambar 1. Peta Curah Hujan Blok Ledug TAHURA R Soerjo



	Desember	295	505,06
<b>Rata-rata</b>		216,9167	450,5758

**Erodibilitas Tanah (K)**

Faktor erodibilitas tanah (K) menunjukkan resistensi partikel tanah terhadap pengelupasan dan transportasi partikel-partikel tanah tersebut oleh adanya energi kinetik air hujan (Asdak, 2002). Tanah-tanah yang mengandung debu (seperti tanah *loess*) adalah yang paling mudah tererosi (Triwanto, 2012). Namun, terdapat kandungan pasir yang menurut triwanto 2012 menyatakan bahwa tanah-tanah pasir lebih tahan (resisten) terhadap erosi dibandingkan dengan debu lebih lanjut tanah liat ternyata paling stabil dan tahan tereosi (Triwanto, 2012).

Tabel 2. Nilai Erosivitas Hujan (R)

Tahun	Bulan	Curah hujan (mm)	Indek Erosivitas (IR=2,21xP <sup>1,36</sup> ) (Cm)
2018	Januari	518	1086,12
	Febuari	881	2236,45
	Maret	554	1190,05
	April	115	140,26
	Mei	40	33,35
	Juni	35	27,81
	Juli	0	0
	Agustus	0	0
	September	45	39,15
	Oktober	0	0
	November	120	148,62

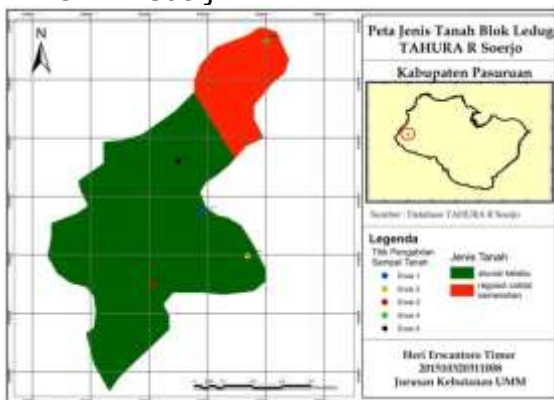
Tabel 3. Hasil Skoring Sampel Tanah Masing-masing SUL (Satuan Unit Lahan)

Kode SUL	Kelas Permeabilitas	Nilai Bahan Organik (OM)	%			Kelas tekstur	Nilai K
			Pasir	Debu	Liat		
ER1	1	6	32	51	17	Lempung Berdebu	0,0821
ER2	1	6	25	59	16	Lempung Berdebu	0,0821
ER3	1	6	28	60	12	Lempung Berdebu	0,0821
ER4	1	6	28	55	17	Lempung Berdebu	0,0821
ER5	1	6	29	59	12	Lempung Berdebu	0,0821



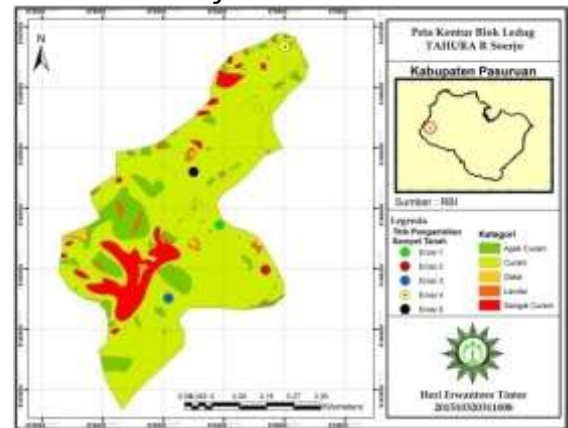
Berdasarkan Tabel 3 memiliki kandungan debu lebih tinggi. Hal ini menunjukkan tanah-tanah yang mengandung debu (seperti tanah loess) adalah yang paling mudah tererosi (Triwanto, 2012). Namun, terdapat kandungan pasir yang menurut triwanto 2012 menyatakan bahwa tanah-tanah pasir lebih tahan (resisten) terhadap erosi dibandingkan dengan debu lebih lanjut tanah liat ternyata paling stabil dan tahan tereosi (Triwanto, 2012). Nilai K yang didapat tiap SUL (Satuan Unit Lahan) sama hal ini disebabkan kandungan permeabilitas dan bahan organik yang tinggi. Jenis tanah yang ada di blok ledug yaitu regusol coklat kemerahan dan aluvial kelabu tersaji dalam peta jenis tanah pada Gambar 2.

Gambar 2. Peta Jenis Tanah Blok Ledug TAHURA R Soerjo



**Topografi**

Gambar 3. Peta Topografi Blok Ledug TAHURA R Soerjo



Gambar 3. Menunjukkan topografi Blok Ledug yang berasal dari peta DEM (Digital Elevation Mapping). Menurut Sarief 1985 derajat kemiringan dan panjang lereng merupakan dua sifat yang utama dari topografi yang mempengaruhi erosi. Lebih lanjutnya topografi miring mempengaruhi berbagai erosi tanah, sehingga membatasi dalamnya solum (Sarief, 1985). Berdasarkan panjang lereng yang didapat pada SUL 3 yang memiliki panjang lereng 30 m. Panjang lereng di setiap SUL lain hampir sama, SUL 1 panjang lereng 25 m, SUL 2 panjang lereng 28 m, SUL 4 panjang lereng 27 m, dan SUL 5 panjang lereng 22 m.

Menurut Asryad menyatakan bahwa dengan bertambahnya panjang lereng menjadi 2 kali, jumlah erosi total bertambah menjadi lebih dari 2 kali lebih banyak (Asryad, 2010). Air yang mengalir dipermukaan tanah akan terkumpul di ujung lereng. Akibatnya adalah tanah di bagian bawah lereng mengalami erosi lebih besar daripada di bagian bawah (Asryad, 2010). Maka dari itu, Kang Biau Tjwan 1968 dalam Sarief menyatakan dengan

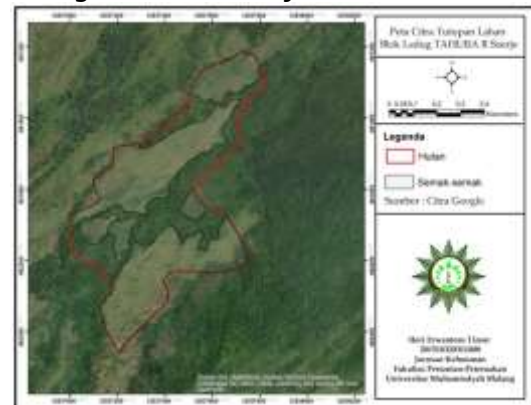


makin curam dan panjangnya lereng maka semakin pula kecepatan air permukaan dan bahaya erosi (Sarief, 1985). Besar terjadinya erosi juga harus dilihat dari kondisi vegetasi penutup lahan karena vegetasi yang ada dapat menahan tanah dari aliran permukaan. Menurut Sarief bila kita hubungkan kenyataan ini dengan lereng yang gundul, maka inilah yang ternudah terjadinya erosi di tinjau dari sudut topografi, karena kecepatan daripada aliran permukaan dapat dengan mudah mengikis lapisan atas tanah (Sarief, 1985).

### ***Tutupan Lahan***

Kondisi ditempat penelitian sebelumnya terjadi kebakaran maka vegetasi yang ada dari tiap SUL sama yaitu semak belukar, namun pada SUL 3 terdapat beberapa pohon dengan semak belukar di bawahnya yang mendominasi (lihat tabel 1). Menurut Hardiyatmo 2012 menyatakan bahwa akar tanaman berperan dalam pengisapan air untuk tumbuhnya tanaman, selanjutnya menguap (evaporasi) melalui daun-daunnya ke udara. Pengisapan air oleh akar-akaran dapat meningkatkan kekuatan isapan tanah akan air, dengan demikian akan mengurangi aliran permukaan. Dalam hal kasus erosi permukaan, tanaman tipe jamu-jamuan dan rumput lebih efektif daripada pohon-pohonan kayu, karena lebih memberikan penutup permukaan tanah yang rapat (Hardiyatmo, 2012). Hal tersebut dikuatkan oleh Arsyad yang menyatakan suatu vegetasi penutup tanah yang baik seperti rumput yang tebal atau rimba yang lebat akan menghilangkan pengaruh hujan dan topografi terhadap erosi (Arsyad, 2010). Berikut visualisasi dari citra satelit untuk tutupan lahan yang ada di blok Ledug TAHURA R Soerjo.

Gambar 4. Citra Satelit Tutupan Lahan Blok Ledug Tahura R Soerjo





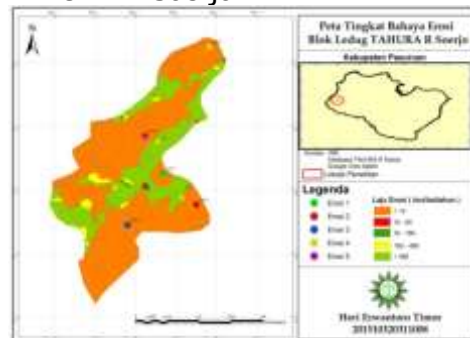
**Pendugaan Erosi**

Tabel 4. Nilai Erosi Aktual (A) Pada Setiap SUL (Satuan Unit Lahan)

SUL	Erosivitas (R)	Erodibilitas (K)	Topografi (LS)	Tutupan dan Tindakan Konservasi (CP)	ErosiAktual (A) ton/ha/thn
1	450,5758	0,0821	1,4	0,01	0,052
2	450,5758	0,0821	0,4	0,01	0,015
3	450,5758	0,0821	0,4	0,05	0,074
4	450,5758	0,0821	0,4	0,01	0,015
5	450,5758	0,0821	0,4	0,01	0,015
<b>Rata-Rata</b>					0,034

Berdasarkan tabel 4. Laju erosi yang diperoleh menunjukkan erosi dengan kategori sangat ringan. Setiap SUL (Satuan Unit Lahan) didapat laju erosi di bawah 15 ton/ha/thn begitu pula rata-rata yang didapat sehingga erosi yang terjadi masuk dalam kategori sangat ringan. Namun secara visualisasi pada gambar 5. Terlihat Blok Ledug di beberapa titik mengalami laju erosi berat hingga sedang. Tutupan lahan sangatlah berpengaruh untuk menghalang terjadinya aliran permukaan. Vegetasi berupa semak-semak memiliki perakaran kuat serta dapat menutup permukaan tanah dengan baik dan rapat. Hal yang sama dibuktikan oleh Miller dan Krusekopf pada tahun 1932 dalam Sarief telah menunjukkan bahwa selama limpasan permukaan dan erosi dari lahan yang ditanami rumput jauh lebih kecil dari lahan yang terbuka (Sarief, 1985). Berikut visualisasi peta erosi di blok ledug TAHURA R Soerjo.

Gambar 5. Peta Laju Erosi Blok Ledug TAHURA R Soerjo



**IV. Kesimpulan**

Laju erosi rata-rata di tiap SUL diperoleh sebesar 0,034 ton/ha/tahun. Namun secara visualisasi secara keseluruhan blok Ledug terdapat titik lokasi yang memiliki tingkat bahaya erosi berat hingga sangat berat. Tutupan lahan berupa semak-semak lebih baik menahan erosi dikarenakan dapat menutupi permukaan tanah dengan baik sehingga meminimalisir pukulan air hujan secara langsung ke tanah.



## JOURNAL OF FOREST SCIENCE AVICENNIA

E-ISSN : 2622-8505 | Email : [avicennia.kehutananutmm@umm.ac.id](mailto:avicennia.kehutananutmm@umm.ac.id)  
<http://ejournal.umm.ac.id/index.php/avicennia>

Jl. Raya Tlogomas No.246 Malang, Jawa Timur ☎ 0822-5785-2386 (Febri)

### Daftar Pustaka

- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor. Institut Pertanian Bogor Press.
- Asdak, C. (2002). *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. 2012. *Tanah Longsor & Erosi Kejadian Dan Penanganan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Miyata, Kosugi, Gomi, & Mizuyama. 2009. *Effects Of Forest Floor Coverage On Overland Flow And Soil Erosion On Hillslopes In Japanese Cypress Plantation Forests*. Water Resources Research, 45(6).
- Rusnam, R. 2017. *Analisis Spasial Besaran Tingkat Erosi Pada Tiap Satuan Lahan Di Sub Das Batang Kandis*. Jurnal Dampak, 10(2), 149.
- Pannkuk, C. D., & Robichaud, P. R. 2003. *Effectiveness Of Needle Cast At Reducing Erosion After Forest Fires*. Water Resources Research, 39(12), 1–9.
- Sarief, E. S. 1985. *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: Pustaka Buana.
- Seta A. K. 1987. *Konservasi Sumber Daya Tanah & Air*. Jakarta: Kalam Mulia.
- Triwanto, J. 2012. *Konservasi Lahan Hutan dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Malang: UMM Press.