



Pendugaan erosi menggunakan metode *Modified Universal Soil Loss Equation* (MUSLE) di Sub DAS Bale

Lujeng Luthvy Salviya^{1*}, Didik Taryana¹, Heni Masruroh¹, Nevy Farista Aristin²

¹ Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

² Universitas Lambungmangkurat, Jl. Brigjen H. Hasan Basri, Kayu Tangi, Banjarmasin, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: didik.taryana.fis@um.ac.id

Paper received: 11-08-2023; revised: 25-08-2023; accepted: 10-09-2023

Abstract

The Bale River Sub Basin is located in Tulungrejo Village, Gandusari District, Blitar Regency, on territory with undulating topography and at an elevation of 519 to 846 meters above sea level, with steep to extremely steep slopes. The majority of the Bale sub-watershed area's land use, notably forests, has been transformed into agricultural land or mixed gardens, where land conversion is carried out without or with conservation measures under adverse land cover conditions. Land use that does not comply with land conservation requirements exposes the Bale sub-watershed to erosion, and the Bale sub-watershed has steep slopes. As a result, this research aims to forecast the quantity of erosion in the Bale sub-watershed. This study employed a literature review and a field survey, with data collected in the form of primary and secondary sources. The MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation) approach was used for data analysis to estimate the amount of erosion in the research area. According to the findings of this study, the Bale sub-watershed has 18 land units, with land unit 4 having the highest erosion value of 647,99 tons per hectare per year. Land unit 4 has a Vq factor value of 2.322,76 m³, a K value of 0.50, an LS value of 1.7, and a CP value of 0.60 with residential land use and no conservation activities. Meanwhile, land unit 17 had the lowest erosion value of 1,09 tons per hectare per year. The Vq value for the land unit is 686,05 m³, the K value is 0.30, the LS value is 3.8, and the CP value is 0.02 using forest land and conservation methods such as bunds and reinforcing grass.

Keywords: erosion; MUSLE; Bale sub-watershed

Abstrak

Sub Daerah Aliran Sungai Bale berada di Desa Tulungrejo, Kecamatan Gandusari, Kabupaten Blitar yang memiliki lahan dengan topografi yang bergelombang dan berada pada ketinggian antara 519 – 846 mdpl dan didominasi dengan kelerengan yang curam hingga sangat curam. Penggunaan lahan di sebagian besar wilayah sub DAS Bale, yaitu berupa hutan telah banyak berubah menjadi lahan pertanian atau kebun campuran. Dimana alih fungsi lahan tersebut dilakukan tanpa atau dengan tindakan konservasi dan kondisi penutup lahan yang kurang baik. Pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan ketentuan konservasi lahan akan berakibat pada kerentanan sub DAS Bale terhadap kejadian erosi, ditambah Sub DAS Bale memiliki kemiringan lereng yang curam. Dengan demikian, tujuan dari kajian ini adalah untuk menduga/prediksi besaran erosi di Sub DAS Bale. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dan survei lapangan dengan data yang digunakan berupa data primer dan sekunder. Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*) untuk pendugaan besarnya erosi pada wilayah kajian. Hasil dari penelitian ini, terdapat 18 unit lahan di Sub DAS Bale dengan nilai erosi terbesar pada unit lahan 4 sebesar 647,99 ton/ha/tahun. Satuan unit lahan 4, memiliki nilai faktor Vq sebesar 2.322,76 m³, nilai K sebesar 0,50, nilai LS sebesar 1,7 dan nilai CP sebesar 0,60 dengan penggunaan lahan permukiman tanpa adanya upaya konservasi. Sementara itu, nilai erosi terkecil terdapat pada unit lahan 17 sebesar 1,09 ton/ha/tahun. Nilai Vq pada unit lahan tersebut sebesar 686,05 m³, nilai K sebesar 0,30, nilai LS sebesar 3,8, dan nilai CP sebesar 0,02 dengan penggunaan lahan hutan serta upaya konservasi berupa guludan dan rumput penguat.

Kata kunci: erosi; MUSLE; Sub DAS Bale

1. Pendahuluan

Hilangnya bagian tanah paling atas yang berpindah ke tempat lain karena adanya pengangkutan oleh media tertentu, seperti air ataupun angin disebut sebagai erosi (Dewi et al., 2012). Curah hujan, limpasan permukaan, jenis tanah, kemiringan lereng, penggunaan lahan, dan tindakan konservasi dapat memengaruhi terjadinya peristiwa erosi. Erosi dapat menyebabkan kerusakan pada tanah tempat terjadinya erosi maupun pada tujuan akhir dimana tanah tersebut diangkut untuk diendapkan. Erosi tersebut akan berakibat tanah kehilangan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman, karena sebagian besar zat-zat/nutrisinya telah hilang sehingga kesuburan tanahnya akan menurun. Sementara itu, limpasan permukaan mengangkut tanah hasil erosi dan mengendapkannya sebagai sedimen di aliran-aliran air seperti sungai, waduk, ataupun danau. Hal tersebut, salah satunya akan menimbulkan terganggunya saluran air.

Sub Daerah Aliran Sungai Bale terletak di Desa Tulungrejo, Kecamatan Gandusari, Kabupaten Blitar yang memiliki lahan dengan topografi yang bergelombang dan berada pada ketinggian antara 519–846 mdpl serta memiliki rata-rata curah hujan yang cukup tinggi. Secara Geologi, tanah pada wilayah tersebut berupa tanah vulkanik yang berasal dari letusan gunung api Kelud yang memiliki bersifat gembur dan rawan terhadap terjadinya erosi. Wilayah sub DAS Bale, didominasi dengan kemiringan lereng yang agak curam hingga curam antara 15% - >45%. Dimana kemiringan lereng menurut Hariyanto et al. (2019) akan memberikan pengaruh terhadap erosi yang akan terjadi, karena akan mempengaruhi kecepatan limpasan permukaan.

Penggunaan lahan di sebagian besar wilayah sub DAS Bale, yaitu berupa perkebunan dan hutan yang masing-masing menempati 21,74% dan 56,20% dari luas total wilayah. Namun, pemanfaatan lahan hutan telah banyak berubah menjadi lahan pertanian atau kebun campuran yang memiliki kemiringan lereng curam. Dimana alih fungsi lahan tersebut dilakukan tanpa atau dengan tindakan konservasi serta kondisi penutup lahan yang kurang baik. Kondisi pemanfaatan lahan yang tidak terencana dengan baik yang bahkan tidak memperhatikan ketentuan konservasi lahan akan mempengaruhi kerentanan sub DAS Bale terhadap kejadian erosi dan sedimentasi, ditambah Sub DAS Bale memiliki kemiringan lereng yang curam. Sejalan dengan pengamatan dilapangan bahwa pada wilayah penelitian ditemukan beberapa kejadian erosi di beberapa titik, yaitu erosi percik, erosi lembar, dan erosi alur.

Suatu lahan yang tidak melakukan upaya pengendalian dan pencegahan erosi, akan mempercepat terjadinya degradasi lahan. Dalam upaya pengendalian tersebut, maka memerlukan suatu informasi mengenai besaran erosi yang terjadi di suatu wilayah. Untuk mengetahui besaran erosi yang terjadi pada suatu wilayah, salah satunya menggunakan pendugaan metode *Modified Universal Soil Loss Equation* (MUSLE). Metode tersebut merupakan prediksi atau pendugaan erosi yang bertujuan untuk memprediksi besarnya jumlah tanah yang hilang atau terangkut oleh air pada suatu lahan yang merupakan hasil kali antara faktor aliran atau limpasan permukaan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, faktor tanaman serta tindakan pengendalian erosi. MUSLE merupakan pengembangan dari persamaan USLE yang dapat menduga laju erosi dan sedimentasi dengan mengubah faktor erosivitas hujan menjadi faktor limpasan permukaan (Krisnayanti, 2018).

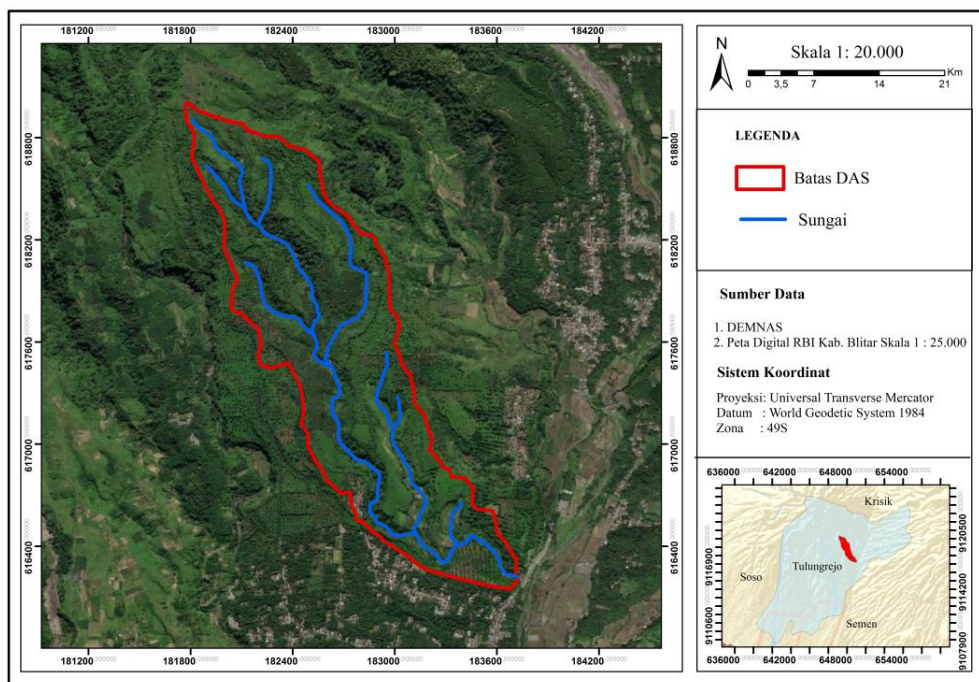
Penelitian mengenai pendugaan erosi, telah banyak dilakukan. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Liastuti et al. (2018) di PTPN XIII Gunung Meliau, Kecamatan Meliau, Kabupaten Sanggau. Kesamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Liastuti, et al (2018) tersebut adalah sama-sama mengkaji pendugaan erosi. Sedangkan yang menjadi pembeda adalah metode dan wilayah kajiannya, dimana dalam penelitian tersebut wilayah kajiannya yaitu pada lahan perkebunan kelapa sawit dan menggunakan metode USLE. Sihaloho et al. (2020) juga melakukan penelitian mengenai erosi di Pekanbaru. Dalam penelitian tersebut sama-sama menggunakan metode MUSLE untuk menentukan erosi. Namun, dalam menentukan jenis tanahnya tidak menggunakan analisis laboratorium, melainkan menggunakan *software GIS* dan wilayah kajian pada penelitian tersebut pada suatu DAS yaitu DAS Sail.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi besaran erosi di Sub DAS Bale menggunakan persamaan MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*). Besarnya erosi yang terjadi pada suatu wilayah yang sedang mengalami alih fungsi lahan yang tidak memperhatikan aspek konservasi lahan, menjadi sangat penting untuk diketahui guna dalam upaya tindakan pengelolaan.

2. Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Sub DAS Bale seluas 200,273 Ha dengan topografi yang bergelombang dan berada pada ketinggian 519 – 846 mdpl. Secara administratif, lahan sub DAS Bale terletak di Desa Tulungrejo Kecamatan Gandusari Kabupaten Blitar dan masih dalam kawasan PTPN XII Bantaran.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Berisi jenis penelitian, waktu dan tempat penelitian, target/sasaran, subjek penelitian, prosedur, instrumen dan teknik analisis data serta hal-hal lain yang berkaitan dengan cara penelitiannya yang dapat ditulis dalam sub-subbab, dengan sub-subheading.

2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi 2 jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer pada penelitian ini dilakukan dengan cara observasi yaitu pengamatan kondisi lapangan dan pengambilan sampel tanah secara langsung pada lokasi penelitian untuk dilakukan uji laboratorium. Pengambilan sampel tanah menggunakan teknik purposive sampling yang dilakukan pada masing-masing satuan unit lahan pada wilayah kajian yang diperoleh melalui analisis SIG. Sementara itu, data sekunder diperoleh melalui berbagai sumber atau literatur, web-web, dan dari instansi terkait. Data sekunder yang digunakan untuk penelitian ini adalah data curah hujan harian maksimum tahunan 2012-2021, data DEM, *basemap imagery*, peta digital jenis tanah, dan peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Blitar. Alat penelitian yang digunakan terdiri dari software ArcGIS, ring tanah, cetok, GPS, kantong plastik, kertas label, gelas ukur, timbangan, oven, dan tabung erlenmeyer.

2.3. Analisis Data

Teknik analisis data menggunakan persamaan dari metode Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE) dalam pendugaan besarnya erosi di Sub DAS Bale. Metode MUSLE merupakan pengembangan dari metode USLE yang mengubah nilai R (erosivitas) menjadi nilai Qp (Debit Puncak) dan Vq (Volume Aliran Permukaan). Besarnya erosi di wilayah kajian didapatkan dengan memasukkan data yang telah diperoleh ke dalam persamaan MUSLE berikut ini:

$$S_y = a (Q_p \times V_q)^b \times K \times L \times S \times C \times P \quad (1)$$

Keterangan:

- S_y = Hasil sedimen saat kejadian hujan sesaat (ton/tahun)
- a, b = Konstanta, sebesar 11,8 dan 0,56
- Q_p = Debit Puncak (m³/dt)
- V_q = Volume aliran permukaan (m³)
- K = Erodibilitas
- L = Panjang lereng (m)
- S = Kemiringan (%)
- C = Vegetasi
- P = Upaya konservasi tanah

Dari persamaan MUSLE diatas, faktor-faktor tersebut akan ditentukan nilainya berdasarkan rumus sebagai berikut:

2.3.1. Debit Puncak (Qp)

Perhitungan besarnya debit puncak menggunakan metode rasional. Rumus umum metode tersebut (Hadisutanto, 2011) sebagai berikut:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A \quad (2)$$

Keterangan:

- Qp = debit puncak (m³/s)
- C = koefisien limpasan
- I = intensitas hujan (mm/jam)
- A = luas (km²)
- 0,278 = tetapan

Pada penentuan intensitas hujan, didapatkan dari persamaan Subarkah (1980) dalam Triatmodjo (2008).

$$I = \frac{R}{24} \frac{24}{Tc}^{2/3} \quad (3)$$

Keterangan:

- I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- R = hujan harian max (mm)
- Tc = waktu konsentrasi (jam)

Penentuan waktu konsentrasi diperoleh dari persamaan sebagai berikut.

$$Tc = (0,06628 \times L^{0,77}) / S^{0,385} \quad (4)$$

Keterangan:

- Tc = waktu konsentrasi (jam)
- L = panjang sungai utama (km²)
- S = kemiringan lahan antara titik tertinggi dan titik terendah

Tabel 1. Koefisien Aliran Permukaan (C)

No	Keterangan	C
1	Tegalan/ ladang, Kebun Campuran	0,20
2	Hutan	0,10
3	Daerah Industri	0,80
4	Permukiman	0,70
5	Sawah	0,15
6	Wilayah Pertanian, Perkebunan	0,40
7	Tanah lapang	0,30
8	Jalan Aspal	0,95
9	Semak Belukar	0,70

Sumber: Soewarno (2000) dan Haryanto (2014)

2.3.2. Volume Aliran Permukaan (Vq)

$$Vq = R24 \times A \times CP \quad (5)$$

Keterangan:

- Vq = volume aliran permukaan (m³)
- R24 = curah hujan harian maksimum (m)
- A = luas (m²)
- CP = Penggunaan dan konservasi lahan

2.3.3. Faktor Erodibilitas (K)

Faktor erodibilitas tanah, menggunakan parameter permeabilitas tanah, bahan organik tanah, tekstur tanah dan struktur tanah, dan permeabilitas tanah. Faktor erodibilitas tanah (K) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dari Wischmeimer (1971) dalam Arsyad (2006) sebagai berikut:

$$K = 1,292 [2,1 M^{1,14} (10^{-4}) (12-a) + 3,25 (b-2) + 2,5 (c-3)] / 100 \quad (6)$$

Keterangan:

K = nilai erodibilitas tanah

M = ukuran praktikel yaitu (% debu + % pasir sangat halus) x (100-% liat)

a = bahan organik (%)

b= kode struktur tanah

c = kode permeabilitas tanah

Tabel 2. Penilaian Kelas Struktur Tanah

No	Struktur	Kelas
1	Granular sangat halus	1
2	Granular halus	2
3	Granular sedang sampai kasar	3
4	Gumpal, lempeng, pejal	4

Sumber: Arsyad (1989)

Tabel 3. Penilaian Kelas Permeabilitas Tanah

No.	Kelas Kecepatan Permeabilitas Tanah	Kelas
1	Sangat Lambat (<0,5 cm/jam)	6
2	Lambat (0,5 - 2,0 cm/jam)	5
3	Lambat sampai sedang (2,0 - 6,3 cm/jam)	4
4	Sedang (6,3 -12,7 cm/jam)	3
5	Sedang sampai cepat (12,7 - 25,4 cm/jam)	2
6	Cepat (>25,4 cm/jam)	1

Sumber: Arsyad (1989)

Tabel 4. Klasifikasi Kelas Erodibilitas Tanah

No.	Nilai (K)	Kategori
1	0,00 - 0,10	Sangat rendah
2	0,11 - 0,21	Rendah
3	0,22 - 0,32	Sedang
4	0,33 - 0,44	Agak Tinggi
5	0,45 - 0,55	Tinggi
6	0,56 - 0,64	Sangat Tinggi

Sumber: Arsyad (2010)

2.3.4. Panjang Lereng dan Kemiringan Lereng (LS)

Penentuan panjang dan kemiringan lereng (LS) dapat dihitung dengan analisis dari data DEM (*Digital Elevation Model*) dengan pemodelan SIG yang berfungsi untuk mendapatkan data kontur wilayah kajian penelitian. Penentuan panjang dan kemiringan lereng dapat diperoleh dari analisis spasial dengan menarik garis antar interval kontur.

Nilai panjang dan kemiringan lereng, diperoleh menggunakan persamaan menurut Wischmeimer (1978) dalam Hardjoamijojo dan Sukartaatmadja (1992) sebagai berikut:

$$LS = \left(\frac{L}{22}\right)^m (0,065 + 0,045S + 0,0065S) \quad (7)$$

Keterangan:

l = Panjang lereng (m)

S = Kemiringan Lereng (%)

m = Nilai eksponensial ditetapkan berdasarkan kemiringan

S <1% maka nilai m = 0,2

S 1-3% maka nilai m = 0,3

S 3-5 % maka nilai m = 0,4

S >5% maka nilai m = 0,5

2.3.5. Pengelolaan Tanaman (C) dan Tindakan Konservasi (P)

Dalam menentukan nilai C dilakukan dengan observasi secara langsung di lapangan dengan mengidentifikasi tutupan/penggunaan lahannya. Sementara itu, dalam penentuan nilai P didasarkan ada dan tidaknya suatu bentuk perlakuan atau konservasi terhadap lahan di wilayah kajian.

Tabel 5. Nilai Faktor Pengelolaan Tanaman (C)

No	Penggunaan Lahan	Faktor C
1	Pemukiman	0,60
2	Kebun Campuran	0,30
3	Sawah	0,05
4	Tegalan	0,75
5	Perkebunan	0,40
6	Hutan	0,30

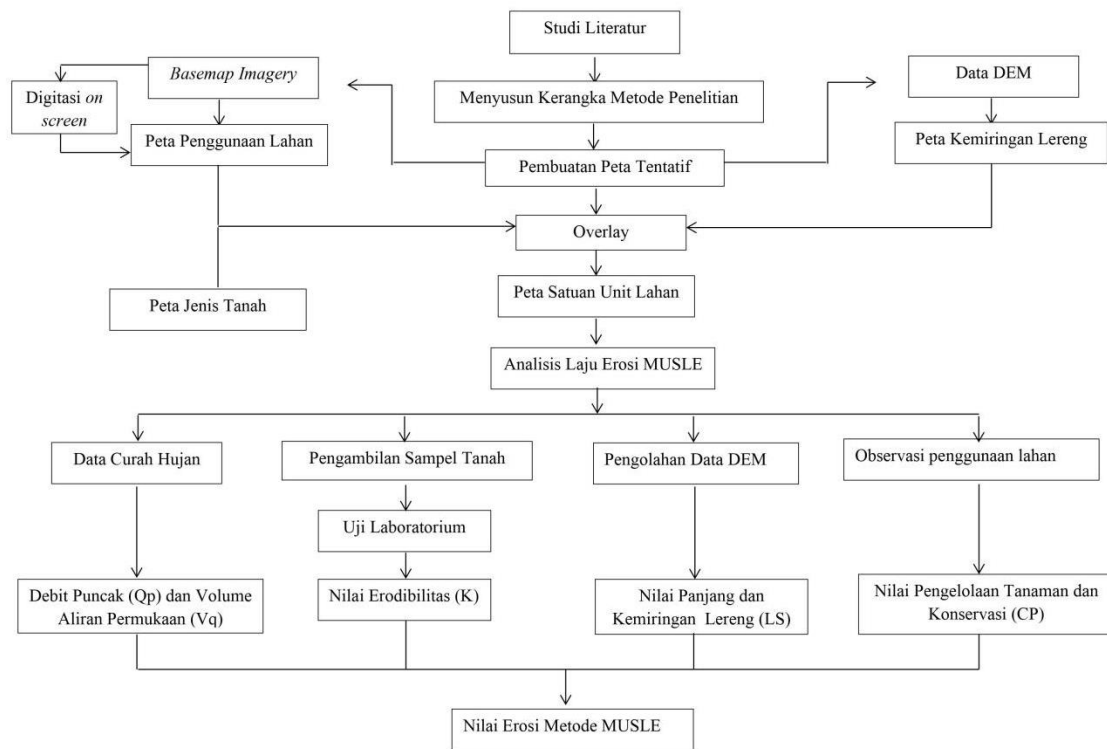
Tabel 6. Nilai Faktor Tindakan Konservasi (P)

No	Tutupan Lahan	Nilai P
1	Tanah tanpa tindakan konservasi	1
2	Perkebunan dengan penutup lahan	
3	a. Kerapatan tinggi	0,1
4	b. Kerapatan sedang	0,5
5	Teras Tradisional	0,4
6	Teras gunung	0,3
7	Kontur cropping	0,59
8	Perkampungan di olah	0,95

Sumber: Arsyad (1989)

2.4. Diagram Alir Penelitian

Untuk proses penelitian yang lebih rinci, disajikan dalam gambar diagram alir penelitian sebagai berikut.

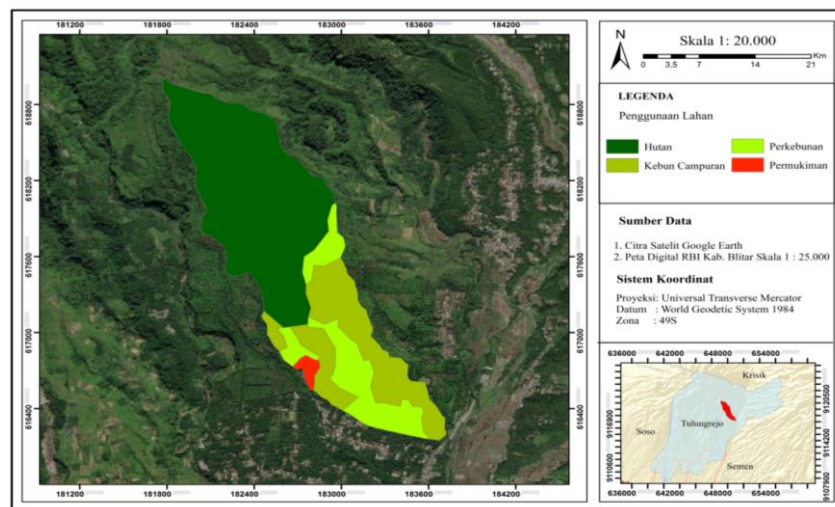


Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kondisi Umum Wilayah Penelitian

Sub DAS Bale secara administrasi terletak di Desa Tulungrejo, Kecamatan Gandusari yang merupakan kawasan PTPN XII Bantaran. Sub DAS Bale memiliki luas 200,273 Ha dan keliling sepanjang 7.952,65 m. Panjang sungai utama di Sub DAS Bale sepanjang 4.105,12 m dan anak sungai sepanjang 4.393,18 m. Elevasi bagian hulu mencapai 846 mdpl dan elevasi terendah bagian hilir sebesar 519 mdpl.



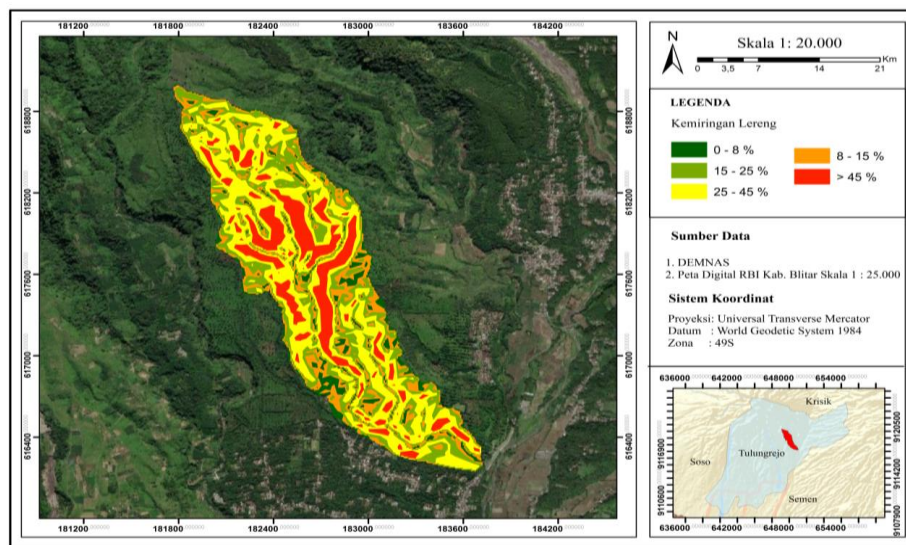
Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Sub DAS Bale

Sub DAS Bale memiliki 4 jenis penggunaan lahan, yaitu hutan, perkebunan, permukiman, dan kebun campuran dengan luas pada masing-masing penggunaan lahan sebagai berikut.

Tabel 7. Luas Penggunaan Lahan Sub DAS Bale

No	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1	Hutan	112,56
2	Perkebunan	43,55
3	Permukiman	2,39
4	Kebun Campuran	41,78
	Luas Total	200,27

Berdasarkan Tabel 7 diatas, diketahui bahwa wilayah di Sub DAS Bale di dominasi dengan tipe penggunaan lahan berupa hutan dengan luas 112,56 Ha. Penggunaan lahan hutan, banyak ditanami pohon jati, pohon sengon, dan sebagainya. Untuk penggunaan lahan perkebunan, ditanami dengan tanaman teh. Sementara itu, pada kebun campuran ditanami oleh tanaman ketela pohon dan tanaman kacang –kacangan. Penggunaan lahan permukiman memiliki luas paling kecil sebesar 2,39 Ha, karena memang wilayah tersebut masih jarang penduduknya, namun seiring berjalannya waktu sudah semakin bertambah daripada sebelumnya.



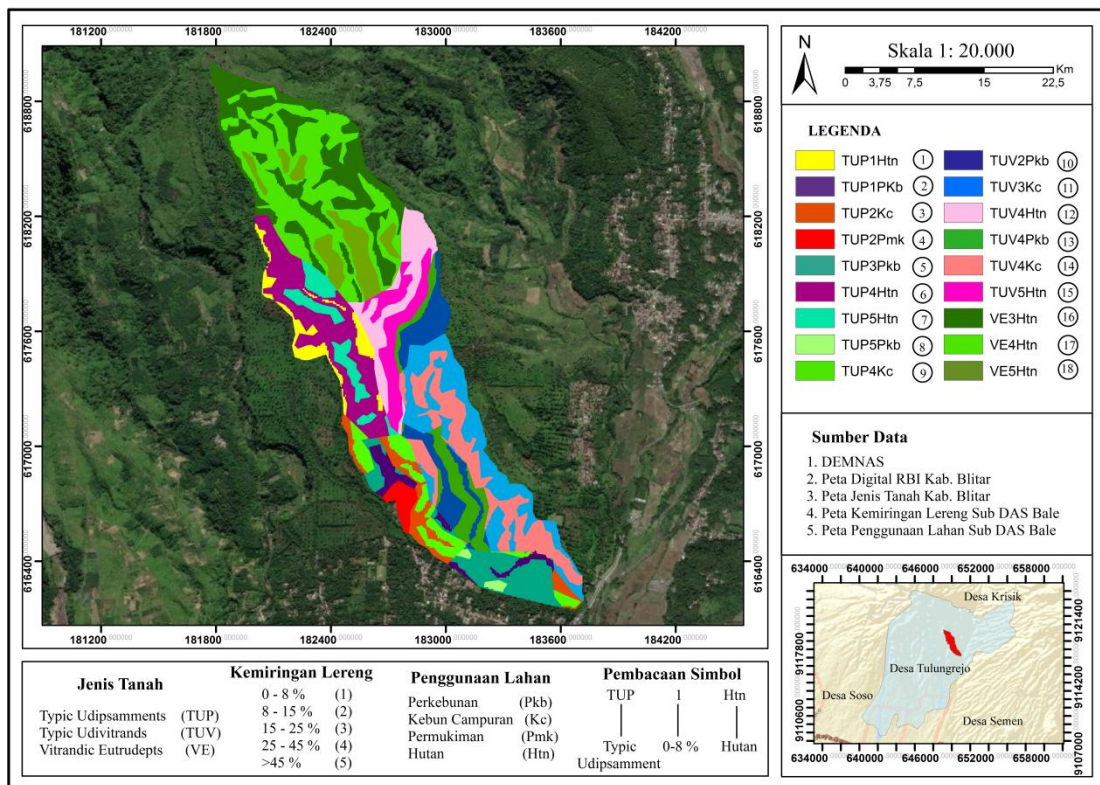
Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng Sub DAS Bale

Berdasarkan peta kemiringan lereng yang didapat dari peta Digital Elevation Model (DEM), dapat diketahui bahwa terdapat 5 klasifikasi kelas kemiringan lereng dengan luasan masing-masing sebagai berikut.

Tabel 8. Kemiringan Lahan Sub DAS Bale

No	Kemiringan Lereng	Klasifikasi	Luas (Ha)
1	0 – 8 %	Datar	12,93
2	8 – 15 %	Landai	28,02
3	15 – 25 %	Agak Curam	48,43
4	25 – 45 %	Curam	77,50
5	>45 %	Sangat Curam	33,45

Berdasarkan Tabel 8, kemiringan lereng di Sub DAS Bale didominasi kemiringan yang agak curam hingga curam. Kemiringan lereng yang datar, memiliki luas 12,94 ha, lereng yang landai seluas 28,02 ha, lereng agak curam seluas 77,50 ha, dan lereng yang sangat curam memiliki luas sebesar 33,45 ha. Dominasi kemiringan lereng curam tersebut, disebabkan karena Sub DAS Bale terletak di lereng Gunung Kelud. Kemiringan lereng yang besar dapat menyebabkan erosi juga semakin besar, karena menurut Ananta (2021), semakin miring suatu lereng maka partikel tanah mudah lepas.



Gambar 5. Peta Satuan Unit Lahan Sub DAS Bale

Berdasarkan peta 5 diatas, Sub DAS Bale memiliki 18 satuan unit lahan. Dalam penentuan satuan unit lahan tersebut, menggunakan beberapa jenis peta yang dioverlay, yaitu peta jenis tanah, peta kemiringan lereng, dan peta penggunaan lahan. Satuan unit lahan dibuat sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan sampel tanah di Sub DAS Bale. Hal tersebut karena satuan unit lahan akan dapat menggambarkan keadaan fisik dan karakteristik yang kompleks meliputi kondisi kelereng, penggunaan lahan, dan jenis tanah.

3.2. Perhitungan Erosi Metode MUSLE

3.2.1. Debit Puncak

Dalam penentuan debit puncak, maka perlu dilakukan analisis hidrologi dengan menggunakan data curah hujan harian maksimum harian tahunan. Dalam penelitian ini menggunakan data curah hujan selama 10 tahun sebagai berikut.

Tabel 9. Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan Stasiun Bantaran

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)
1	2012	171
2	2013	104
3	2014	133
4	2015	121
5	2016	129
6	2017	152
7	2018	206
8	2019	175
9	2020	245
10	2021	185

Sumber: Dinas PUPR Kabupaten Blitar (2022)

Berdasarkan Tabel 9, diketahui curah hujan maksimum harian tahunan stasiun bantaran pada tahun 2012-2021. Curah hujan harian maksimum selama 10 tahun, terbesar terjadi pada tahun 2020 sebesar 245 mm dan curah hujan harian maksimum terendah terjadi pada tahun 2013 yaitu 104 mm.

Setelah curah hujan harian maksimum harian tahunan diketahui, maka dilakukan perhitungan intensitas hujan menggunakan metode mononobe. Dalam menentukan besarnya intensitas hujan, maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan waktu konsentrasi hujan menggunakan rumus dari Kirpich.

Tabel 10. Penentuan Koefisien Pengaliran Sub DAS Bale

No	Penggunaan lahan	Luas (Ha)	%	C tabel	C x Luas
1	Perkebunan	43,55	21,74	0,4	17,42
2	Kebun Campuran	41,78	20,86	0,2	8,36
3	Hutan	112,56	56,20	0,1	11,26
4	Permukiman	2,39	1,19	0,7	1,67
5	Jumlah	200,27	100	1,4	38,70
C Komposit					0,19

Pemanfaatan lahan di wilayah Sub DAS Bale beragam, sehingga adalah perhitungan koefisien pengaliran (C) dibagi menjadi beberapa bagian sesuai dengan jenis penggunaan lahannya. Dari tabel 13, diketahui untuk nilai C komposit dalam Sub DAS Bale sebesar 0,19.

Tabel 11. Penentuan Nilai Debit Puncak (Qp)

No	Tahun	Tetapan	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Qp (m ³ /detik)
1	2012	0,278	0,193	86,85	2,003	9,34
2	2013	0,278	0,193	52,82	2,003	5,68
3	2014	0,278	0,193	67,55	2,003	7,27
4	2015	0,278	0,193	61,45	2,003	6,61
5	2016	0,278	0,193	65,52	2,003	7,05
6	2017	0,278	0,193	77,20	2,003	8,31
7	2018	0,278	0,193	104,62	2,003	11,26
8	2019	0,278	0,193	88,88	2,003	9,56
9	2020	0,278	0,193	124,43	2,003	13,39
10	2021	0,278	0,193	93,96	2,003	10,11
Rata-rata						8,86

Debit puncak dihitung menggunakan metode rasional dengan nilai paling tinggi pada tahun 2020 adalah 13,39 m³/detik, sedangkan yang terendah pada tahun 2013 adalah 5,68 m³/detik. Selama 10 tahun, rata-rata debit puncak adalah 8,86 m³/detik.

3.2.2. Erodibilitas Tanah

Untuk menentukan erosi tanah, kita perlu memperoleh nilai erodibilitas tanah, yang ditentukan berdasarkan sifat-sifat tanah seperti tekstur, permeabilitas, bahan organik, dan struktur. Untuk mengukur karakteristik tanah ini, kami melakukan uji laboratorium dengan mengambil sampel dari setiap unit lahan di Sub DAS Bale.

Tabel 12. Penentuan Tekstur Tanah

No	Unit Lahan	Pasir %	Debu %	Liat %	Kriteria	M
1	1	33,29	47,56	19,14	Lempung	6537,71
2	2	34,42	44,75	20,83	Lempung	6268,50
3	3	36,56	42,18	21,27	Lempung	6199,14
4	4	21,92	44,26	33,83	Lempung Liat	4379,12
5	5	34,24	45,65	20,11	Lempung	6381,75
6	6	33,09	46,24	20,68	Lempung	6291,96
7	7	39,10	42,27	18,63	Liat	6621,70
8	8	30,01	59,51	10,48	Lempung Debu	8014,07
9	9	29,23	41,41	29,35	Lempung Liat	4990,79
10	10	29,82	37,53	32,65	Lempung Liat	4536,09
11	11	28,10	40,75	31,15	Lempung Liat	4740,75
12	12	31,20	53,85	14,95	Lempung Debu	7233,68
13	13	28,54	26,16	45,30	Liat	2991,74
14	14	22,43	32,04	45,53	Liat	2967,27
15	15	37,76	44,72	17,52	Lempung	6803,69
16	16	29,96	37,45	32,58	Lempung Liat	4544,88
17	17	34,10	17,05	48,84	Liat	2617,05
18	18	24,70	42,95	32,35	Lempung Liat	4576,66

Tabel 13. Penentuan Bahan Organik Tanah

No	Unit Lahan	Blanko (ml)	Titration (ml)	C Organik	Bahan Organik (%)	Kriteria
1	1	20,5	18	0,97	1,68	Rendah
2	2	20,5	15,5	1,95	3,36	Sedang
3	3	20,5	18,5	0,78	1,34	Rendah
4	4	20,5	19	0,58	1,01	Rendah
5	5	20,5	16	1,75	3,02	Sedang
6	6	20,5	17	1,36	2,35	Sedang
7	7	20,5	15,6	1,91	3,29	Sedang
8	8	20,5	18	0,97	1,68	Rendah
9	9	20,5	16,4	1,60	2,75	Sedang
10	10	20,5	16,4	1,60	2,75	Sedang
11	11	20,5	15	2,14	3,69	Sedang
12	12	20,5	14,6	2,30	3,96	Sedang
13	13	20,5	14	2,53	4,37	Tinggi
14	14	20,5	16	1,75	3,02	Sedang
15	15	20,5	15,2	2,06	3,56	Sedang
16	16	20,5	17	1,36	2,35	Sedang
17	17	20,5	13	2,92	5,04	Tinggi
18	18	20,5	15,3	2,03	3,49	Sedang

Tabel 14. Penentuan Permeabilitas Tanah

No	Unit Lahan	Waktu (jam)	Luas Ring (cm)	Tinggi ring (cm)	Tinggi rendaman air (cm)	Volume Air Keluar (ml)	Permeabilitas
1	1	0,68	19,625	4,5	3	91	10,23
2	2	0,56	19,625	4,5	3	72	9,83
3	3	0,64	19,625	4,5	3	87	10,39
4	4	1,58	19,625	4,5	3	85	4,11
5	5	0,56	19,625	4,5	3	92	12,56
6	6	0,57	19,625	4,5	3	94	12,60
7	7	0,79	19,625	4,5	3	82	7,93
8	8	0,66	19,625	4,5	3	97,5	11,29
9	9	1,26	19,625	4,5	3	79	4,79
10	10	1,06	19,625	4,5	3	86	6,20
11	11	1,05	19,625	4,5	3	76	5,53
12	12	0,78	19,625	4,5	3	96	9,41
13	13	1,23	19,625	4,5	3	21	1,30
14	14	1,58	19,625	4,5	3	95	4,60
15	15	0,72	19,625	4,5	3	95	10,08
16	16	1,21	19,625	4,5	3	88,5	5,59
17	17	1,16	19,625	4,5	3	10	0,66
18	18	1,35	19,625	4,5	3	88	4,98

Tabel 15. Penentuan Struktur Tanah

No	Unit Lahan	Kriteria
1	1	Granular Halus
2	2	Granular Halus
3	3	Granular Halus
4	4	Granular sedang – kasar
5	5	Granular sedang – kasar
6	6	Granular Halus
7	7	Granular sedang – kasar
8	8	Granular Halus
9	9	Granular sedang – kasar
10	10	Granular sedang – kasar
11	11	Granular sedang – kasar
12	12	Granular sedang – kasar
13	13	Blocky
14	14	Granular sedang – kasar
15	15	Blocky
16	16	Granular sedang – kasar
17	17	Blocky
18	18	Blocky

Tabel 16. Penentuan Nilai Erodibilitas Tanah

No	Unit Lahan	M	BO (a)	Permeabilitas (b)	Struktur (c)	Erodibilitas (K)
1	1	6537,71	1,68	2	3	0,626
2	2	6268,50	3,36	2	3	0,500
3	3	6199,14	1,34	2	3	0,609
4	4	4379,12	1,01	3	4	0,497
5	5	6381,75	3,02	3	3	0,572
6	6	6291,96	2,35	2	3	0,560
7	7	6621,70	3,29	3	3	0,578
8	8	7092,34	1,68	2	3	0,687
9	9	4990,79	2,75	3	4	0,487
10	10	4536,09	2,75	3	4	0,444
11	11	4740,75	3,69	4	4	0,424
12	12	7233,68	3,96	3	3	0,589
13	13	2991,74	4,37	3	5	0,339
14	14	2967,27	3,02	3	4	0,296
15	15	6803,69	3,56	4	3	0,620
16	16	4544,88	2,35	3	4	0,461
17	17	2617,05	5,04	4	5	0,297
18	18	4576,66	3,49	4	4	0,460

Berdasarkan Tabel 16 diatas, diketahui nilai erodibilitas yang berbeda-beda dari 18 unit lahan di Sub DAS Bale berkisar antara 0,2 sampai 0,6 yang tergolong rendah hingga sangat tinggi menurut klasifikasi dari Arsyad (2010). Nilai erodibilitas tertinggi terdapat pada unit lahan 8 sebesar 0,687 dan nilai terkecil terdapat pada unit lahan 14 sebesar 0,296. Besarnya nilai erodibilitas ini, berpengaruh penting terhadap kerentanan tanah terhadap erosi. Tanah yang memiliki nilai erodibilitas yang tinggi, menurut Putra et al. (2018), akan lebih rentan terhadap erosi daripada dengan tanah yang nilai erodibilitasnya rendah karena akan memiliki ketahanan yang kuat.

Erodibilitas tanah, dipengaruhi oleh beberapa faktor karakteristik tanah, yaitu tekstur tanah, permeabilitas, struktur, dan bahan organik tanah. Tekstur tanah berperan penting dalam laju infiltrasi dan kemampuan tanah dalam mengikat air. Tanah yang memiliki tekstur dengan dominasi fraksi pasir, akan cenderung meningkatkan kecepatan infiltrasi karena ukuran butirannya yang relatif besar. Sedangkan pada tanah dengan unsur utamanya fraksi liat, akan mengurangi tingkat infiltrasi karena memiliki kemampuan dalam memantapkan agregat tanah, sehingga tidak mudah tererosi. Tingkat infiltrasi tanah, juga dipengaruhi oleh sifat permeabilitas tanah dan struktur tanah. Dimana struktur granuler dengan tingkat porositas dan permeabilitas yang tinggi dapat meloloskan air sehingga akan meningkatkan kapasitas serta laju infiltrasi (Dewi et al., 2012). Sementara itu, kandungan bahan organik dalam tanah dapat mengurangi kecepatan air limpasan, sehingga dapat memperkecil tingkat kejadian erosi. Bahan organik berperan dalam membantu dalam pengembangan agregat tanah dan memperbaiki struktur tanah.

3.2.3. Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Tabel 17. Penentuan Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng

No	Unit Lahan	Panjang Lereng (m)	Kemiringan Lereng (%)	LS
1	1	100	14	4,20
2	2	60	12,08	2,57
3	3	40	15	2,97
4	4	60	9,17	1,69
5	5	30	20	4,16
6	6	35	25,71	6,96
7	7	40	22,5	5,89
8	8	35	11,43	1,80
9	9	30	16,67	3,06
10	10	70	11,43	2,55
11	11	55	14,55	3,31
12	12	35	22,86	5,66
13	13	45	15,56	3,34
14	14	45	18,67	4,53
15	15	100	13	3,73
16	16	70	17,14	4,90
17	17	60	15,33	3,77
18	18	70	17,14	4,90

Berdasarkan tabel 17 diatas, dapat diketahui bahwa panjang dan kemiringan lereng serta nilai LS yang bervariasi di 18 unit lahan pada Sub DAS Bale. Nilai LS tertinggi di Sub DAS Bale pada unit lahan 16 sebesar 4,90. Sedangkan nilai LS terkecil terdapat pada unit lahan 4 sebesar 1,69. Pada unit lahan 16 memiliki kemiringan lereng yang 17,14 % yang lebih besar dari unit lahan 4 yaitu 9,17 %. Hal tersebut menandakan bahwa semakin besar kemiringan suatu lereng, maka nilai LS juga akan semakin besar pula. Panjang dan kemiringan lereng sangat mempengaruhi besarnya erosi, dimana panjang lereng berpengaruh dalam meningkatkan volume aliran permukaan dan kemiringan lereng akan mempengaruhi kecepatan limpasan permukaan, sehingga akan mengakibatkan erosi tanah dalam jumlah besar (Dewi et., 2012).

3.2.4. Pengelolaan Tanaman (C) dan Tindakan Konservasi (P)

Faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi di Sub DAS Bale ditetapkan berdasarkan penggunaan lahan yang paling dominan di wilayah tersebut.

Berdasarkan Tabel 18, dapat diketahui bahwa terdapat 4 jenis penggunaan lahan dalam 18 unit lahan di Sub DAS Bale, yaitu perkebunan, hutan, permukiman, dan kebun campuran dengan berbagai tindakan konservasi. Nilai koefisien C dan P didapatkan melalui tabel 18. Nilai CP tertinggi di Sub DAS Bale terdapat pada unit lahan 4 dengan penggunaan lahan berupa permukiman sebesar 0,60. Karena tidak terdapat tindakan konservasi pada penggunaan lahan di satuan unit lahan tersebut, maka faktor P ditetapkan nilainya menjadi 1. Sementara itu, nilai CP terkecil terdapat pada unit lahan 15, 16, 17, dan 18. Dimana penggunaan lahan pada keempat unit lahan tersebut berupa hutan dengan nilai P sebesar 0,5. Guludan dan rumput penguat berupa rumput gajah merupakan tindakan konservasi pada satuan unit lahan tersebut, sehingga memiliki nilai P yang rendah.

Tabel 18. Penentuan Nilai CP

No	Unit Lahan	Faktor C	Keterangan	Faktor P	Keterangan	Nilai CP
1	1	0,03	Hutan Sengon + Jati	1	Tanpa Konservasi	0,03
2	2	0,4	Perkebunan teh	0,1	Perkebunan dengan kerapatan tinggi	0,04
3	3	0,2	Kebun campuran	1	Tanpa Konservasi	0,20
4	4	0,6	Permukiman	1	Tanpa Konservasi	0,60
5	5	0,4	Perkebunan teh	0,1	Perkebunan dengan kerapatan tinggi	0,04
6	6	0,03	Hutan Sengon + Jati	1	Tanpa Konservasi	0,03
7	7	0,03	Hutan Sengon + Jati	1	Tanpa Konservasi	0,03
8	8	0,4	Perkebunan teh	0,1	Perkebunan dengan kerapatan tinggi	0,04
9	9	0,2	Kebun campuran	0,75	Kontur cropping	0,15
10	10	0,4	Perkebunan teh	0,1	Perkebunan dengan kerapatan tinggi	0,04
11	11	0,2	Kebun campuran	1	Tanpa Konservasi	0,20
12	12	0,03	Hutan Sengon	1	Tanpa Konservasi	0,03
13	13	0,4	Perkebunan teh	0,1	Perkebunan dengan kerapatan tinggi	0,04
14	14	0,2	Kebun campuran	1	Tanpa Konservasi	0,20
15	15	0,03	Hutan	0,5	Guludan dan rumput penguat	0,02
16	16	0,03	Hutan	0,5	Guludan dan rumput penguat	0,02
17	17	0,03	Hutan	0,5	Guludan dan rumput penguat	0,02
18	18	0,03	Hutan	0,5	Guludan dan rumput penguat	0,02

Faktor tanaman memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kejadian erosi. Hal ini karena menurut Bhan dan Behera (2014) dalam Putra et al. (2018), bahwa keberadaan vegetasi dapat melindungi tanah dari curah hujan yang jatuh langsung ke tanah, karena terlindungi oleh tajuk dari tanaman. Selanjutnya, akar-akar pada vegetasi dapat meningkatkan porositas tanah dan dapat menstabilkan agregat tanah.

3.2.5. Volume Aliran Permukaan (Vq)

Nilai volume aliran permukaan dihitung dengan menggunakan data rata-rata curah hujan harian maksimum bulanan pada tahun 2021. Dimana curah hujan harian maksimum bulanan selama 1 tahun di rata-rata kemudian dikalikan dengan nilai CP dan luasan pada masing-masing satuan unit lahan.

Tabel 19. Penentuan Volume Aliran Permukaan (Vq)

No	Unit Lahan	CH Max (mm)	CH Max (m)	A (m ²)	CP	Vq (m ³)
1	1	162,1	0,162	44017,40	0,03	214,06
2	2	162,1	0,162	66312,20	0,04	429,97
3	3	162,1	0,162	47843,70	0,12	1551,09
4	4	162,1	0,162	23882,00	0,60	2322,76
5	5	162,1	0,162	107393,50	0,04	696,34
6	6	162,1	0,162	181896,00	0,03	884,56
7	7	162,1	0,162	64865,20	0,03	315,44
8	8	162,1	0,162	39320,00	0,04	254,95
9	9	162,1	0,162	55699,00	0,15	1354,32
10	10	162,1	0,162	108715,00	0,04	704,91
11	11	162,1	0,162	170376,00	0,20	5523,59
12	12	162,1	0,162	100020,00	0,03	486,40
13	13	162,1	0,162	113726,60	0,04	737,40
14	14	162,1	0,162	143848,00	0,20	4663,55
15	15	162,1	0,162	84577,70	0,02	205,65
16	16	162,1	0,162	251870,00	0,02	612,42
17	17	162,1	0,162	282150,00	0,02	686,05
18	18	162,1	0,162	116217,00	0,02	282,58

Nilai volume aliran permukaan berdasarkan tabel 23, diketahui bahwa yang tertinggi terdapat di unit lahan 11 sebesar 5.523,59 m³. Sementara itu, volume aliran permukaan terkecil terdapat di unit lahan 15 sebesar 205,65 m³. Faktor volume aliran permukaan ini memiliki dampak besar pada jumlah material yang terangkut menuju aliran keluar DAS.

3.2.6. Pendugaan Erosi Sub DAS Bale

Pendugaan/prediksi erosi metode MUSLE di Sub DAS Bale dihitung dengan menggunakan beberapa faktor, yaitu faktor debit puncak (Qp), faktor volume aliran permukaan (Vq), faktor erodibilitas tanah (K), faktor panjang dan kemiringan lereng (LS), dan faktor vegetasi serta faktor konservasi lahan (CP) sebagai berikut.

Berdasarkan hasil perhitungan erosi pada tabel 20, dapat diketahui faktor-faktor penyebab erosi dalam metode MUSLE yang bervariasi dan berbeda-beda dari masing-masing satuan unit lahan di Sub DAS Bale. Pada faktor debit puncak (Qp) memiliki nilai yang sama untuk semua unit lahan, karena dalam analisisnya menggunakan data curah hujan yang sama dalam satu wilayah selama 10 tahun, yaitu sebesar 8,86 m³/detik. Sedangkan untuk nilai a dan b merupakan koefisien dari metode MUSLE yaitu, nilai a sebesar 11,8 dan nilai b sebesar 0,56.

Dari 18 unit lahan, nilai erosi tertinggi di Sub DAS Bale terdapat pada unit lahan 4, yaitu sebesar 647,99 ton/ha/tahun. Satuan unit lahan 4, memiliki nilai faktor Vq sebesar 2.322,76 m³, nilai K sebesar 0,50, nilai LS sebesar 1,7 dan nilai CP sebesar 0,60 dengan penggunaan lahan permukiman tanpa adanya upaya konservasi Nilai erosi lebih dari 40 ton/ha/tahun juga terdapat pada unit lahan 3, 9, 11, dan unit lahan 14 yang masing-masing memiliki nilai erosi sebesar 109,22; 71,65; 48,49; dan 49,90 ton/ha/tahun. Sementara itu, nilai erosi terkecil terdapat pada unit lahan 17 sebesar 1,09 ton/ha/tahun. Nilai Vq pada unit lahan tersebut sebesar 686,05 m³, nilai K sebesar 0,30, nilai LS sebesar 3,8, dan nilai CP sebesar 0,02 dengan penggunaan lahan hutan serta upaya tindakan konservasi berupa guludan dan rumput penguat, yaitu rumput gajah.

Tabel 20. Laju Erosi Sub DAS Bale

No	Unit Lahan	a	b	Qp (m ³ /detik)	Vq (m ³)	K	L S	CP	Sy (ton/Tahun)	Sy (ton/Ha/Tahun)
1	1	11,8	0,56	8,86	214,06	0,63	4,2	0,02	37,61	8,54
2	2	11,8	0,56	8,86	429,97	0,50	2,6	0,04	61,43	9,26
3	3	11,8	0,56	8,86	1551,09	0,61	3,0	0,12	522,53	109,22
4	4	11,8	0,56	8,86	2322,76	0,50	1,7	0,00	1547,53	647,99
5	5	11,8	0,56	8,86	696,34	0,57	4,2	0,04	149	13,87
6	6	11,8	0,56	8,86	884,56	0,56	7,0	0,02	123,56	6,79
7	7	11,8	0,56	8,86	315,44	0,58	5,9	0,02	60,53	9,33
8	8	11,8	0,56	8,86	254,95	0,69	1,8	0,04	44,13	11,22
9	9	11,8	0,56	8,86	1354,32	0,49	3,1	0,12	399,07	71,65
10	10	11,8	0,56	8,86	704,91	0,44	2,5	0,04	71,30	6,56
11	11	11,8	0,56	8,86	5523,59	0,42	3,3	0,12	826,13	48,49
12	12	11,8	0,56	8,86	486,40	0,59	5,7	0,02	75,58	7,56
13	13	11,8	0,56	8,86	737,40	0,34	3,3	0,04	73,15	6,43
14	14	11,8	0,56	8,86	4663,55	0,30	4,5	0,12	717,75	49,90
15	15	11,8	0,56	8,86	205,65	0,62	3,7	0,02	32,32	3,82
16	16	11,8	0,56	8,86	612,42	0,46	4,9	0,02	58,22	2,31
17	17	11,8	0,56	8,86	686,05	0,30	3,8	0,02	30,79	1,09
18	18	11,8	0,56	8,86	282,58	0,46	4,9	0,02	37,67	3,24

Perbedaan nilai limpasan permukaan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng, karakteristik vegetasi, dan upaya konservasinya berdampak pada besarnya nilai erosi pada masing-masing satuan unit lahan di Sub DAS Bale. Pada unit lahan 3, 4, 9, 11, dan 14 memiliki nilai nilai limpasan permukaan (Vq) yang lebih besar daripada nilai Vq di unit lahan lainnya, dimana hal tersebut akan berpengaruh terhadap banyaknya material hasil angkutan limpasan aliran permukaan. Kemudian nilai M pada parameter erodibilitas pada keempat unit lahan tersebut cukup tinggi dengan presentase tekstur didominasi dengan partikel debu. Tekstur tanah dengan kandungan partikel debu yang tinggi menurut Badaruddin, et al (2021) merupakan tanah yang lebih rentan terhadap erosi. Hal tersebut disebabkan karena karena fraksi debu memiliki ukuran cukup halus dan tidak memiliki kemampuan untuk membentuk suatu ikatan.

Panjang dan kemiringan lereng (LS) di unit lahan 3, 4, 9, 11, dan 14 berkisar antara 1,69 hingga 4,53 yang mana semakin panjang lereng maka volume aliran permukaan semakin besar dan kemiringan lereng akan mempengaruhi kecepatan limpasan permukaan. Kemudian pada faktor penggunaan lahan di unit lahan 3, 9, 11, dan 14 merupakan lahan bervegetasi berupa kebun campuran dan perkebunan, sedangkan unit lahan 4 berupa permukiman. Nilai faktor P dari unit lahan 3, 4, 11 sebesar 1 karena tanpa tindakan konservasi, sedangkan pada unit lahan 9 sebesar 0,75 dengan tindakan konservasi berupa kontur cropping. Faktor CP dari keempat unit lahan tersebut, yang memiliki nilai terbesar terdapat pada unit lahan 4. Hal tersebut dikarenakan penggunaan lahannya berupa permukiman tanpa konservasi yang mana jika terjadi hujan tanah akan langsung ditimpa oleh air hujan dengan infiltrasi yang rendah karena minimnya perakaran dalam tanah yang berakibat pada besarnya nilai erosi.

Nilai erosi terkecil di Sub DAS Bale terdapat pada unit lahan 17. Unit lahan 17 memiliki tekstur tanah yang didominasi oleh fraksi liat sebesar 48,84 %, hal tersebut dapat memperkecil terjadinya erosi karena tanah bertekstur liat menurut Harahap (2018) memiliki kemampuan yang lebih besar dalam memegang atau menyimpan air. Fraksi liat memiliki muatan yang dapat membuat ikatan yang menurut Meyer dan Harmon (1984), tanah dominan liat bersifat kohesif dan sulit dihancurkan. Selain itu, unit lahan 17 juga memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sebesar 5,04 %, dimana menurut Dewi et al. (2012), bahan organik yang tinggi dapat menghambat kecepatan limpasan permukaan dan memperkuat agregat tanah yang dapat menurunkan besarnya erosi. Bahan organik yang masih dalam bentuk serasah dapat menutupi permukaan tanah dari air hujan dan dapat menghambat limpasan permukaan.

Pada unit lahan 17, nilai faktor pengelolaan tanaman memiliki nilai koefisien lebih kecil daripada nilai di unit lahan 4 dengan penggunaan lahan berupa permukiman. Hal tersebut karena lahan bervegetasi pada unit 17 berupa hutan, dengan adanya tajuk pohon dan perakaran dalam tanah maka akan memperkecil terjadinya erosi. Adanya tajuk pohon membuat tanah akan terlindungi dari jatuhnya butir-butir hujan secara langsung dan keberadaan akar tanaman dibawahnya dapat mempercepat proses infiltrasi ke dalam tanah yang akan mengurangi limpasan permukaan. Faktor upaya konservasi juga berpengaruh terhadap tingkat erosi, dimana pada unit lahan 4 tidak terdapat upaya konservasi sehingga memiliki nilai koefisien 1. Sementara itu pada unit lahan 17 memiliki nilai koefisien 0,02 dengan tindakan konservasi berupa guludan dan rumput penguat. Guludan dan rumput penguat dapat menghambat limpasan permukaan yang menurut Seta (1987) dalam Sinaga et al. (2014) dengan terhambatnya aliran permukaan akan memberikan kesempatan air masuk ke dalam tanah sehingga akan mengurangi besaran erosi.

4. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Sub DAS Bale memiliki 18 unit lahan dengan laju erosi yang bervariasi. Laju erosi tertinggi terdapat pada unit lahan 4 sebesar 647,99 ton/ha/tahun. Satuan unit lahan 4, memiliki nilai faktor Vq sebesar 2.322,76 m³, nilai K sebesar 0,50, nilai LS sebesar 1,7 dan nilai CP sebesar 0,60 dengan penggunaan lahan permukiman tanpa adanya upaya konservasi. Sementara itu, nilai erosi terkecil terdapat pada unit lahan 17 sebesar 1,09 ton/ha/tahun. Nilai Vq pada unit lahan tersebut sebesar 686,05 m³, nilai K sebesar 0,30, nilai LS sebesar 3,8, dan nilai CP sebesar 0,02 dengan penggunaan lahan hutan serta upaya tindakan konservasi berupa guludan dan rumput penguat.

Daftar Rujukan

- A'yunin, Q. (2008). Prediksi tingkat bahaya erosi dengan metode usle di lereng timur gunung Sindoro.
- Abdurrosyid, J., & Saputra, K. D. A. (2022). Perbandingan antara metode usle dan musle dalam analisis erosi lahan pada daerah tangkapan air waduk cengklik. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 1(1), 54-61.
- Aisyah, B. N., Baskoro, D. P. T., & Murti Laksono, K. (2022). Pendugaan Erosi Tanah dan Perencanaan Tutupan Lahan Hulu DAS Jeneberang, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(2), 302-310.
- Ardianto, K. (2017). Pengukuran dan Pendugaan Erosi pada Lahan Perkebunan Kelapa Sawit dengan Kemiringan Berbeda (Doctoral dissertation, Riau University).
- Arsyad, S. (1989). *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: UPT Produksi Media Informasi Lembaga Sumberdaya, IPB.
- Arsyad, S. (2006). *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: Penerbit IPB (IPB Press).
- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: IPB Press.
- Badaruddin, S. K., Khalid, S., & Ridwan, I. (2021). Kajian erosi pada berbagai unit lahan di DAS Kintap. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 6, No. 1).
- Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah. (1986). *Petunjuk Pelaksanaan Penyusunan RTL-RLKT*. Jakarta: Departemen Kehutanan RI.
- Brilliantina, A. (2017). Model Sistem Dinamis Penilaian Kinerja Agroindustri Teh pada Kebun Bantaran PT Perkebunan Nusantara XII.
- Budiarta, I. G. (2016). Evaluasi Kesesuaian Penggunaan Lahan sebagai Upaya Meningkatkan Kualitas Daerah Aliran Sungai. *Jurnal Media Komunikasi Geografi*, 17(1), 28-37.
- Dewi, I. G. A. S. U., Trigunasih, N. M., & Kusmawati, T. (2012). Prediksi erosi dan perencanaan konservasi tanah dan air pada Daerah Aliran Sungai Saba. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 1(1), 12-23.
- Dianasari, Q., Andawayanti, U., & Cahya, E. N. (2018). Pengendalian erosi dan sedimen dengan arahan konservasi lahan di DAS Genting Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal of Water Resources Engineering*, 9(2), 95-104.
- Findiana, M. D. D., Suharto, B., & Wirosodarmo, R. (2013). Analisa Tingkat Bahaya Erosi pada DAS Bondoyudo Lumajang dengan Menggunakan Metode Musle (In Press, JKPTB Vol 1 No 2). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 1(2), 9-17.
- Haq, M. F. K., Sholichin, M., & Asmaranto, R. (2021). Analisa Pendugaan Laju Erosi Dengan Menggunakan Model Agricultural Non Point Source Pollution (AGNPS) Di Sub Das Lesti Kabupaten Malang. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(1), 180-191.
- Hardiyatmo, H.C. (2006). *Mekanika Tanah I, Edisi keempat*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardjoamidjojo, S., & Sukartaatmadja, S. (1992). *Teknik Pengawetan Tanah dan Air*. Bogor: VJICA IPB.
- Hardjowigeno, S. (1995). *Ilmu Tanah*. Jakarta: Akademika Presindo.
- Harmayani, K. D., Konsukartha, G. M., & Permana, I. B. D. (2015). Analisis Tingkat Erosi dan Sedimentasi di Danau Buyan. *Prosiding. Konferensi Nasional Teknik Sipil*, 9, 259-266.
- Ismaweldi, I. (2019). Prediksi Erosi pada Berbagai Tingkatan Umur Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guinensis* jacq) Rakyat di Nagari Ladang Panjang Kecamatan Tigo Nagari Kabupaten Pasaman (Doctoral dissertation, Universitas Andalas).
- Kartasapoetra, A. G., & Sutedjo, M. M. (2010). *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Kholifah, S. (2016). *Asosiasi antara gulma dengan serangga di Perkebunan Teh PTPN XII Bantaran Blitar* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Krisnayanti, D. S., Udiana, I. M., & Muskanan, M. J. (2018). Pendugaan Erosi dan Sedimentasi Menggunakan Metode Usle dan Musle pada DAS Noel-Puames. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 143-154.
- Liastuti, P., Chandra, T. O., & Widiarso, B. (2018). Prediksi Erosi Dengan Metode Usle Di Perkebunan Kelapa Sawit Ptpn Xiii Gunung Meliau Kecamatan Meliau Kabupaten Sanggau. *Perkebunan dan Lahan Tropika*, 8(2), 67-79.
- Naldo, R. A. (2011). Sifat Fisika Ultisol Limau Manis Tiga Tahun Setelah Pemberian Beberapa Jenis Pupuk Hijaun. *Jurnal Solum*, 9(2), 91 – 97.

- Paramita, W. W. M. (1964). *Ilmu Tubuh Tanah*. Jakarta: CV. Yasa Guna.
- Pasaribu, P. H. P., Rauf, A., & Slamet, B. (2018). Kajian Tingkat Bahaya Erosi Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Kecamatan Merdeka Kabupaten Karo. *Jurnal Serambi Engineering*, 3(1), 279-284.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. (2016). *Modul 05 Survei Kesesuaian Lahan*. Bandung: Kementerian PUPR.
- Putra, A., Triyatno, T., Syarief, A., & Hermon, D. (2018). Penilaian erosi berdasarkan metode usle dan arahan konservasi pada das air dingin bagian hulu Kota Padang-Sumatera Barat. *Jurnal Geografi*, 10(1), 1-13.
- Rantung, M. M., Binilang, A., Wuisan, E. M., & Halim, F. (2013). Analisis Erosi dan Sedimentasi Lahan di Sub DAS Panasen Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 1(5).
- Robbany, A. Z., Setyorini, D. S., Riski, A. M., & Widyastuti, S. (2020). Analisis Karakteristik dan Potensi Tingkat Erosi Daerah Aliran Sungai Blorong Kabupaten Kendal Tahun 2013 dan 2018 Menggunakan Sistem Informasi Geografis dan Pendekatan Universal Soil Lost Equation (USLE). *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 3(2), 63-72.
- Rosyidah, E., & Wirosoedarmo, R. (2013). Pengaruh sifat fisik tanah pada konduktivitas hidrolik jenuh di 5 penggunaan lahan (studi kasus di Kelurahan Sumbersari Malang). *Agritech*, 33(3), 340-345.
- Sa'ad, N. S. (2004). Kajian pendugaan erosi sub-Daerah Aliran Sungai Tugu Utara (Ciliwung Hulu). *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 6(1), 31-38.
- Seta, A. K. (1987). *Konservasi Sumber Daya Air*. Jakarta: Kalam Mulia.
- Setyamidjaja, D. (2000). *Teh Budidaya dan Pengolahan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius Press.
- Sihaloho, R., Sujatmoko, B., & Fauzi, M. (2020). Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Prediksi Erosi Lahan dengan Metode MUSLE. *Jurnal Teknik*, 14(2), 153-162.
- Silalahi, R. R. (2017). Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi Sub DAS Petani Sumatera Utara: Mapping Erosion Level in Petani SubWatershed North Sumatera. *Jurnal Online Agroteknologi*, 5(1), 185-193.
- Sitepu, F., Selintung, M., & Harianto, T. (2017). Pengaruh intensitas curah hujan dan kemiringan lereng terhadap erosi yang berpotensi longsor. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 21(1), 23-27.
- Soegiman, S. (1982). *Ilmu Tanah (Terjemahan The Nature and Properties of Soil)*. Jakarta: Bahtara Karya Aksara.
- Soepardi, G. (1983). *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor: Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Suripin, S. (2002). *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Tan, K. H. (2001). *Environmental Soil Science*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Widiyatmoko, N. (2007). *Studi Gender Pada PT Perkebunan Nusantara XII (Studi Kasus Pada Perusahaan Teh Unit Usaha Strategis Bantaran) Blitar*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Yanti, D. F. (2020). Pendugaan Laju Erosi Tanaman Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* L) pada Lahan Pasca Tambang. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9(1), 55-62.