

Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi dan Rekomendasi Mitigasi di Kawasan UB Forest, Desa Tawangargo, Kabupaten Malang

Erosion Hazard Level Mapping and Mitigation Recommendations in the UB Forest Area, Tawangargo Village, Malang Regency

Naufal Hanif Nur Muhana*, Muhammad Sholeh Al Ghifari, Adhistry Nabila Putri, Adinda Putri Syaharani, Mellysa Machfiro Amanah Saputri, Alexander Tunggul Sutan Haji
Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya,
Jl. Veteran, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65145, Indonesia

*Email korespondensi : naufalhnfn@gmail.com

ABSTRAK

Erosi adalah terjadinya perpindahan tanah dari satu tempat ke tempat lainnya yang disebabkan oleh media tertentu seperti air, angin, dan sebagainya. Penggunaan lahan adalah faktor utama perubahan ekosistem yang sangat berpengaruh dibandingkan faktor lain seperti iklim, tanah, dan topografi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan tingkat bahaya erosi dan penentuan rekomendasi teknologi konservasi lahan di kawasan UB Forest, Kabupaten Malang. Waktu penelitian dilaksanakan bulan Mei sampai November Tahun 2022. Area penelitian berada di Kawasan UB Forest dengan luas 554 ha tepatnya di Desa Tawangargo, Kabupaten Malang. Metode pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Universal Soil Loss Equation* (USLE) dan Sistem Informasi Geografis yaitu metode *overlay*. Tingkat Bahaya Erosi dihitung dengan membandingkan tingkat erosi dari suatu satuan lahan dengan kedalaman tanah efektif. Pengelolaan lahan kawasan UB Forest terdiri dari lahan agroforestri, lahan pemukiman, dan lahan semak belukar tidak terganggu. Berdasarkan hasil klasifikasi tingkat bahaya erosi pada kawasan UB Forest menunjukkan bahwa kelas tingkat bahaya erosi bervariasi dari kelas Sangat Ringan (SR) hingga kelas Sangat Berat (SB). Berdasarkan hasil perhitungan dan klasifikasi, rekomendasi mitigasi atau upaya konservasi tanah yang diberikan memberikan perubahan yang signifikan pada kelas tingkat bahaya erosi setiap satuan lahan. Sehingga, terdapat perubahan signifikan pada nilai erosi potensial dan kelas erosi.

Kata kunci: agroforestri, erosi, Kawasan UB Forest

ABSTRACT

Erosion is the movement of soil from one place to another caused by certain media such as water, wind, and so on. Land use is the main factor of ecosystem change which is very influential compared to other factors such as climate, soil, and topography. This study aims to map the level of erosion hazard and determine recommendations for land conservation technology in the UB Forest area, Malang Regency. The time of research was carried out from May to November 2022. The research area is in the UB Forest area with an area of 554 ha to be precise in Tawangargo Village, Malang Regency. The data processing method is carried out using the Universal Soil Loss Equation (USLE) and the Geographic Information System, namely the overlay method. The Erosion Hazard Level is calculated by comparing the erosion rate of a land unit with the effective soil depth. Land management in the UB Forest area consists of agroforestry land, residential land, and undisturbed shrub land. Based on the classification results of the erosion hazard level in the UB Forest area, it shows that the erosion hazard class varies from Very Light (SR) to Very Severe (SB) classes. Based on the results of calculations and classifications, the mitigation recommendations or soil conservation efforts given to provide a significant change in the class of erosion hazard level for each land unit. Thus, there is a significant change in the potential erosion value and erosion class.

Keywords: agroforestry, erosion, UB Forest Area

PENDAHULUAN

Erosi adalah terjadinya perpindahan tanah dari suatu tempat ke tempat lainnya dan disebabkan oleh air, angin, dan media lainnya (Raditya & Suhastyo, 2020). Perpindahan tanah ini dapat menimbulkan beberapa dampak buruk di tempat asal tanah seperti pengikisan tanah, terbukanya permukaan tanah, dan hilangnya sebagian besar nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman (Mukharomah, 2021). Pengendapan sedimen dari terkikisnya tanah juga dapat menyebabkan terganggunya saluran air dan mengganggu penyediaan air bersih (Marsudi dan Lufira, 2021).

Degradasi tanah yang diakibatkan oleh erosi secara tidak langsung menyebabkan peningkatan biaya produksi pangan, penurunan hasil panen, dan pengabaian lahan pertanian (Montgomery, 2007). Pada beberapa negara berkembang dengan peningkatan populasi, kekurangan gizi, dan tingkat kemiskinan yang tinggi memaksa pemanfaatan lahan marginal untuk lahan pertanian dan mengakibatkan erosi tanah yang signifikan (Tato dan Hurni, 1992). Maka dari itu, erosi tanah menjadi permasalahan kritis aspek fisik dan sosial-ekonomi (Pimentel *et al.*, 1995).

Di Indonesia telah terjadi kehilangan jumlah luas daratan kawasan hutan sebesar 105,452.77 ha pada tahun 2017-2020 (Badan Pusat Statistik, 2022). Nilai kerugian erosi dampak pembukaan kawasan hutan dapat diperhitungkan yaitu Rp. 5,143.63 per tanamannya (Mayawati dan Jumri, 2019). Apabila diasumsikan dalam 1 ha terdapat 400 tanaman (pohon dengan jarak 5 x 5), maka telah dilakukan penebangan sebanyak 42,181 pohon dan kerugian yang dihasilkan sebesar Rp. 216,964,012,542 (kenaikan biaya produksi air bersih dan biaya pelayaran, serta kerugian tangkapan ikan nelayan).

Tanah-tanah di Indonesia memiliki karakteristik yang tergolong peka terhadap erosi, hal tersebut disebabkan karena bahan-bahan penyusunnya yang cenderung untuk mudah lapuk (Dariah *et al.*, 2004). Selain itu, erosi tanah yang terjadi di Indonesia juga diperparah dengan kondisi curah hujan dan intensitas hujannya yang tinggi. Kepala BMKG Dwikorita Karnawati menyebutkan bahwa pada tahun 2022 wilayah Indonesia

memiliki curah hujan antara 500 mm hingga 4,000 mm dengan rerata curah hujan tahunan 2,000 mm per tahun (Majni, 2022).

Data mengenai besaran nilai erosi di suatu tempat merupakan hal yang penting untuk dapat mengetahui dampak yang dapat ditimbulkan dan digunakan untuk menentukan solusi yang dapat diberikan (Azmeri, 2020). Prediksi erosi dapat diperoleh secara langsung dan tidak langsung. Prediksi erosi langsung seringkali banyak terjadi kendala karena proses pengukurannya yang cukup lama (Neolaka *et al.*, 2022). Sedangkan prediksi erosi tidak langsung dilakukan dengan model prediksi erosi seperti metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) (Malinda *et al.*, 2020).

Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) merupakan metode perhitungan yang dirancang untuk memprediksikan adanya erosi dalam jangka panjang berdasarkan erosi lembar dan erosi alur dengan kondisi tertentu (Hariati *et al.*, 2022). Persamaan dalam metode ini dapat digunakan untuk prediksi erosi pada lahan pertanian maupun nonpertanian (Kironoto *et al.*, 2021). Metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) seringkali digunakan karena model ini relatif sederhana dengan parameter perhitungan mudah diperoleh sehingga proses tidak memerlukan waktu yang lama (Neolaka *et al.*, 2022).

UB Forest adalah hutan pendidikan yang memiliki luas 554 hektar di kawasan lereng Gunung Arjuno, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Pencegahan terjadinya degradasi lahan diperlukan sebagai upaya pengelolaan tanah yang baik, khususnya pada pemanfaatan lahan miring seperti wilayah UB Forest (Fatmawati, 2021). Pengolahan tanah UB Forest dapat memiliki pengaruh signifikan seperti mengubah struktur dan tekstur tanah, serta mempengaruhi daya tahan tanah terhadap erosi (Siahaan & Kusuma, 2021). Manajemen tanah UB Forest yang tidak tepat dan intensif dapat menyebabkan potensi besar untuk erosi dan longsor yang terjadi selama musim hujan (Yusuf *et al.*, 2020). Maka dari itu, diperlukan rekomendasi manajemen yang tepat dalam semua penggunaan lahan di UB Forest untuk meminimalkan kehilangan tanah akibat erosi dan menjaga produktivitas tanah (Kurniawan *et al.*, 2019).

BAHAN DAN METODE

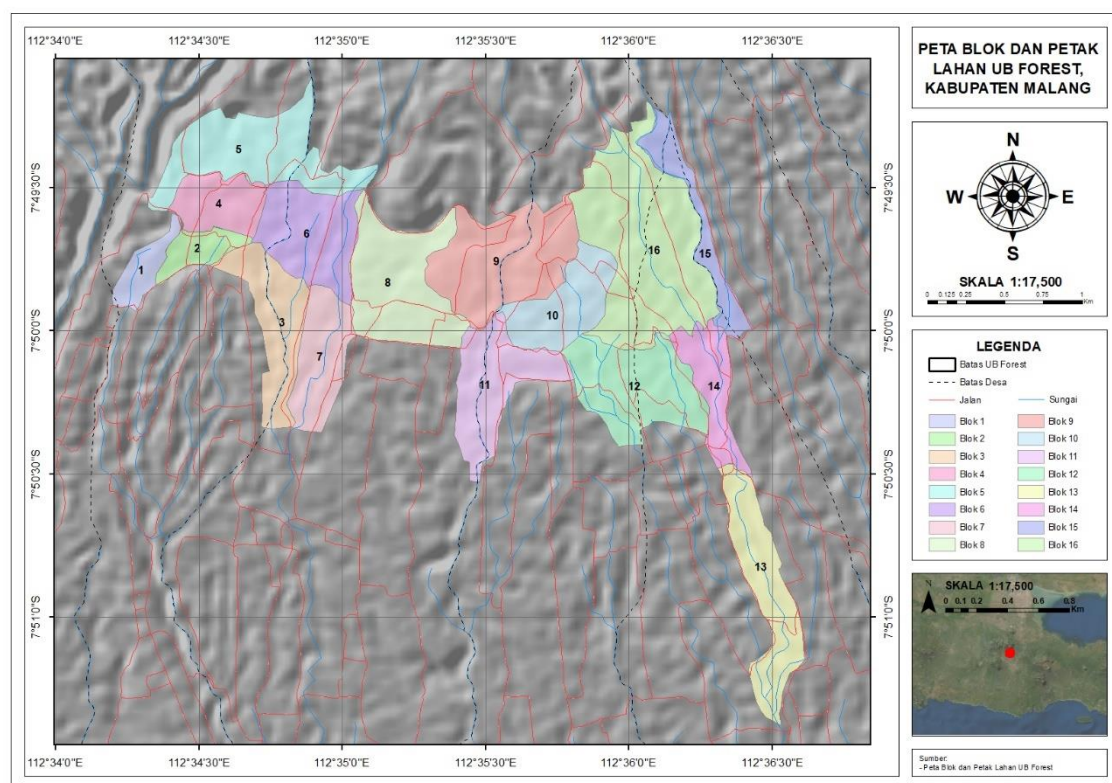
Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai bulan November 2022. Area penelitian berada di Kawasan UB Forest dengan luas 554 ha tepatnya di wilayah lereng Gunung Arjuno, Dusun Summersari, Desa Tawangargo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur (Gambar 1).

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam

penelitian adalah perangkat lunak ArcMap 10.3, peta blok UB Forest, data curah hujan bulanan yang diperoleh dari BMKG Stasiun Klimatologi Karangploso, data karakteristik tanah pada setiap penggunaan lahan berdasarkan hasil penelitian terdahulu, *Digital Elevation Model* SRTM USGS Tahun 2022 untuk faktor kemiringan lereng, Citra Landsat 8 Tahun 2022 untuk faktor penggunaan lahan, dan dilakukan survei lokasi untuk validasi faktor penggunaan lahan dan mengetahui faktor konservasi tanah.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Metode Penelitian

Metode pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Universal Soil Loss Equation* (USLE) dan Sistem Informasi Geografis yaitu metode *overlay* (tumpang susun) dari beberapa data (faktor-faktor penentu erosi) untuk mengetahui tingkat bahaya erosi di Kawasan UB Forest, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Perhitungan erosi (Persamaan 1) dihasilkan dari perkalian antara faktor erosititas hujan (Persamaan 2), erodibilitas tanah

(Persamaan 3), kemiringan lereng (Persamaan 4), dan tutupan lahan (Tabel 1). Hasil perhitungan erosi yang diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan kelas Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dan rekomendasi mitigasi erosi.

$$A = R \times K \times LS \times CP \quad (1)$$

Keterangan :

A = Jumlah tanah hilang rata-rata setiap tahun (ton / ha / tahun),

R = Faktor erosivitas hujan,
 K = Faktor erodibilitas tanah,
 LS = Faktor kemiringan lereng,
 CP = Faktor tutupan lahan.
 (Wischmeier & Smith, 1965).

$$R = 2.21 \times P^{1.36} \quad (2)$$

Keterangan:

R = Erosivitas hujan,
 P = Curah hujan bulanan (mm).
 (Kementerian Kehutanan, 2009).

$$100K = 1.292 \times (2.1 \times M^{1.14} \times (10^{-4}) \times (12 - a) + 3.25 \times (-2) + 2.5 \times (c - 3)) \quad (3)$$

Keterangan :

K = Erodibilitas tanah,

M = Ukuran partikel (% pasir halus + % debu) x (100 - % liat),
 a = Kandungan bahan organik (%C x 1,724),
 b = Kelas struktur tanah,
 c = Kelas permeabilitas tanah.
 (Wischmeier & Smith, 1978).

$$LS = \sqrt{L} \times (0.00138 \times S^2 + 0.00965 \times S + 0.0138) \quad (4)$$

Keterangan :

LS = Faktor kemiringan lereng,
 L = Panjang lahan (m),
 S = Kemiringan lahan (%).
 (McCool *et al.*, 1987).

Tabel 1. Variasi nilai faktor CP

Jenis Tutupan Lahan	Nilai CP	Jenis Tutupan Lahan	Nilai CP	Jenis Tutupan Lahan	Nilai CP
Teras Bangku	0.37	- Teras bangku		- Teras gulud,	
- Konstruksi bagus	0.04	dengan tanaman		pergiliran kacang	
- Konstruksi		maize	0.048	tanah - kedelai	0.105
sedang	0.15	- Teras bangku		- Teras gulud, padi	
- Konstruksi jelek	0.35	dengan kacang		gogo-maize	0.012
Teras tradisional	0.4	tanah	0.053	Teras bangku, maize	
Teras kolumial pada		Strip rumput Bahia (3		- singkong/kedelai	0.056
strip rumput dan		tahun) pada tanaman		- Teras bangku,	
bambu	0.5	Citronella	0	sorgum-sorgum	0.024
- Konstruksi bagus	0.04	- Strip rumput		- Teras bangku,	
- Konstruksi jelek	0.4	Brachiaria (3		kacang tanah	0.009
<i>Hillside ditch</i> atau <i>field</i>		tahun)	0	- Teras bangku,	
<i>pits</i>	0.3	- Strip rumput		tanpa tanaman	0.039
Mulsa (serasah atau		Bahia (1 tahun)		Rotasi <i>Crotalaria sp.</i>	
jerami 6 ton/ha/th)	0.3	pada tanaman		(legume)	0.6
- Mulsa (serasah		kedelai	0.02	Strip <i>Crotalaria</i> pada	
atau jerami 3		Strip <i>crotalaria</i> pada		tanaman sorgum-	
ton/ha/th)	0.5	tanaman kedelai	0.111	sorgum	0.264
- Mulsa (serasah		- Strip <i>crotalaria</i>		- Strip <i>Crotalaria</i>	
atau jerami 1		pada tanaman		pada tanaman	
ton/ha/th)	0.8	padi gogo	0.34	kacang	
Kontur <i>cropping</i> ,		- Strip <i>crotalaria</i>		tanah/singkong	0.405
kemiringan < 8 %	0.5	pada tanaman		- Strip <i>Crotalaria</i>	
- Kontur <i>cropping</i> ,		kacang tanah	0.398	pada tanaman	
kemiringan 9 - 20		Strip "maize" dan		padi gogo	
%	0.75	kacang tanah, mulsa		/singkong	0.193
- Kontur <i>cropping</i> ,		dari serasah	0.05	Strip rumput pada	
kemiringan > 20		Teras gulud dengan		tanaman padi gogo	0.841
%	0.9	penguat rumput	0.5	Alang-alang	
Teras bangku dengan		- Teras gulud,		permanen	0.02
tanaman kacang	0.009	tanaman bergilir		Semak belukar	0.01
tanah					

Jenis Tutupan Lahan	Nilai CP	Jenis Tutupan Lahan	Nilai CP	Jenis Tutupan Lahan	Nilai CP
- Teras bangku dengan tanaman maize dan mulsa jerami 4 ton/ha	0.006	padi dan maize	0.013	Hutan reboisasi tahun ke 2	0.1
- Teras bangku dengan tanaman sorgum-sorgum	0.012	- Teras gulud, sorgum-sorgum	0.041	- Hutan sekunder	0.1
		- Teras gulud, singkong	0.063	- Hutan primer sedikit serasah	0.005
		- Teras gulud, maize-kacang	0.006	- Hutan primer banyak serasah	0.001

Sumber : Kementerian Kehutanan, 2009 & Kementerian Kehutanan, 2014.

Menurut Peraturan Kementerian Kehutanan No. P.4/V-SET/2013, analisis Tingkat Bahaya Erosi (TBE) merupakan metode kuantitatif dalam melakukan perhitungan erosi suatu lahan dengan menggunakan persamaan *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Tingkat Bahaya Erosi dihitung dengan membandingkan tingkat erosi dengan kedalaman tanah efektif pada satuan lahan tersebut (Tabel 2). Perhitungan erosi menghasilkan perkiraan rata-rata tanah hilang tahunan yang terjadi akibat adanya erosi lapis dan erosi alur pada suatu satuan lahan.

Tabel 2. Matriks Tingkat Bahaya Erosi

Kelas Solum Tanah (cm)	Kelas Erosi (ton/ha/tahun)				
	<15	15-60	60-180	180-480	>480
>90	SR	R	S	B	SB
60-90	R	S	B	SB	SB
30-60	S	B	SB	SB	SB
<30	B	SB	SB	SB	SB

Keterangan :

SR = Sangat Ringan;

R = Ringan;

S = Sedang;

B = Berat;

SB = Sangat Berat.

Sumber : Kementerian Kehutanan, 2013.

Tabel 3. Tutupan lahan eksisting

Blok	Satuan Lahan	Penggunaan Lahan	Konservasi Vegetatif	Konservasi Mekanik
Blok 1	PH_1	Pinus Hortikultura	Hortikultura	Teras Bangku
Blok 2	PH_2	Pinus Hortikultura	Hortikultura	Teras Bangku
Blok 3	PK_3	Pinus Kopi	Kopi	-
Blok 4	PH_4	Pinus Hortikultura	Hortikultura	Teras Bangku
	PM_4	Pemukiman	Sereh Wangi	Teras Bangku

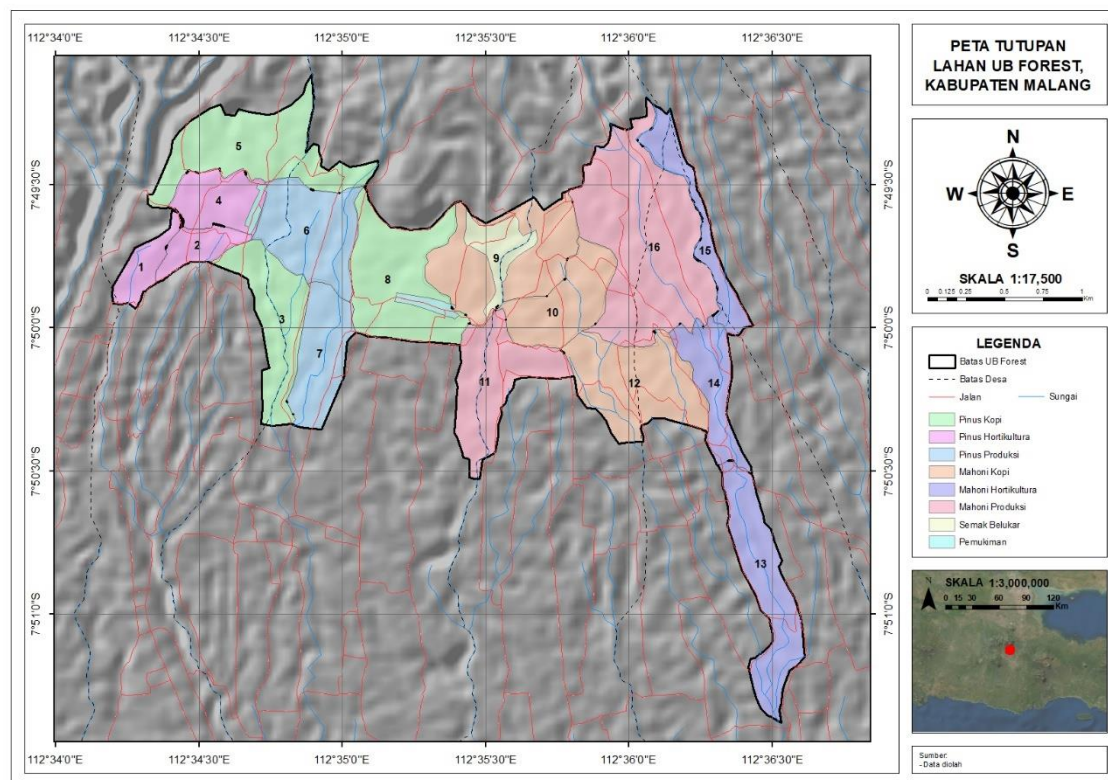
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tutupan Lahan Eksisting

Dalam perhitungan erosi dengan metode *Universal Soil Loss Equation* (USLE) dibutuhkan data mengenai kondisi tutupan lahan meliputi penggunaan lahan dan konservasi lahan yang ada. Berdasarkan hasil survey, maka diperoleh data tutupan lahan eksisting yang dapat dikelompokkan berdasarkan blok hutan produksi dan tutupan lahan (Tabel 3). Data hasil survey kemudian disajikan dalam bentuk peta dengan *software* ArcMap sebagai bahan *overlay* peta tingkat bahaya erosi (Gambar 2.). Tutupan lahan menjadi faktor utama terhadap terjadinya erosi dan sangat berpengaruh dibandingkan faktor lain seperti iklim, tanah, dan topografi (Salim *et al.*, 2019; Aisyah *et al.*, 2022).

Kode satuan lahan dituliskan berdasarkan inisial penggunaan lahan dan nomor blok hutan produksi. Setiap satuan lahan terdapat bentuk konservasi tanah secara vegetatif dan mekanik yang berbeda-beda. Perbedaan bentuk konservasi tanah akan mempengaruhi nilai faktor tutupan lahan (Faktor CP) pada perhitungan erosi dengan rumus *Universal Soil Loss Equation* (USLE) (Raco *et al.*, 2022). Satuan lahan dengan bentuk konservasi tanah yang kurang memadai akan menyebabkan nilai erosi yang lebih besar (Sadewo *et al.*, 2023).

Blok	Satuan Lahan	Penggunaan Lahan	Konservasi Vegetatif	Konservasi Mekanik
Blok 5	PK_5	Pinus Kopi	Kopi	-
Blok 6	PP_6	Pinus Produksi	-	-
Blok 7	PP_7	Pinus Produksi	-	-
Blok 8	PK_8	Pinus Kopi	Kopi	-
	PM_8	Pemukiman	Sereh Wangi	Teras Bangku
Blok 9	MK_9	Mahoni Kopi	Kopi	-
	SB_9	Semak Belukar	Rumput	-
Blok 10	MK_10	Mahoni Kopi	Kopi	-
Blok 11	MP_11	Mahoni Produksi	-	-
Blok 12	MK_12	Mahoni Kopi	Kopi	-
Blok 13	MH_13	Mahoni Hortikultura	Hortikultura	Teras Bangku
Blok 14	MH_14	Mahoni Hortikultura	Hortikultura	Teras Bangku
Blok 15	MH_15	Mahoni Hortikultura	Hortikultura	Teras Bangku
Blok 16	MP_16	Mahoni Produksi	-	-



Gambar 2. Peta tutupan Lahan UB Forest

Perhitungan Erosi Potensial

Perhitungan erosi dilakukan dengan membagi kawasan UB Forest dalam beberapa satuan lahan berdasarkan peta blok hutan produksi dan tutupan lahan yang ada. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan *Universal Soil Loss*

Equation (USLE) dan kemudian diklasifikasikan berdasarkan nilai erosi potensial di setiap satuan lahan.

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai erosi potensial sangat bervariasi dari rentang 7.7 sampai 544.12 ton/ha/tahun (Tabel 4). Nilai erosi potensial terendah

terdapat pada satuan lahan MH_14 dengan tutupan lahan agroforestri mahoni hortikultura, konservasi vegetatif hortikultura, dan konservasi mekanik teras bangku. Sedangkan nilai erosi potensial tertinggi terdapat pada satuan lahan PM_4 dengan tutupan lahan pemukiman, konservasi vegetatif seroh wangi, dan konservasi mekanik teras bangku.

Secara garis besar, pengelolaan tutupan lahan di UB Forest adalah lahan pemukiman, lahan hutan produksi, lahan agroforestri, dan lahan semak belukar.

Lahan agroforestri dengan konservasi tanah teras bangku menjadi pengelolaan tutupan lahan yang paling baik karena memiliki nilai erosi potensial yang kecil dibandingkan dengan jenis pengelolaan tutupan lahan yang lain. Sistem agroforestri merupakan pengelolaan lahan yang berkelanjutan dan dapat menurunkan nilai erosi (Fitri & Nuraida, 2022). Konservasi tanah teras bangku terutama dengan konstruksi bagus juga membantu dalam menurunkan nilai erosi pada lahan tersebut (Akbar, 2021).

Tabel 4. Perhitungan Erosi Potensial

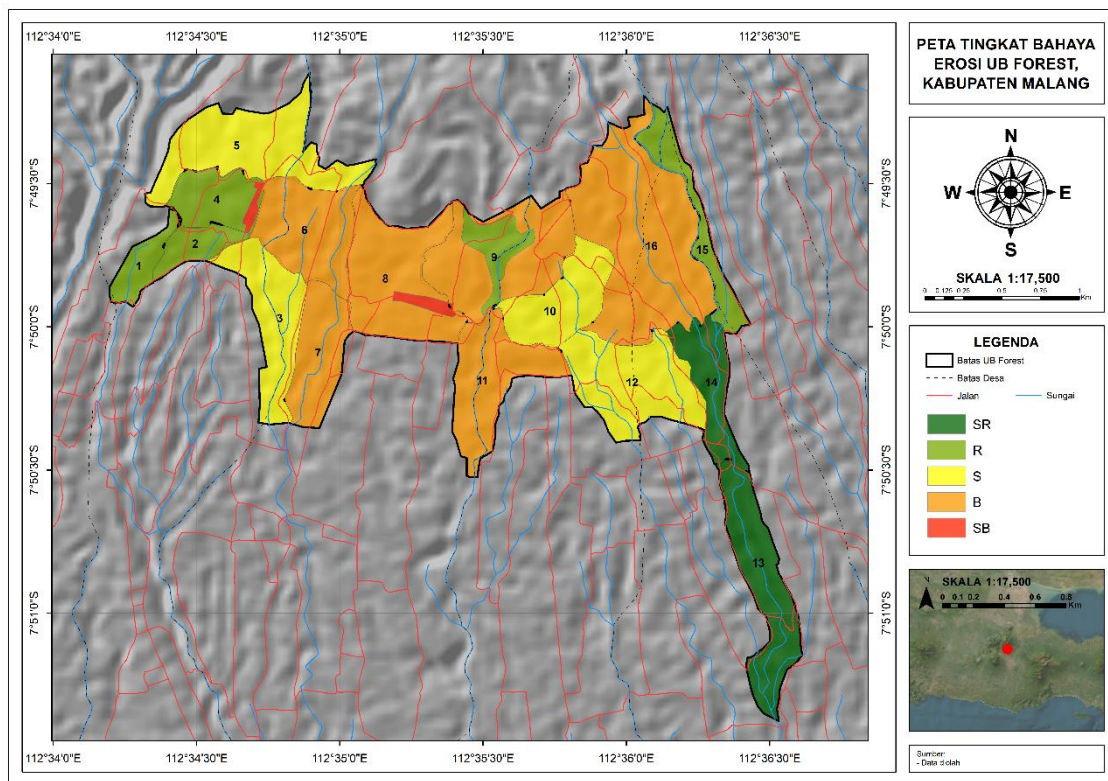
Satuan Lahan	Erosivitas Hujan	Erodibilitas Tanah	Kemiringan Lereng	Tutupan Lahan	Nilai Erosi Potensial	Kelas Erosi Potensial
PH_1	1,452.28749	0.3296	14.85348	0.00252	17.91701	2
PH_2	1,452.28749	0.3296	16.93634	0.00252	20.42946	2
PK_3	1,452.28749	0.12863	14.34946	0.05000	134.03339	3
PH_4	1,452.28749	0.3296	18.67656	0.00252	22.52861	2
PM_4	1,452.28749	0.42163	3.88930	0.22848	544.12006	5
PK_5	1,452.28749	0.12863	14.95219	0.05000	139.66326	3
PP_6	1,452.28749	0.23908	9.93344	0.10000	344.89473	4
PP_7	1,452.28749	0.23908	10.23419	0.10000	355.33712	4
PK_8	1,452.28749	0.12863	23.12458	0.05000	215.99870	4
PM_8	1,452.28749	0.42163	3.67899	0.22848	514.69787	5
MK_9	1,452.28749	0.21675	17.24194	0.05000	271.37215	4
SB_9	1,452.28749	0.42163	10.70038	0.00300	19.65644	2
MK_10	1,452.28749	0.21675	10.46477	0.05000	164.70574	3
MP_11	1,452.28749	0.35243	7.16088	0.10000	366.51223	4
MK_12	1,452.28749	0.21675	9.94782	0.05000	156.56950	3
MH_13	1,452.28749	0.3308	9.29069	0.00252	11.24773	1
MH_14	1,452.28749	0.3308	6.38074	0.00252	7.72481	1
MH_15	1,452.28749	0.3308	12.97994	0.00252	15.71409	2
MP_16	1,452.28749	0.35243	6.67527	0.10000	341.65782	4

Klasifikasi TBE Potensial

Berdasarkan hasil klasifikasi tingkat bahaya erosi pada kawasan UB Forest menunjukkan bahwa kelas tingkat bahaya erosi bervariasi dari kelas Sangat Ringan (SR) hingga kelas Sangat Berat (SB) (Gambar 3). Hal tersebut disebabkan karena perbedaan nilai erodibilitas tanah dan tutupan lahan yang ada. Setiap satuan lahan harus dilakukan upaya mitigasi erosi berupa konservasi vegetatif dan konservasi mekanik untuk dapat menurunkan nilai erosi potensial

sehingga juga menurunkan klasifikasi kelas erosi yang ada.

Satuan lahan pemukiman pada blok 4 dan blok 8 (PM_4 & PM_8) memiliki kelas Tingkat Bahaya Erosi (TBE) yaitu Sangat Berat (BE) karena memiliki nilai erosi potensial yang tinggi. Nilai erosi yang tinggi tersebut disebabkan oleh kurangnya tajuk pohon di sekitar kawasan pemukiman. Tajuk pohon sangat mempengaruhi laju erosi karena menurunkan energi hujan total pada permukaan tanah (Springer, 1976).



Gambar 3. Peta tingkat bahaya erosi potensial

Perhitungan Erosi Mitigasi

Penentuan rekomendasi mitigasi lahan didasarkan pada nilai erosi potensial pada setiap satuan lahan. Rekomendasi mitigasi disusun agar suatu satuan lahan dapat turun 1-2 kelas berdasarkan klasifikasi kelas erosi (Tabel 5). Sehingga potensi erosi yang dapat terjadi pada satuan lahan tersebut dapat diminimalisir dan tidak menyebabkan kerusakan yang berarti. Rekomendasi mitigasi dilakukan dengan konservasi vegetatif dan mekanik.

Satuan lahan agroforestri dan hutan produksi dapat dilakukan pengumpulan serasah dari pohon pinus dan mahoni yang ada, serasah yang dibutuhkan adalah 6 ton/ha/tahun untuk menutupi bagian tanah yang tidak terdapat vegetasi. Kemudian, satuan lahan pemukiman dapat dilakukan penanaman umbi-umbian di pekarangan dan satuan lahan semak belukar diperlukan adanya teras bangku (Kementerian Kehutanan, 2009; Kementerian Kehutanan, 2014).

Tabel 5. Perhitungan erosi mitigasi

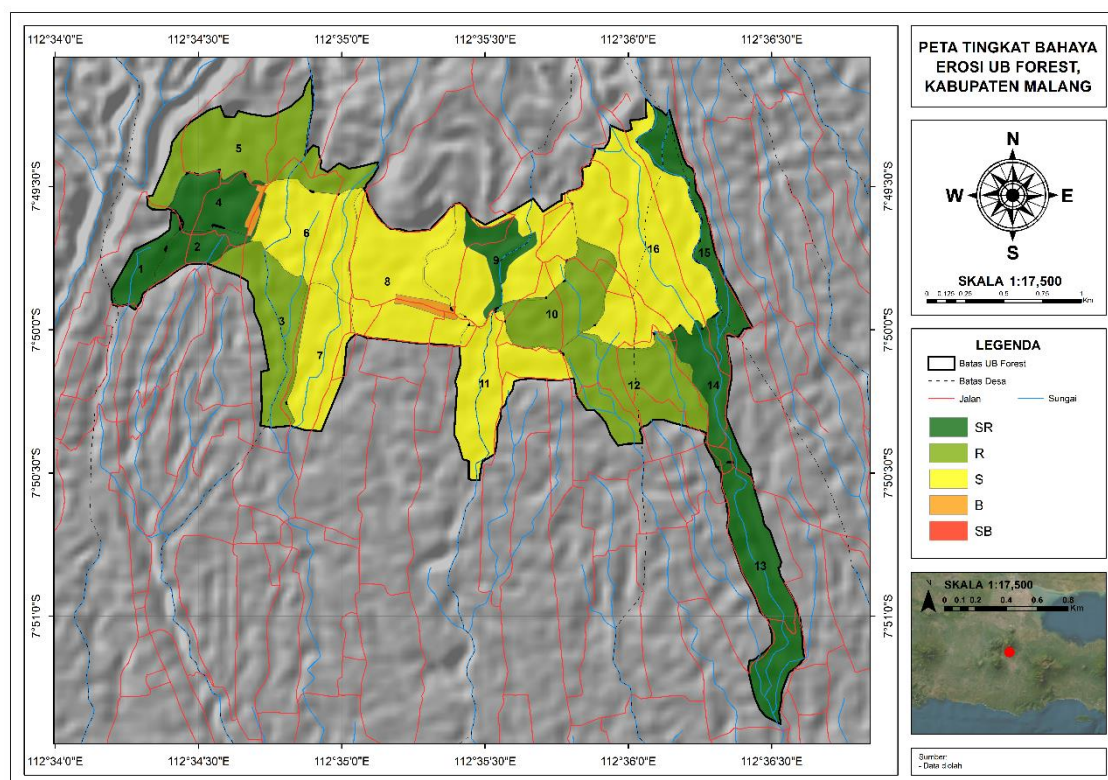
Satuan Lahan	Erosivitas Hujan	Erodibilitas Tanah	Kemiringan Lereng	Tutupan Lahan	Nilai Erosi Mitigasi	Kelas Erosi Mitigasi
PH_1	1,452.28749	0.3296	14.85348	0.00076	5.37510	1
PH_2	1,452.28749	0.3296	16.93634	0.00076	6.12884	1
PK_3	1,452.28749	0.12863	14.34946	0.01500	40.21002	2
PH_4	1,452.28749	0.3296	18.67656	0.00076	6.75858	1
PM_4	1,452.28749	0.42163	3.88930	0.14394	342.79564	4
PK_5	1,452.28749	0.12863	14.95219	0.01500	41.89898	2
PP_6	1,452.28749	0.23908	9.93344	0.03000	103.46842	3
PP_7	1,452.28749	0.23908	10.23419	0.03000	106.60114	3
PK_8	1,452.28749	0.12863	23.12458	0.01500	64.79961	3

Satuan Lahan	Erosivitas Hujan	Erodibilitas Tanah	Kemiringan Lereng	Tutupan Lahan	Nilai Erosi Mitigasi	Kelas Erosi Mitigasi
PM_8	1,452.28749	0.42163	3.67899	0.14394	324.25966	4
MK_9	1,452.28749	0.21675	17.24194	0.01500	81.41165	3
SB_9	1,452.28749	0.42163	10.70038	0.00120	7.86258	1
MK_10	1,452.28749	0.21675	10.46477	0.01500	49.41172	2
MP_11	1,452.28749	0.35243	7.16088	0.03000	109.95367	3
MK_12	1,452.28749	0.21675	9.94782	0.01500	46.97085	2
MH_13	1,452.28749	0.3308	9.29069	0.00076	3.37432	1
MH_14	1,452.28749	0.3308	6.38074	0.00076	2.31744	1
MH_15	1,452.28749	0.3308	12.97994	0.00076	4.71423	1
MP_16	1,452.28749	0.35243	6.67527	0.03000	102.49735	3

Klasifikasi TBE Mitigasi

Berdasarkan hasil perhitungan dan klasifikasi, rekomendasi upaya mitigasi dapat memberikan perubahan yang signifikan pada kelas tingkat bahaya erosi setiap satuan lahan (Gambar 4). Upaya mitigasi ditentukan dengan mempertimbangkan penggunaan lahan yang ada dari setiap satuan lahan dan sumber daya yang dapat dimanfaatkan yaitu sebagai berikut: 1.) Satuan lahan agroforestri diberikan serasah karena dapat

meningkatkan agregasi tanah, memperbaiki makroporositas tanah, dan menahan laju aliran permukaan (Sittadewi, 2021); 2.) Satuan lahan permukiman ditanami umbi yang merupakan jenis tanaman sekunder dalam mengurangi erosi (Septyani *et al.*, 2023); 3.) Satuan lahan semak belukar sebaiknya dimanfaatkan oleh masyarakat seperti lahan agroforestri lainnya dan dilakukan pengelolaan tanah berupa teras bangku karena dapat menekan laju erosi dan aliran permukaan (Pratama *et al.*, 2022).



Gambar 4. Peta tingkat bahaya erosi mitigasi

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, B. N., Baskoro, D. P. T., & Murtilaksono, K. (2022). Pendugaan Erosi Tanah dan Perencanaan Tutupan Lahan Hulu DAS Jeneberang, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(2), 302–310. <https://doi.org/10.18343/jipi.27.2.302>
- Akbar, H. (2021). Prediksi Erosi dan Teknik Konservasi Tanah Sistem Agroforestri Di Sub DAS Krueng Meuh Kabupaten Bener Meriah. *Jurnal Agrium*, 18(2). <https://doi.org/10.29103/agrium.v18i2.5327>.
- Azmeri, S. T. (2020). *Erosi, Sedimentasi, dan Pengelolaannya*. Syiah Kuala University Press.
- Badan Pusat Statistik. (2022). *Luas Kawasan Hutan dan Kawasan Konservasi Perairan Indonesia: Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan*. <https://www.bps.go.id/>.
- Dariah, A., Rachman, A., & Kurnia, U. (2004). Erosi dan Degradasi Lahan Kering di Indonesia Dalam Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat*, 11, 34.
- Fatmawati, S. (2021). Pengujian Erosi pada Kemiringan dan Kepadatan Tanah organik. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 6(1), 48–57. <https://doi.org/10.33096/jtsm.v6i1.278>.
- Fitri, R., & Nuraida. (2022). Sistem Agroforestri Berkelanjutan di Daerah Aliran Sungai Ciliwung Hulu. *Jurnal Kehutanan Papua*, 8(1), 87–93. <https://doi.org/10.46703/jurnalpapua.sia.vol8.iss1.293>.
- Hariati, F., Taqwa, F. M. L., Alimuddin, A., Salman, N., & Sulaeman, N. H. F. (2022). Simulasi Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Laju Erosi Lahan Menggunakan Metode Universal Soil Loss Equation (USLE) pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciseel. *Tameh: Journal of Civil Engineering*, 11(1), 52–61. <https://doi.org/10.37598/tameh.v11i1.185>.
- Kementerian Kehutanan. (2009). *Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial No. P.4/V-SET/2009: Pedoman Monitoring dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai*. Kementerian Kehutanan.
- Kementerian Kehutanan. (2013). *Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial No. P.4/V-SET/2013: Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis*. Kementerian Kehutanan.
- Kementerian Kehutanan. (2014). *Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No. P.60/Menhut-II/2014: Kriteria Penetapan Klasifikasi Daerah Aliran Sungai*. Kementerian Kehutanan.
- Kironoto, B. A., Yulistiyanto, B., & Olii, M. R. (2021). *Erosi dan Konservasi Lahan*. UGM PRESS.
- Kurniawan, S., Utami, S. R., Mukharomah, M., Navarette, I. A., & Prasetya, B. (2019). Land Use Systems, Soil Texture, Control Carbon and Nitrogen Storages in the Forest Soil of UB Forest, Indonesia. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 41(3), 416–427. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v41i3.2236>.
- Majni, FA. (2022). *BMKG: Curah Hujan Tahunan 2022 Lebih Sedikit dari Normal*. <https://mediaindonesia.com/>.
- Malinda, R. N., Arbiwati, D., & Wardoyo, S. S. (2020). Pendugaan Erosi dan Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi di Desa Sambirejo Kecamatan Prambanan Kabupaten Sleman D.I. Yogyakarta. *Jurnal Tanah dan Air*, 16(1), 43. <https://doi.org/10.31315/jta.v16i1.3980>.
- Marsudi, S., & Lufira, R. D. (2021). *Morfologi Sungai*. CV. Ae Media Grafika.
- Mayawati, S., & Jumri. (2019). Dampak Pembukaan Kawasan Hutan Terhadap Erosi. *Talenta Conference Series: Agricultural and Natural Resources (ANR)*, 2(1), 6–10. <https://doi.org/10.32734/anr.v2i1.56>.
- McCool, D. K., Brown, L. C., Foster, G. R., Mutchler, C. K., & Meyer, L. D. (1987). Revised Slope Steepness Factor for the Universal Soil Loss Equation. *Transactions of the ASAE*, 30(5), 1387–1396. <https://doi.org/10.13031/2013.30576>.
- Montgomery, D. R. (2007). Soil Erosion and Agricultural Sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*,

- 104(33), 13268-13272.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0611508104>.
- Mukharomah, E. (2021). *Konsep Dasar Ekologi Tumbuhan*. Bening Media Publishing.
- Neolaka, E. Y., Tanesib, J. L., & Bernandus, B. (2022). Pemetaan Daerah Rawan Erosi dengan Menggunakan Metode Universal Soil Loss Equation (USLE) di Kota Kupang. *Jurnal Fisika: Fisika Sains dan Aplikasinya*, 7(1), 29-36.
- Pareira, M. S., Naikofi, K. I., Tuas, M. A., & Pasi, M. S. (2023). Sosialisasi Budidaya Tanaman Tarum (Indigofera) di Lahan Kering Pada Kelompok Tani Bilubahan Desa Tapenpah Kecamatan Insana. *Jurnal Altifani Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(3), 410-415.
<https://doi.org/10.59395/altifani.v3i3.411>.
- Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R., & Blair, R. (1995). Environmental and Economic Costs of Soil Erosion and Conservation Benefits. *Science*, 267(5201), 1117-1123.
<https://doi.org/10.1126/science.267.5201.1117>.
- Pratama, W. P., Banuwa, I. S., Afrianti, N. A., & Afandi, A. (2022). Pengaruh Guludan dan Pupuk Organonitrofos Terhadap Aliran Permukaan dan Erosi Pada Pertanaman Singkong (Manihot utilisima) Musim Tanam Kelima. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 469.
<https://doi.org/10.23960/jat.v10i3.6235>.
- Raco, B., Wicaksono, A., & Triweko, R. W. (2022). Tingkat Bahaya Erosi Akibat Perubahan Tutupan Lahan Pada Daerah Tangkapan Air Danau Tondano. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(1), 63-76.
- Raditya, F. T., & Suhastyo, A. A. (2020). Implementasi Model Spasial Erosi Lahan di Kecamatan Pagentan Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal Ilmiah Media Agrosains*, 6(1), 20-26.
- Sadewo, W., Subagiada, K., & Djayus, D. (2023). Analisis Klasifikasi Laju Erosi Menggunakan Metode Universal Soil Loss Equation (USLE) Dengan SIG di Kota Samarinda. *Geosains Kutai Basin*, 6(1), 53-62.
- Salim, A. G., Dharmawan, I. W. S., & Narendra, B. H. (2019). Pengaruh Perubahan Luas Tutupan Lahan Hutan Terhadap Karakteristik Hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(2), 333.
<https://doi.org/10.14710/jil.17.2.333-340>.
- Septyani, I. A. P., Rafika, M., & Melia, Y. (2023). Sosialisasi Kesesuaian Lahan Tanaman Porang Sebagai Tanaman Pendamping dan Pengolahan Hasil Porang di Desa Kampung Dalam, Labuhanbatu. *Jurnal Altifani Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, 3(2), 178-185.
<https://doi.org/10.59395/altifani.v3i2.352>.
- Siahaan, R. C., & Kusuma, Z. (2021). Karakteristik Sifat Fisik Tanah dan C-Organik pada Penggunaan Lahan Berbeda di Kawasan UB Forest. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 8(2), 395-405.
<https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.11>.
- Sittadewi, H. (2021). Effects of Root Plants and Litter on Soil Macroporosity, Infiltration Rate and Erosion. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 16(1), 17-22.
<https://doi.org/10.29122/jstmb.v16i1.4873>.
- Springer, G. S. (1976). *Erosion by Liquid Impact*. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture.
- Tato, K., & Hurni, H. (1992). *Soil Conservation for Survival*. Soil and Water Conservation Society (SWCS).
- Wischemeier, W. H., & Smith, D. D. (1965). *Predicting Rainfall-Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains: Guide for Selection of Practices for Soil and Water Conservation (No. 282)*. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture.
- Wischemeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning (No. 537)*. Department of Agriculture, Science and Education Administration.

Yusuf, M., Fernandes, A. A. R., Kurniawan, S., & Arisoelaningsih, E. (2020). Initial soil properties of the restored degraded area under different vegetation cover in UB Forest, East Java, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1563(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1563/1/012006>.