

**TESIS**

**ANALISIS INDEKS BAHAYA EROSI DAN ARAHAN  
PENGUNAAN LAHAN DI SUB DAS JENELATA**

*ANALYSIS OF EROSION HAZARD AND LAND USE IN  
JENELATA WATERSHED*

**ABD. AKBAR**

**G012212010**



**PROGRAM MAGISTER AGROTEKNOLOGI**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**

**TESIS**

**ANALISIS INDEKS BAHAYA EROSI DAN ARAHAN  
PENGUNAAN LAHAN DI SUB DAS JENELATA**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Magister Agroteknologi

Disusun dan diajukan oleh

ABD. AKBAR

G012212010

Kepada

PROGRAM MAGISTER AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

**TESIS**

**ANALISIS INDEKS BAHAYA EROSI DAN ARAHAN PENGGUNAAN LAHAN DI  
SUB DAS JENELATA**

**• ABD. AKBAR**

**G012212010**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Magister Agroteknologi Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 19 Januari 2024

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

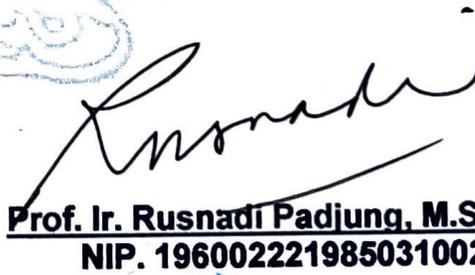
Menyetujui,

Ketua Penasehat

Anggota Penasehat



**Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid., M.Sc**  
**NIP. 196407211990021001**



**Prof. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc, Ph.D**  
**NIP. 196002221985031002**

Ketua Program Studi



**Dr. Ir. Muh. Riadi, MP**  
**NIP. 196409051989031003**



Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin

**Prof. Dr. Ir. Salengke., M.Sc**  
**NIP. 196312031988111005**

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Abd. Akbar  
NIM : G012212010  
Program Studi : Agroteknologi  
Jenjang : S2

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul ""Analisis Indeks Bahaya Erosi dan Arah Penggunaan Lahan di Sub DAS Jenelata" adalah hasil karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Dr, Ir, Burhanuddin Rasyid, M.Sc. sebagai pembimbing utama dan Prof. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc. Ph.D, sebagai pembimbing pendamping. Tesis ini tidak pernah diajukan sebagai tugas akhir di institusi lain untuk memperoleh gelar yang sama. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah di publikasi di jurnal AGRIVITA, Journal of Agricultural Science, sebagai artikel dengan judul "Erosion Hazard Level in Jenelata Watershed, Gowa Regency, South Sulawesi, Indonesia Based on RUSLE Model".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar 22 Januari 2024



Abd. Akbar  
G012212010

## UCAPAN TERIMAKASIH

1. Terima kasih kepada dosen pembimbing saya Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M.Sc dan Prof. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc, Ph.D, yang dengan kesabaran dan kebijaksanaannya memberikan bimbingan yang sangat berharga sepanjang perjalanan penulisan tesis ini.
2. Saya menyampaikan apresiasi khusus kepada kedua orang tua saya Faharuddin dan Murni yang selalu memberikan dukungan moral, motivasi, dan cinta tanpa syarat selama saya menekuni studi Magister hingga penulisan tesis.
3. Ucapan terima kasih kepada kakak saya Faizal. SP dan adik saya Al Juneidi. A.Md.P, Nur Alawia, Abd. Fajar, yang memberikan dukungan dan doa selama proses studi Magister dan penulisan tesis ini.
4. Terima kasih kepada teman-teman Angkatan G01221, Muh. Faried. SP. M.Si, Muh. Mumin. SP.,A.Md.Bing.,M.Si, Reynaldi Laurenze. SP.,M.Si, Krisna G. Kuse SP.,M.Si, Rifki Alauddin. SP, Cennawati. SP.,M.Si, A. Besse Sri Putri. S.Si.,M.Si, Remi Widana Putri. SP.,M.Si, Dwi Indra Fitriani. S.Tr.P, Fakhikatun Nisa. S.Tr.P atas kebersamaan, dukungan, dan kerjasama dalam setiap tantangan yang dihadapi selama perjalanan masa studi magister.
5. Saya berterima kasih kepada semua dosen dan pengajar yang memberikan bimbingan akademis dan ilmiah, serta memberikan inspirasi dalam mengembangkan ide-ide dalam tesis ini.
6. Saya bersyukur kepada teman-teman seperjuangan yang selalu siap berbagi pengalaman dan memberikan masukan konstruktif dalam pengembangan tesis ini.
7. Terima kasih kepada seluruh Karyawan dan staf fakultas pertanian Unhas yang turut membantu dengan memberikan wawasan dan masukan selama proses Studi Magister.
8. Akhirnya, terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam berbagai cara. Semua kontribusi kalian telah menjadi pilar penting dalam menyelesaikan Sdudi ini.

## **Abstrak**

Abd. Akbar (G012212010), Analisis Indeks Bahaya Erosi dan Arah Penggunaan Lahan di Sub DAS Jenelata, yang dibimbing oleh Burhanuddin Rasyid dan Rusnadi Padjung.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis indeks bahaya erosi dan menyusun arahan penggunaan lahan di Sub DAS Jenelata, Kabupaten Gowa, dengan menerapkan metode RUSLE. Pengumpulan data lapangan melibatkan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi bahaya erosi, termasuk tipe tanah, topografi, tutupan lahan dan praktik konservasi tanah. Melalui penerapan model RUSLE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa wilayah di Sub DAS Jenelata memiliki tingkat bahaya erosi yang tinggi, terutama disebabkan oleh faktor kemiringan tanah dan penggunaan lahan yang tidak berkelanjutan, hutan lahan kering sekunder memiliki indeks bahaya erosi rendah 0.83 ton/ha/tahun, sedangkan pertanian lahan kering memiliki indeks sangat tinggi 36.34 ton/ha/tahun. Penyebabnya termasuk manajemen lahan yang tidak mematuhi kaidah konservasi tanah, seperti tutupan lahan yang tidak sesuai. Temuan ini menyoroti urgensi implementasi praktik konservasi untuk menjaga ketahanan tanah dan pengelolaan lahan yang berkelanjutan. Berdasarkan temuan ini, disusun arahan penggunaan lahan yang mencakup praktik konservasi tanah, pemilihan tutupan lahan yang sesuai, dan strategi pengelolaan tata guna lahan yang berkelanjutan. Tindakan pengelolaan lahan, seperti pembuatan teras dan penanaman tanaman berdasarkan garis kontur dan beberapa lahan di rekomendasikan untuk lahan persawahan pada areal yang memiliki tingkat lereng yang rendah, direkomendasikan untuk mengurangi risiko erosi. Peta sebaran arahan penggunaan lahan memberikan panduan praktis bagi pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan dalam menjaga kesuburan lahan dan mengelola lahan secara berkelanjutan.

Kata Kunci : DAS Jenelata, Erosi, Penggunaan Lahan, RUSLE, Tanah.

## **Abstract**

Abd. Akbar (G012212010), Analysis of the Erosion Hazard Index and Land Use Directions in the Watershed Sub Area of Jenelata River, supervised by Burhanuddin Rasyid and Rusnadi Padjung.

This research aims to analyze the erosion hazard index and formulate land use guidelines in the Jenelata Sub-Watershed, Gowa Regency, using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) method. Field data collection involved identifying factors influencing erosion, such as soil type, topography, land cover, and soil conservation practices. The RUSLE model was applied, revealing high erosion hazard levels in certain areas, primarily due to steep slopes and unsustainable land use practices. Secondary dryland forests exhibited a low erosion hazard index of 0.83 ton/ha/year, while dryland agriculture showed a significantly high index of 36.34 ton/ha/year. Causes include land management practices that neglect soil conservation principles, such as inappropriate land cover. These findings emphasize the urgent need for implementing soil conservation practices to preserve soil resilience and ensure sustainable land management. Based on these findings, land use guidelines were developed, incorporating soil conservation practices, suitable land cover selection, and sustainable land management strategies. Land management actions, such as constructing terraces and planting crops based on contour lines, were recommended to reduce erosion risks. A land use guideline map provides practical guidance for policymakers and stakeholders in maintaining soil fertility and sustainable land management

Keywords: Erosion, Jenelata Watershed, Land Use, RUSLE, Soil

## DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Erosi Tanah .....	5
2.2 Faktor-faktor Penyebab Erosi .....	7
2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS) .....	13
2.4 Model Pengelolaan DAS Terpadu.....	14
2.5 Prediksi Laju Erosi.....	15
2.6 Perubahan Penggunaan Lahan .....	24
2.7 Erosi Diperbolehkan .....	25
2.8 Indeks Bahaya Erosi .....	26
2.9 Arahkan Penggunaan Lahan .....	27
2.10 Teknik Konservasi .....	28
<b>BAB III METODE DAN BAHAN.....</b>	<b>31</b>
3.1 Tempat dan Waktu .....	31
3.2 Metode Penelitian.....	32
3.3 Bahan dan Alat.....	42
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
4.1 Hasil.....	45
4.2 Pembahasan.....	56
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>62</b>
5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran .....	62

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## Daftar Gambar

No.	Teks	Hal
1.	Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian .....	4
2.	Gambar 2. Lokasi Penelitian di Sub DAS Jenelata .....	31
3.	Gambar 3. Input Data .....	33
4.	Gambar 4. Langkah-langkah Overlay Peta di ArcGis 10.3.1 .....	33
5.	Gambar 5. Proses Overlay Peta .....	34
6.	Gambar 6. Bagan Alir Tahap Penelitia .....	44
7.	Gambar 7. Peta Indeks Bahaya Erosi IBE Sub DAS Jenelata.....	52
8.	Gambar 8. Peta Arahan Penggunaan Lahan Sub DAS Jenelata .....	55

## Daftar Lampiran

No.	Lampiran	Hal
1.	Peta Curah Hujan Sub DAS Jenalata, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan.....	70
2.	Peta Jenis Tanah Sub Das Jenelata, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan.....	71
3.	Peta Penggunaan Lahan Sub Das Jenelata, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan .....	72
4.	Peta Lereng Sub Das Jenelata, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan .....	73
5.	Peta Unit Lahan Sub Das Jenelata, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan.....	74

## DAFTAR TABEL

No.	Teks	Hal
1.	Tabel 2.1. Pedoman Penetapan Nilai EDP untuk Tanah Indonesia .....	26
2.	Tabel 2.2. Kriteria Indeks Bahaya Erosi.....	27
3.	Tabel 3.1. Kode permeabilitas profil tanah .....	36
4.	Tabel 3.2. Kode struktur tanah.....	36
5.	Tabel 3.3. Penilaian Kelas Kelerengan LS .....	36
6.	Tabel 3.4. Nilai Faktor C (Pengelolaan Tanaman) .....	37
7.	Tabel 3.5. Nilai faktor P untuk berbagai konservasi tanah khusus .....	38
8.	Tabel 3.6. Nilai Faktor Kedalaman Ekuivalen Untuk 30 Sub-Ordo Tanah .....	40
9.	Tabel 3.7. Nilai Indeks Bahaya Erosi dan Harkatnya .....	41
10.	Tabel 3.8. Jenis data yang digunakan dalam penelitian.....	43
11.	Tabel 4.1. Klasifikasi Unit Lahan Berdasarkan penggunaan Lahan di Sub-DAS Jenelata .....	45
12.	Tabel 4.2. Nilai erosivitas hujan (R) .....	46
13.	Tabel 4.3. Luas lahan erodibilitas tanah (K) .....	47
14.	Tabel 4.4. Nilai rata-rata Kemiringan Lereng dan Panjang Lereng (LS) .....	47
15.	Tabel 4.5. Luas penggunaan lahan.....	48
16.	Tabel 4.6. Rata-rata Laju Erosi Setiap Penggunaan Lahan Di Sub-DAS Jenelata .....	48
17.	Tabel 4.7. Nilai Rata-rata Erosi yang Diperbolehkan (EDP) Setiap Penggunaan Lahan Di Sub-DAS Jenelata.....	49
18.	Tabel 4.8. Nilai Rata-rata Indeks bahaya Erosi Setiap Penggunaan Lahan di Sub-DAS Jenelata .....	50
19.	Tabel 4.9. Nilai Rata-rata Indeks bahaya Erosi Setiap Penggunaan Lahan setelah dilakukan arahan penggunaan lahan di Sub-DAS Jenelata .....	53

No.	Lampiran	Hal
1.	Klasifikasi Unit Lahan Sub Das Jenelata Kabupaten gowa, Provinsi Sulawesi Selatan.....	75
2.	Tabel Lampiran 2. Laju Erosi Setiap Unit Lahan di Sub-DAS Jenelata .....	77
3.	Tabel Lampiran 3. Nilai Erosi yang Ditoleransikan EDP setiap Unit Lahan Di Sub-DAS Jenelata .....	79
4.	Tabel Lampiran 4. Nilai Indeks Bahaya Erosi (IBE) Setiap Unit Lahan di Sub- DAS Jenelata.....	81

5. Tabel Lampiran 5. Arahan Penggunaan Lahan setiap unit lahan di Sub-DAS Jenelata .....	83
---	----

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Daerah aliran Sungai (DAS) ialah sesuatu daerah daratan yang merupakan kesatuan dari sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan, serta mengalirkan air yang berasal dari hujan ke danau ataupun ke laut secara natural dan sebagai batasan di darat atau pemisah topografis (Kementerian Kehutanan, 2013). DAS ditetapkan sebagai sistem yang terdiri atas bagian hilir, tengah serta hulu yang memberikan dampak negatif pada bagian hilir sehingga memerlukan rencana dan tatakelola secara khusus. DAS mempunyai manfaat yang berbeda demikian juga kebutuhan yang berbeda, dalam konteks pengelolaan terpadu wajib dirancang dengan prinsip kesetaraan antara warga hulu dan hilir (Departemen Kehutanan, 2012). Peraturan Pemerintah No 37 Tahun 2012 menerangkan bahwa pengelolaan DAS merupakan usaha manusia guna mengatur hubungan timbal balik antara sumber daya alam dan pemanfaatan DAS serta seluruh kegiatannya yang bertujuan untuk menggapai kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam untuk manusia secara berkelanjutan serta memperbaiki kerusakan pada sumbernya.

Menurut tim kajian banjir Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan (2019), kawasan hutan di wilayah hulu DAS sebagian besar telah mengalami alih fungsi lahan hutan seperti pertanian, dan pemukiman, apabila fungsi dari suatu DAS terganggu maka akan berdampak pada penangkapan curah hujan dan penyimpanan air sangat berkurang dan berdampak pada aliran Sungai yaitu terjadinya fluktuasi debit sungai yang sangat berbeda antara musim hujan dan kemarau, menandakan fungsi DAS yang tidak bekerja dengan baik. Indikator kerusakan DAS dapat ditandai oleh perubahan perilaku hidrologi, seperti tingginya frekuensi kejadian banjir (puncak aliran) dan meningkatnya proses erosi serta menurunnya kualitas air (Maward, 2010).

Erosi merupakan proses berpindahnya tanah atau partikel tanah dari suatu tempat ke tempat lain yang dimobilisasi oleh aliran air permukaan. Partikel tanah yang diangkut oleh air aliran permukaan akan diendapkan di tempat yang lebih rendah dimana aliran air tidak memiliki daya untuk mengalirkan partikel tanah, atau ke muara sungai. Hal ini berdampak pada mendangkalnya sungai

sehingga mengakibatkan semakin seringnya terjadi banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau (Arsyad, 2012).

Erosi menjadi isu utama dalam pengelolaan DAS, erosi merupakan peristiwa yang menjadi faktor terjadinya degradasi lahan dan penyebab fungsi lahan (Edward et al., 2015). Erosi merupakan masalah yang sangat serius pada suatu ekosistem daerah aliran sungai (DAS). Masalah tersebut disebabkan oleh alih fungsi lahan, sehingga vegetasi dipermukaan tanah berubah hal ini memicu terjadinya aliran permukaan (*run off*) yang berlebihan (Yanti et al, 2017) sehingga partikel-partikel tanah terangkat atau berpindah yang akan menyebabkan pendangkalan jika masuk ke badan sungai (Auliyani et al. 2018).

Peristiwa erosi berdampak buruk terhadap fungsi tanah sebagai media tanaman dan media serapan air hujan (infiltrasi). Laju erosi yang terlalu besar seringkali menimbulkan permasalahan kerusakan lahan seperti lahan kritis dan bencana alam. Erosi yang disebabkan oleh aktivitas manusia yaitu terkelupasnya lapisan atas tanah akibat teknik budidaya tanam yang tidak memperhatikan kaidah konservasi tanah atau pembangunan yang merusak keadaan fisik tanah. (Fitriades, 2018) selain itu erosi juga menyebabkan hilangnya lapisan atas tanah (*Top soil*) yang banyak mengandung bahan organik dan unsur hara yang dibutuhkan dalam proses pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air.

Berdasarkan kajian BNPB Kabupaten Gowa mengalami banjir di 7 kecamatan, banjir tersebut disebabkan oleh tingginya curah hujan yang menyebabkan volume air sungai meningkat hingga mengakibatkan kawasan di sekitarnya terendam banjir (BNPB, 2019). Sub DAS Jenelata memiliki luas ± 22.800 ha. Secara administratif sub DAS Jenelata berada di wilayah Kecamatan Manuju, Kecamatan Bungaya dan Kecamatan Bontolempangan. Luas penggunaan lahan Sub DAS Jenelata terdapat Hutan Lahan Kering Sekunder 2339,08 ha, Hutan Tanaman 1013,2 ha, Pemukiman 122,93 ha, Pertanian Lahan Kering Campur 11022.60 ha, Sawah 3168.25 ha, Semak Belukar 4976,24 ha, dan Tubuh Air 241,20 ha (Tandirerung, 2016). Potensi terjadinya bahaya erosi dan banjir yaitu pada Sub Das Jenelata pada tahun 2019 sebesar (1303,86 ton/ha/tahun) (Sariyani, 2020) dan banjir yang terluas terdapat di Kecamatan Pallangga. Sebaran lahan yang berisiko terdampak banjir adalah lahan pertanian dan pemukiman yang dapat mengancam keselamatan warga (Syarif, 2021).

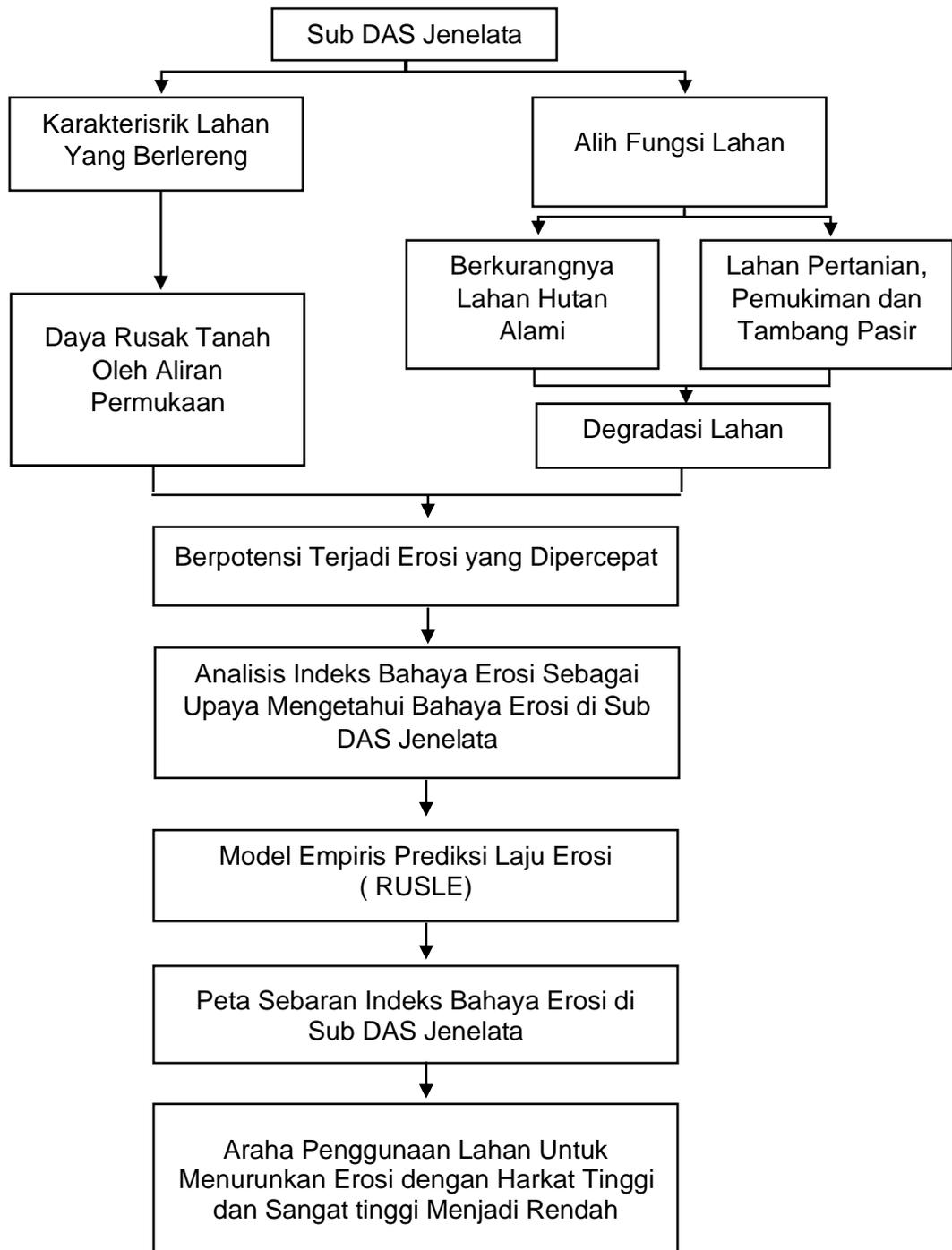
Daerah Aliran Sungai Jenelata telah mengalami alihfungsi lahan yang disebabkan oleh penambahan jumlah penduduk, serta perubahan lahan hutan menjadi lahan seperti perkebunan, pemukiman atau bangunan, sawa dan disertai curah hujan yang tinggi akan berpotensi terjadinya bahaya erosi, akibat dari perubahan tutupan lahan yang akan menyebabkan terjadinya aliran permukaan. Maka berdasarkan uraian di atas, perlu dilakukan penelitian untuk menduga laju erosi sebagai target indikator dalam menyusun arahan penggunaan lahan di hulu Sub-DAS Jenelata sehingga dapat menjadi informasi tambahan dalam pengelolaan Sub-DAS Jenelata.

### **1.2. Tujuan Penelitian**

1. Analisis Indeks Bahaya Erosi di Sub-DAS Jenelata, Provinsi Sulawesi Selatan.
2. Analisis alternatif upaya arahan penggunaan lahan yang tepat di Sub-DAS Jenelata, Provinsi Sulawesi Selatan

### **1.3. Manfaat Penelitian**

1. Merupakan bahan pertimbangan dalam memformulasi kebijakan pengendalian erosi yang terjadi di Sub-DAS Jenelata
2. Bagi masyarakat sebagai informasi dalam pemanfaatan dan pelestarian sumberdaya perairan di Sub-DAS Jenelata.
3. Bagi peneliti dan pendidik merupakan stimulus untuk pengembangan ilmu pengetahuan dalam menyelesaikan masalah erosi di Sub-DAS Jenelata



Gambar 1. Kerangka Pikir Penelitian

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Erosi Tanah

Erosi bisa juga disebut pengikisan ataupun kelongsoran sebetulnya merupakan proses penghanyutan tanah oleh desakan-desakan ataupun kekuatan air serta angin, baik yang berlangsung secara alamiah maupun sebagai akibat kegiatan/ perbuatan manusia (Kartasapoetra, 2000). Erosi merupakan peristiwa pindahnya ataupun terangkutnya tanah ataupun bagian-bagian tanah dari sesuatu tempat ke tempat yang lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah ataupun bagian-bagian tanah pada sesuatu tempat terkikis serta terangkut yang setelah itu diendapkan di tempat lain. Pengikisan serta pengangkutan tanah tersebut berlangsung oleh media alami, semacam air (Utomo, et al, 2016).

Pemicu umum erosi tanah merupakan perluasan pertanian dengan sistem yang mengabaikan prinsip-prinsip konservasi tanah dan air, tidak hanya itu input bahan kimiawi yang berlebihan, serta hilangnya penutup tanah dan bahan organik ataupun kandungan serasah serta bahan nabati buat keperluan industri, penerapan ini membuat tanah rentan terhadap terjadinya erosi. Limpasan akan bertambah yang menimbulkan masalah erosi, hingga pada proses akhirnya mengangkat nutrisi hingga mengganggu mutu air serta tanah menyusut (Nasaruddin, 2020)

Proses erosi oleh air merupakan kombinasi dua subproses, yaitu:

1. Penghancuran struktur tanah menjadi butir-butir primer oleh energi tumbuk butir-butir hujan yang menimpa tanah ( $D_h$ ) dan pemindahan butir-butir primer tersebut oleh percikan air hujan ( $T_h$ )
2. Perendaman oleh air yang tergenang di permukaan tanah yang mengakibatkan tanah terdispersi ( $D_1$ ) yang diikuti pengangkutan butir-butir tanah oleh air yang mengalir di permukaan tanah ( $T_1$ ). Jika  $(D_h + D_1) > (T_h + T_1)$  maka besarnya erosi lebih kecil dari  $(D_h + D_1)$ , artinya hanya sebagian saja tanah yang terdispersi terangkut ke tempat lain. Jika  $(D_h + D_1) < (T_h + T_1)$ , maka besarnya erosi sama dengan  $(D_h + D_1)$  (Arsyad, 2010).

Tentang terjadinya erosi tanah adalah kemampuan yang kurang dari tanah untuk menginfiltasikan air ke lapisan tanah yang lebih dalam, baik pada waktunya terjadi hujan atau dengan adanya air yang mengalir ke permukaan itu, laju aliran air akan terjadi di permukaan tanah tersebut sambil mengangkut atau

menghanyutkan partikel-partikel tanahnya (Russel, 2012)

Dengan tidak dapat ditembusnya (*non permeability*) tanah oleh air karena pori-pori tanah kemungkinannya tertutup, maka makin banyak air yang mengalir di permukaannya akan makin banyak pula partikel-partikel tanah yang terangkut/terhanyutkan terus mengikuti aliran air ke sungai melakukan sedimentasi sementara atau terus dilanjutkan ke muara ataupun laut dan lazimnya melakukan pembentukan tanah-tanah baru disekitarnya atau pantai-pantai (Kartasapoetra, 2000).

Erosi menyebabkan hilangnya lapisan atas tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman, berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Selanjutnya tanah yang terangkut akan diendapkan di tempat lain seperti sungai, waduk, atau danau yang lebih rendah (*off site*). Akibat lebih lanjut dari peristiwa ini adalah terjadinya pendangkalan badan air dan eutrofikasi badan air tersebut (Banuwa, 2013).

Erosi secara berurutan akan menimbulkan akibat pada tempat kejadian erosi (*on site*) dan pada tempat erosi diendapkan di bagian hilir (*off site*). Dampak erosi di tempat kejadian (*on site*) antara lain menurunnya kesuburan tanah karena hilangnya lapisan atas tanah yang subur, menurunnya kualitas sifat fisik tanah karena hilangnya bahan organik tanah, menurunnya kapasitas infiltrasi, dan menurunnya produktivitas lahan pertanian. Dampak erosi di hilir (*off site*) meliputi rendahnya kualitas dan nilai kegunaan air sungai, sedimentasi di waduk dan saluran air, perusakan anak sungai dan lahan, dan perubahan rezim hidrologis sungai (Arsyad, 2010).

Erosi geologi merupakan erosi yang berjalan sangat lambat dimana jumlah tanah yang tererosi sama dengan jumlah tanah yang terbentuk. Tidak berbahaya karena terjadi dalam keseimbangan alami. Erosi dipercepat merupakan erosi yang dipercepat akibat kegiatan manusia yang mengganggu keseimbangan alam. Jumlah tanah yang tererosi lebih banyak daripada tanah yang terbentuk. Erosi ini berjalan sangat cepat sehingga tanah di permukaan (*top soil*) menjadi hilang (Hardjowigeno, 2015).

*Normal/Geological Erosion* yaitu erosi yang berlangsung secara alamiah, terjadi secara normal di lapangan melalui tahap-tahap:

1. Pemecahan agregat-agregat tanah atau bongkah-bongkah tanah ke dalam partikel-partikel tanah yaitu butiran-butiran tanah yang kecil.
2. Pindahkan partikel-partikel tanah tersebut baik dengan melalui

penghanyutan ataupun karena kekuatan angin.

3. Pengendapan partikel-partikel tanah yang terpindahkan atau terangkut tadi di tempat-tempat yang lebih rendah atau di dasar-dasar sungai.

*Accelerated Erosion* yaitu dimana proses-proses terjadinya erosi tersebut yang dipercepat akibat tindakan-tindakan dan atau perbuatan-perbuatan itu sendiri yang bersifat negatif ataupun telah melakukan kesalahan dalam pengelolaan tanah dalam pelaksanaan pertaniannya. Jadi dalam hal ini berarti manusia membantu mempercepat terjadinya erosi tersebut (Kartasapoetra, 2000).

## 2.2. Faktor-Faktor Penyebab Erosi

Besaran erosi yang terjadi ditentukan oleh Faktor-faktor penyebab erosi dimana masing-masing peubah tersebut adalah faktor iklim, topografi, vegetasi, tanah dan manusia. Peubah atau variabel yang dapat dirubah oleh manusia melalui aktivitasnya adalah vegetasi melalui pengelolaan tanaman, topografi terutama panjang lereng dapat diperpendek melalui pembuatan teras dan sebagian sifat tanah seperti perbaikan kesuburan tanah dan fisika tanah (Utomo *et al*, 2016).

### 1. Iklim

Sifat-sifat hujan yang perlu diketahui adalah :

- a. Intensitas hujan; menunjukkan banyaknya curah hujan per satuan waktu. Biasanya dinyatakan dalam mm/jam atau cm/jam.
- b. Jumlah hujan; menunjukkan banyaknya air hujan selama terjadi hujan, selama satu bulan atau selama satu tahun dan sebagainya.
- c. Distribusi hujan; menunjukkan penyebaran waktu terjadi hujan (Hardjowigeno, 2015).

Faktor iklim yang paling besar pengaruhnya terhadap erosi dan aliran permukaan di daerah basah adalah curah hujan terutama jumlah dan intensitasnya yang tinggi bila dibanding dengan daerah iklim sedang maka jumlah curah hujan di Indonesia relatif lebih tinggi begitu pula dengan nilai erosivitasnya.

Pengaruh jumlah dan intensitas hujan terhadap erosi berbeda-beda pada setiap jenis tanah. Jumlah curah hujan besar belum tentu selalu menimbulkan erosi bila intensitasnya rendah. Demikian pula halnya bila intensitas hujan tinggi belum tentu juga menimbulkan erosi bila jumlahnya sedikit, karena air

hujan tidak cukup untuk menghanyutkan tanah. Sebaliknya bila jumlah hujan besar dengan intensitasnya tinggi akan dapat menimbulkan erosi yang hebat (Utomo *et al*, 2016).

Curah hujan mempengaruhi erosi dengan cara pukulan butir hujan terhadap tanah akan menghancurkan tanah menjadi butir-butir atau partikel-partikel yang lepas, jumlah dan lamanya hujan akan menimbulkan aliran permukaan yang merupakan agen pengangkut dalam proses erosi. Jumlah dan kecepatan aliran permukaan inilah yang akan menentukan tingkat erosi yang akan terjadi (Wischmeier dan Smith, 1978).

Penghancuran tanah sehingga mudah untuk diangkut ke tempat lain dan partikel-partikel tanah menjadi halus dapat menutup pori-pori tanah sehingga menyebabkan peresapan air ke dalam tanah atau infiltrasi terhambat. Akibatnya aliran permukaan (*run off*) meningkat sehingga kemungkinan terjadi erosi juga meningkat. Air hujan yang jatuh dipermukaan tanah mempunyai kekuatan yang sangat besar untuk memecahkan gumpalan-gumpalan tanah. Kekuatan menghancurkan tanah dari curah hujan jauh lebih besar dibandingkan dengan kekuatan mengangkut dari aliran permukaan (Hardjowigeno, 2015).

## 2. Topografi

Pengaruh panjang lereng terhadap erosi dapat dikatakan bahwa makin panjang lereng makin besar erosi yang terjadi. Dijelaskan oleh Thompson (1957) bahwa dengan bertambahnya panjang lereng menjadi dua kali lipat, maka jumlah erosi yang dihasilkan juga bertambah lebih dari dua kali lipat, tetapi erosi per satuan luas (hektare) tidak menjadi dua kali lipat.

Pengaruh kemiringan lereng terhadap erosi disebabkan oleh kecepatan aliran permukaan. semakin miring lereng maka air yang mengalir akan lebih cepat. Daya gerus air pada tanah serta kemampuan air untuk menghanyutkan tanah dipengaruhi oleh kecepatan aliran permukaan (*run off*) (Utomo *et al*, 2016).

Erosi akan meningkat jika lereng semakin curam atau semakin panjang. Apabila lereng semakin curam maka kecepatan aliran permukaan meningkat sehingga kekuatan mengangkut juga meningkat. Lereng yang semakin panjang menyebabkan volume air yang mengalir menjadi semakin besar. Apabila dalamnya air menjadi dua kali lipat, maka kecepatan aliran menjadi 4 kali lebih besar, akibatnya maka besar benda ataupun berat benda yang dapat diangkut juga berlipat ganda (Hardjowigeno, 2015).

### 3. Vegetasi

Menurut Arsyad (2010) pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan dan erosi dapat dibagi dalam lima bagian yaitu:

- a. Intersepsi hujan oleh tajuk tanaman.
- b. Mengurangi kecepatan aliran permukaan dan kekuatan perusak aliran permukaan.
- c. Pengaruh akar.
- d. Kegiatan-kegiatan biologi yang berhubungan dengan pertumbuhan vegetatif dan pengaruhnya terhadap porositas tanah.
- e. Transpirasi yang menyebabkan keringnya tanah. Faktor vegetasi dapat berupa tumbuhan yang tumbuh di permukaan tanah atau sisa-sisanya (mulsa) yang disebar di permukaan tanah.

Vegetasi tanah dapat menghambat air hujan agar tidak jatuh langsung ke permukaan tanah, sehingga kekuatan untuk menghancurkan tanah dapat dikurangi. Faktor ini tergantung dari kerapatan dan tingginya vegetasi tersebut. Makin rapat vegetasi maka semakin efektif terjadinya pencegahan erosi. Pohon-pohon yang terlalu tinggi kadang-kadang kurang efektif karena air yang tertahan di pohon apabila jatuh kembali dari ketinggian lebih dari 7 m, tenaganya akan kembali menjadi besar atau memperoleh 90% dari tenaga semula. Disamping itu butir-butir air yang tertahan di daun-daun akan berkumpul menjadi butir-butir air yang lebih besaryang akan jatuh ke tanah dan mempunyai tenaga yang lebih besar pula (Hardjowigeno, 2015).

Efektivitas tutupan kanopi dalam pengendalian erosi akan dipengaruhi oleh karakteristik hujan, jenis tanah, karakteristik kanopi yang terkait dengan jenis tanaman dan struktur kanopi. Walaupun vegetasi secara umum dikatakan dapat mencegah erosi, namun pengaruh atau efektivitas setiap jenis tanaman terhadap erosi akan berbeda-beda. Pada tanaman yang rimbun atau hutan dan padang rumput, efektivitasnya terhadap erosi adalah tinggi, sehingga erosi yang terjadi lebih kecil dan jumlah erosinya jauh lebih rendah dari laju pembentukan tanahnya. Sebaliknya tanaman yang tumbuh lebih jarang atau tanaman palawija dalam satuan luasan lahan yang penutupan *canopy*-nya lebih jarang, akan menimbulkan erosi yang cukup besar bahkan melebihi dari laju pembentukan tanahnya (Utomo *et al*, 2016).

Pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan dan erosi dapat dibagi dalam (1) intersepsi air hujan, (2) mengurangi kecepatan aliran permukaan dan kekuatan perusak hujan dan aliran permukaan, (3) pengaruh akar, bahan organik sisa-sisa tumbuhan yang jatuh di permukaan tanah dan kegiatan-kegiatan biologi yang berhubungan dengan pertumbuhan vegetatif dan pengaruhnya terhadap stabilitas struktur porositas tanah dan (4) transpirasi yang mengakibatkan berkurangnya kandungan air tanah (Arsyad, 2010).

Apabila fungsi dari suatu DAS terganggu, maka sistem hidrologi akan terganggu, penangkapan curah hujan, resapan dan penyimpanan airnya sangat berkurang, atau memiliki aliran permukaan (run off) yang tinggi. Vegetasi penutup dan tipe penggunaan lahan akan kuat mempengaruhi aliran sungai, sehingga adanya perubahan penggunaan lahan akan berdampak pada aliran sungai. Beberapa factor yang menyebabkan perubahan penggunaan lahan adalah adanya tekanan penduduk di darat, perambahan hutan dan kegiatan kehutanan masyarakat (Yuwono, 2011)

#### 4. Tanah

Pengaruh sifat-sifat tanah terhadap erosi dapat dibagi menjadi: (1) sifat-sifat yang menentukan laju air memasuki tanah; dan (2) sifat-sifat tanah yang menahan dispersi dan pelepasan partikel-partikel tanah selama hujan dan aliran permukaan berlangsung. Jadi sifat tanah yang berpengaruh terhadap erodibilitas tanah adalah tekstur, struktur, bahan organik, kedalaman tanah, sifat lapisan bawah, dan tingkat kesuburan tanah (Arsyad, 2010).

##### a. Laju infiltrasi

Infiltrasi adalah istilah yang dipakai untuk proses masuknya air hujan ke dalam tanah secara vertikal ke lapisan bawah tanah. Kapasitas infiltrasi tanah ikut menentukan banyaknya air yang mengalir di permukaan tanah.

##### b. Tekstur tanah

Tanah-tanah bertekstur pasir lebih tahan terhadap erosi dibanding dengan tanah bertekstur debu, hal ini disebabkan oleh tanah bertekstur pasir mempunyai pori makro yang lebih banyak, sehingga kapasitas infiltrasinya tinggi, tekstur pasir dengan ukurannya lebih besar (0,02- 2,0 mm) akan lebih tahan terhadap penghanyutan bila dibandingkan dengan tekstur debu. Walaupun demikian, tanah tekstur pasir mempunyai kemantapan agregat yang sangat lemah dan mudah lepas, dimana ikatan antara partikel-partikelnya sangat lemah, sehingga akan mudah untuk terdispersi dan tererosi.

Menurut Ashari (2013) menerangkan bahwa Nilai erodibilitas tanah ditentukan oleh berbagai faktor. Tekstur berkaitan dengan kapasitas infiltrasi serta kemudahan tanah untuk terangkut pada saat terjadi erosi. Bahan organik selain menyuburkan tanah juga memperkuat agregat tanah. Struktur merupakan susunan saling mengikat antar butir tanah, sehingga semakin kuat struktur maka semakin tahan terhadap erosi. Permeabilitas berkaitan dengan kemampuan tanah dalam meloloskan air.

Tekstur tanah dan kandungan bahan organik tanah sangat berpengaruh terhadap nilai Indeks Erosi, sedangkan nilai Indeks Erosi tidak dapat ditunjukkan hanya dengan permeabilitas tanah. Dimana, semakin besar persentase tekstur tanah debu (silt), maka semakin besar pula nilai indeks erosi dan semakin kecil persentase tekstur tanah liat (clay) maka semakin besar nilai Indeks Erosi, sedangkan untuk persentase tekstur tanah pasir (sand) tergantung dari komposisi tekstur tanah debu (silt) dan tekstur tanah liat (clay). Selain itu, semakin besar persentase kandungan bahan organik tanah maka semakin kecil nilai indeks erosi (Sulistyaningrum *et al*, 2014).

Tanah-tanah yang banyak mengandung tekstur debu, paling mudah mengalami erosi, karena tekstur debu mempunyai ukuran 0,002-0,2 mm, sangat mudah dihanyutkan oleh aliran air, tanah tekstur debu mudah mengalami jenuh air, sehingga kapasitas infiltrasinya cepat menurun dan kemantapan agregat atau struktur tanahnya sangat rendah, karena daya kohesi antara partikelnya sangat lemah.

Tanah tekstur klei adalah tanah yang paling stabil dan tahan erosi. Walaupun tanah tekstur klei miskin akan pori-pori makro sehingga kapasitas infiltrasinya rendah, namun tanah bertekstur klei mempunyai beberapa kelebihan bila dibandingkan dengan tanah-tanah bertekstur pasir dan debu, klei mempunyai kemantapan agregat yang tinggi sehingga sulit tererosi, kapasitas penampungan airnya yang lebih tinggi dari tanah bertekstur pasir dan debu.

#### c. Struktur tanah

Struktur tanah adalah gumpalan dari butir-butir tanah. Gumpalan ini terjadi karena butir-butir pasir, debu dan liat yang terikat satu sama lain dari suatu perekat seperti bahan organik, oksida-oksida besi dan lain-lain. Gumpalan kecil ini mempunyai bentuk, ukuran, dan kekuatan agregat yang berbeda-beda. Struktur lempeng mempunyai ketebalan kurang dari 1 mm sampai lebih dari 10 mm. Prisma dan tiang antara kurang dari 10 mm sampai lebih dari 100 mm.

Gumpal antara kurang dari 100 mm sampai lebih dari 50 mm. Granuler kurang dari 5 mm sampai lebih dari 50 mm. Remah kurang dari 1 mm sampai lebih dari 5 mm (Hardjowigeno, 1987).

Struktur tanah berperan penting dalam meningkatkan infiltrasi atau proses masuknya air ke dalam tanah sehingga mengurangi limpasan permukaan dan erosi, selain itu struktur tanah juga dapat meningkatkan permeabilitas tanah. Pembentukan struktur tanah meliputi dua tahapan, yaitu flokulasi atau gaya elektrostatis karena kation polivalen seperti Ca, Mg, Fe dan yang kedua sementasi dimana dipengaruhi oleh bahan organik, oksida besi dan kalsium karbonat.

Terdapat dua aspek struktur tanah yang penting dalam hubungannya dengan erosi, yaitu:

- 1) Sifat-sifat fisiko-kimia klei yang menyebabkan terjadinya flokulasi.
- 2) Adanya bahan pengikat butir-butir primer sehingga terbentuknya agregat tanah yang mantap.

Jika bongkahan tanah kering dimasukkan ke dalam air, maka agregat tanah tersebut akan terlepas oleh tekanan udara yang terperangkap di dalam ketika air masuk ke dalam semua pipa kapiler secara bersama-sama. Kejadian ini dinamakan disagregasi atau penghancuran agregat. Kejadian ini berlainan dengan peristiwa *disperse*, dimana *disperse* itu sendiri merupakan peristiwa terlepasnya butir-butir primer dari koagulasi atau flokulasi atau peristiwa sebaliknya dari kongulasi.

#### d. Bahan organik tanah

Fungsi bahan organik dalam pencegahan erosi adalah dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah dan memperbaiki struktur tanah, memperkecil nilai erodibilitas tanah, menaikkan kapasitas infiltrasi tanah sehingga bahan organik dapat mengurangi aliran permukaan dan erosi (Utomo *et al*, 2016).

#### 5. Manusia

Kepekaan tanah terhadap erosi dapat diubah oleh manusia menjadi lebih baik atau lebih buruk. Pembuatan teras-teras pada tanah yang berlereng curam merupakan pengaruh baik manusia karena dapat mengurangi erosi. Sebaliknya penggundulan hutan di daerah-daerah pegunungan merupakan pengaruh manusia yang buruk karena dapat menyebabkan erosi dan banjir (Hardjowigeno, 2015).

### 2.3. Daerah Aliran Sungai

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 37 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Wilayah Aliran Sungai, jika wilayah aliran sungai menggambarkan suatu kesatuan dengan anak-anak sungainya, yang berperan menampung, menaruh dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau ataupun ke laut secara alami, yang batasan di darat ialah pemisah topografis serta batasan di laut hingga dengan daerah perairan yang masih terbawa- bawa kegiatan darat. Sesuai syarat Pasal 3 Undang-Undang No 41 tahun 1999 tentang kehutanan yang dicirikan dengan terjadinya banjir, tanah longsor, erosi, sedimentasi, serta kekeringan, yang bisa mengakibatkanm terganggunya perekonomian serta tata kehidupan warga, hingga energi dukung daerah aliran sungai wajib ditingkatkan

Daerah Aliran Sungai atau sering di singkat DAS (cathment, watershed, drainage basin) menurut Linsley (1949) dalam Litbang Dephut (1999) adalah daerah yang dialiri oleh sungai atau sistem sungai yang saling berhubungan sedemikian rupa sehingga aliran yang berasal dari daerah tersebut keluar melalui aliran tunggal.

DAS dibagi menjadi daerah hulu, tengah, dan hilir. Secara biogeofisik, daerah hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng lebih besar (>15%), bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase, dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan.

Daerah hilir DAS merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, merupakan daerah kemiringan lereng kecil sampai dengan sangat kecil (< 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi, dan jenis vegetasi didominasi hutan bakau/gambut. Sementara. daerah tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik daerah hulu dan hilir (Asdak 2014). Tetapi pemakaian lahan yang berkaitan erat dengan kegiatan manusia menyebabkan penyeimbang ekosistem DAS tersendat. Eksploitasi DAS memunculkan permasalahan banjir di masa hujan serta kekeringan di masa kemarau, penyusutan debit air sungai, erosi, sedimentasi serta longsor (Sari, *et al*, 2018).

Hakekat DAS selain sebagai suatu wilayah bentang lahan dengan batas topografi serta suatu wilayah kesatuan ekosistem, juga merupakan suatu wilayah kesatuan hidrologi. Sebagai satu kesatuan hidrologi, DAS berfungsi sebagai tempat berlangsungnya proses hidrologi yang mengubah input menjadi output. Input yang dimaksud adalah berupa presipitasi salah satunya adalah air hujan. Sistem DAS merupakan respon terhadap aliran langsung dan aliran dasar, sedangkan output atau keluarannya adalah aliran permukaan (run off) atau yang biasa disebut hasil air atau debit air atau volume limpasan. DAS juga berfungsi sebagai daerah penyangga (buffer) air tanah dalam wilayah tersebut (Viaud et al., 2004). Asdak (2010) menyatakan bahwa komponen-komponen DAS terdiri dari vegetasi, tanah, sungai dan manusia dengan segala aktivitasnya. Sucipto (2008) menyatakan bahwa upaya pengelolaan Daerah Aliran Sungai harus dilaksanakan secara optimal melalui pemanfaatan sumberdaya alam secara berkelanjutan.

#### **2.4. Model Pengelolaan DAS Terpadu**

Pengelolaan wilayah sungai secara terpadu pada hakikatnya merupakan suatu bentuk pengelolaan yang melibatkan banyak pihak yang berkepentingan dalam pemanfaatan dan konservasi sumber daya alam pada tingkat wilayah sungai. Pengelolaan partisipatif ini memerlukan rasa saling percaya, keterbukaan, rasa tanggung jawab dan rasa saling ketergantungan antar pemangku kepentingan lainnya. Demikian pula, setiap pemangku kepentingan harus mempunyai posisi dan tanggung jawab yang jelas untuk diemban. Hal lain yang sangat penting dalam pengelolaan wilayah sungai terpadu adalah alokasi dana dan manfaat yang proporsional di antara pihak-pihak yang berkepentingan. Pengelolaan DAS secara terpadu mengandung makna bahwa faktor-faktor atau aspek-aspek yang berkaitan dengan efisiensi DAS dapat dikelola secara optimal sehingga tercipta sinergi positif yang meningkatkan kinerja produktif DAS, sekaligus menghilangkan unsur-unsur yang saling bertentangan yang secara efektif dapat melemahkan DAS sehingga tidak menimbulkan kerugian secara keseluruhan kinerja wilayah sungai.

## 2.5. Prediksi Laju Erosi

### 1. Metode USLE

Metode USLE (Universal Soil Loss Equation) merupakan model empiris yang di kembangkan di pusat Data Aliran Permukaan dan Erosi Nasional, Dinas Penelitian Pertanian, Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) bekerja sama dengan Universitas Purdue pada tahun 1954 (Kurnia, 1997). Model tersebut di kembangkan berdasarkan hasil penelitian erosi pada petak kecil (wischmeier plot) dalam jangkapanjang yang di kumpulkan dari 49 lokasi penelitian. Berdasarkan data dan informasi yang di peroleh di buat model penduga erosi dengan menggunakan data curah hujan, tanah, tepografi, dan pengolahan lahan. Secara deskriptif model tersebut diformulasikan sebagai berikut (Arsyad, 2000, dalam Komariah) :

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \dots\dots\dots 1$$

Dimana :

A = jumlah tanah yang tererosi (ton/tahun/ha)

R = faktor erosifitas hujan

K = faktor erodibilitas tanah

L = faktor panjang lereng

S = faktor kemiringan lereng

C = faktor penutupan dan pengolahan tanaman

P = faktor tindakan dan konservasi tanah

Model peenduga erosi USLE di kembangkan sebagai alat bantu para ahli konservasi tanah untuk merencanakan kegiatan usaha tani pada suatu landcape (skala usaha tani). Akan tetapi mulai tahun 1970, model ini menjadi sangatlah populer sebagai penduga erosi lembar (sheet erosion) dan erosi alur (rill erosion) dalam rangka mengplikasikan mengaplikasikan kebijakan konservasi tanah. Model ini juga pada awalnya di gunakan untuk menduga erosi dari lahan-lahan pertanian, tetapi kemudian di gunakan pada daerah-daerah pengambalaan, hutan, 16 permukiman, tempat rekreasi, erosi tebing jalan tol, daerah pertambangan dan lain-lain (Wischmeier, 1976).

Secara keseluruhan USLE ialah model yang sangat luas dipakai oleh kementerian kehutanan AS serta banyak negeri yang lain, riset yang diawali dari kurang lebih tahun 1970 sudah menciptakan suatu pengembangan teknologi dari USLE menjadi RUSLE. USLE dikembangkan oleh W. H. Wischmeier, D. D. Smith, dan Kementerian Pertanian AS (USDA), Agricultural Research Service

(ARS), Soil Conservation Service (SCS), serta Universitas Purdue di akhir tahun 1950. Riset ini diawali di Midwest pada tahun 1960. Sebagian periset yang mengawali suatu riset dari pengembangan USLE menjadi RUSLE. RUSLE mengalami penyempurnaan aspek tetapi masih berdasar dari USLE (Renard *et al.*, 1991).

## 2. Metode RUSLE

RUSLE merupakan model erosi yang dirancang buat memprediksi kehilangan tanah tahunan rata-rata dalam kurun waktu yang lama terbawa oleh air limpasan dari kemiringan lereng lahan tertentu dalam sistem penanaman serta pengelolaan tertentu serta pula dari luas zona. Persamaan yang tersebar luas dan sudah membuktikan manfaat serta validitas RUSLE dalam menghitung erosi. Metode ini pula berlaku buat kondisi nonpertanian semacam konstruksi/ bangunan (USDA 1997). Rumus RUSLE yaitu sebagai berikut.

$$A = R.K.L.S.C.P.....2$$

Keterangan:

- A = adalah banyaknya tanah tererosi dalam (ton/ha/th).
- R = adalah faktor curah hujan dan aliran permukaan, yaitu jumlah satuan indeks erosi hujan, yang merupakan perkalian antara energi hujan total (E) dengan intensitas hujan maksimum 30 menit (I30) tahunan.
- K = adalah faktor erodibilitas tanah, yaitu laju erosi per indeks erosi hujan (R) untuk suatu tanah yang didapat dari petak percobaan standar, yaitu petak percobaan yang panjangnya 72,6 kaki (22,1 meter) terletak pada lereng 9% tanpa tanaman.
- L = adalah faktor panjang lereng, yaitu nisbah antara besarnya erosi dari tanah dengan suatu panjang lereng tertentu terhadap erosi dari tanah dengan panjang lereng 72,6 kaki (22,1 meter) di bawah keadaan yang identik.
- S = adalah faktor kecuraman lereng, yaitu nisbah antara besarnya erosi yang terjadi dari suatu tanah dengan kecuraman lereng tertentu, terhadap besarnya erosi dari tanah dengan lereng 9% di bawah keadaan yang identik.
- C = adalah faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman yaitu nisbah antara besarnya erosi dari suatu areal dengan vegetasi penutup dan pengelolaan tanaman tertentu terhadap besarnya erosi dari tanah

yang identik tanpa tanaman.

$P$  = adalah faktor tindakan-tindakan khusus konservasi tanah, yaitu nisbah antara besarnya erosi dari tanah yang diberi perlakuan tindakan konservasi khusus seperti pengolahan menurut kontur, penanaman dalam strip atau teras terhadap besarnya erosi dari tanah yang diolah searah lereng dalam keadaan yang identik.

### **a. Erosivitas Hujan**

Jumlah curah hujan dinyatakan dalam satuan tinggi air (mm, cm, dan inci). Sifat atau unsur hujan yang digunakan untuk menghitung atau menyatakan erosivitas hujan disebut indeks erosivitas hujan dalam hal ini adalah interaksi energi hujan dengan intensitas hujan (Banuwa, 2013).

Curah hujan merujuk pada volume air hujan yang jatuh ke permukaan datar tanah dalam suatu periode yang ditentukan, dan diukur dalam unit ketinggian (mm) di atas permukaan datar jika tidak ada evaporasi, aliran permukaan, dan infiltrasi. Curah hujan diartikan sebagai ketinggian air hujan (dalam mm) yang ditangkap di permukaan sebelum terjadi aliran permukaan, penguapan, dan penyerapan ke dalam tanah. Frekuensi hari hujan biasanya ditentukan oleh jumlah hari dengan curah hujan 0.5 mm atau lebih. Frekuensi hari hujan bisa diartikan per minggu, dekade, bulan, tahun, atau satu siklus tanam (tahap pertumbuhan tanaman). Intensitas hujan adalah hasil dari pembagian curah hujan dengan durasi waktunya. Curah hujan berfungsi sebagai agen transportasi dalam proses erosi. Potensi terjadinya erosi dipengaruhi oleh besarnya curah hujan; semakin tinggi curah hujan, potensi erosi pun semakin besar, dan sebaliknya (Departemen kehutanan, 1994)

Menganalisis data erosi dari 35 percobaan erosi yang berjumlah 8.250 data per tahun. Setelah dilakukan analisis regresi berganda dengan beberapa parameter hujan, didapatkan suatu parameter majemuk yang merupakan perkalian antara energi kinetik hujan ( $E$ ) dengan intensitas maksimum selama 30 menit ( $I-30$ ). Karena itu hasil dari kedua sifat tersebut  $E$  dan  $I-30$  diambil untuk menilai erosivitas hujan yang kemudian disebut dengan indeks erosivitas hujan ( $EI-30$ ). Parameter ini berkorelasi sangat baik dengan erosi (Wischmeier dan Smith, 1965).

Dalam menentukan prediksi laju erosi nilai yang digunakan yaitu erosivitas hujan tahunan yang diperoleh dari hasil perhitungan menggunakan rumus Hurni (1985)

$$R = - 8.12 + (0.562 \times P) \dots\dots\dots 3$$

Dimana :

R = Adalah faktor erosivitas

P = Rata-rata hujan tahunan

Rumus Hurni (1985) merupakan instrumen perhitungan yang digunakan untuk menentukan nilai erosivitas hujan tahunan, sebuah parameter krusial dalam meramalkan laju erosi tanah. Rumus ini memberikan gambaran menyeluruh tentang potensi erosi tanah sepanjang tahun dengan mengintegrasikan data curah hujan dan intensitasnya. Dalam perhitungan menggunakan rumus Hurni, nilai Indeks Erosivitas Hujan (*EI*) dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian antara jumlah curah hujan bulanan (*R<sub>i</sub>*) dan intensitas hujan bulanan (*I<sub>i</sub>*) sepanjang tahun

Secara matematis, rumus Hurni dapat diungkapkan sebagai berikut:

$$EI = \sum_{i=1}^{12} (R_i \times I_i) \dots\dots\dots 4$$

Rumus ini menunjukkan bahwa perhitungan dilakukan sepanjang dua belas bulan dalam satu tahun. Pada setiap bulannya, nilai erosivitas hujan dihitung dengan mengalikan jumlah curah hujan (*R<sub>i</sub>*) dengan intensitas hujan (*I<sub>i</sub>*). Nilai-nilai ini kemudian dijumlahkan untuk setiap bulan guna mendapatkan nilai indeks erosivitas hujan tahunan (*EI*).

Rumus Hurni memberikan landasan yang signifikan untuk mengukur potensi erosi tanah di suatu wilayah dengan mempertimbangkan faktor-faktor penting seperti jumlah dan intensitas curah hujan. Penerapannya memiliki peran krusial dalam perencanaan pengelolaan tanah dan air karena memungkinkan prediksi potensi erosi tanah sepanjang tahun. Namun, penting untuk diingat bahwa akurasi hasil perhitungan sangat bergantung pada ketelitian data curah hujan dan intensitasnya, dan karena itu, pengumpulan data yang akurat menjadi kunci kesuksesan dalam menggunakan rumus Hurni.

Dampak yang signifikan dari erosivitas hujan terhadap erosi tanah menimbulkan kerugian pada tanah dan lingkungan. Hujan yang memiliki tingkat erosivitas tinggi dapat menyebabkan kerusakan struktur permukaan tanah, mengakibatkan hilangnya lapisan tanah yang subur. Kondisi ini mengancam kedalaman tanah yang mendukung pertumbuhan tanaman dan mereduksi kualitas lahan pertanian. Akibatnya, nutrisi penting seperti nitrogen, fosfor, dan

kalium terkandung dalam partikel tanah yang tererosi, mengakibatkan kehilangan nutrisi yang esensial.

Efek buruk dari erosi tanah juga mencakup pencemaran air sungai dan danau oleh partikel tanah, yang mengganggu kualitas air dan berpotensi merugikan ekosistem perairan. Di sektor pertanian, produktivitas lahan dapat menurun karena kehilangan lapisan tanah subur dan nutrisi yang sangat dibutuhkan. Kerusakan infrastruktur seperti jalan dan saluran irigasi juga dapat terjadi, menyebabkan dampak ekonomi yang serius.

Selain itu, erosi tanah yang parah dapat menyebabkan kehilangan habitat alami dan biodiversitas, mengganggu keseimbangan ekosistem sungai dan rawa-rawa. Manajemen erosi tanah menjadi sangat penting mengingat risiko bencana banjir dan longsor yang dapat dipicu oleh tanah yang terbawa oleh air. Dengan demikian, langkah-langkah pencegahan dan manajemen erosi tanah menjadi kunci untuk menjaga keberlanjutan lingkungan pertanian dan ekosistem secara keseluruhan.

## **b. Erodibilitas Tanah**

Jenis tanah terbentuk secara alamiah berdasarkan faktor lingkungan fisiografis dan proses yang sama. Faktor fisiografis seperti batuan induk alami, topografi, drainase, iklim, dan vegetasi. Jenis tanah akan mempengaruhi jenis penggunaan lahan yang sesuai dengan kebutuhannya untuk berkembang sehingga dalam kondisi tanah yang kurang kandungan unsurhara tanaman akan sulit untuk berkebang dan dapat menjadi salah satu parameter yang dapat menentukan arahan fungsi pemanfaatan lahan. Erodibilitas adalah nilai yang akan menunjukkan proses terjadinya erosi pada tanah dengan kondisi curah hujan dan pemanfaatan lahan tersebut. Tingginya nilai erodibilitas tanah dapat menunjukkan bahwa suatu lahan memiliki tingkat kepekaan yang tinggi akan erosi (Idkham *et al.*, 2012).

Kekuatan agregat tanah sangat mempengaruhi tingkat terjadinya erosi terhadap kepekaan tanah. Kurang stabilnya agregat tanah akan mudah menyebabkan tanah mudah pecah apabila terkena curah hujan yang tinggi. Permeabilitas menjadi lambat karena pori-pori tanah terhambat oleh hasil hancuran yang berupa butir-butir halus, terjadi peningkatan bobot tanah (Pujawan *et al.*, 2016). Sifat fisik tanah seperti tekstur dapat menentukan kepekaan suatu tanah terhadap tenaga erosi. Tanah yang umumnya memiliki tekstur pasir mempunyai nilai erodibilitas yang rendah, hal ini dikarenakan dalam

mengangkat pasir memerlukan energi lebih besar. Tanah dapat lebih rentan mengalami erosi, apabila tingginya kandungan debu dan diikuti dengan bahan organik yang sedikit (Kalaati et al., 2019)

Metode penetapan nilai K berdasarkan pada sifat-sifat fisik tanah. Sifat-sifat fisik tanah yang digunakan adalah: (1) % debu (ukuran 2-50  $\mu$ ); (2) % pasir (ukuran 100- 2000  $\mu$ ); (3) % bahan organik; (4) struktur; dan (5) permeabilitas. Kemudian nilai-nilai yang telah didapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Wischmeier, et al. 1971 dalam Arsyad, 2010) berikut:

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

Keterangan:

M : persentase pasir sangat halus dan debu (diameter 0,1-0,05 dan 0,05-0,02 mm) x (100 – persentase liat)

a : persentase bahan organik

b : kode struktur tanah

c : kelas permeabilitas tanah

#### 1. Bahan Organik

Faktor yang memiliki pengaruh terhadap faktor lain dalam erodibilitas tanah adalah bahan organik, karena bahan organik dapat menjadi pengikat fraksi tanah dan memperbaiki struktur tanah sehingga akan berpengaruh pula terhadap permeabilitas tanah. Dari hasil analisis, bahan organik tanah berkorelasi dengan debu sebesar 0,63 dan dengan pasir sebesar 0,59 sehingga dapat dikatakan bahwa bahan organik memiliki hubungan dengan partikel debu maupun pasir. Tetapi korelasi yang dihasilkan antara bahan organik dan debu berupa korelasi positif sedangkan antara bahan organik dan pasir berupa korelasi negatif. Hal ini menyebabkan adanya perbedaan dalam pengaruh yang dihasilkan. Bentuk hubungan antara bahan organik dan % debu dan pasir.

Peranan bahan organik dalam penurunan laju erosi tanah dapat dikarenakan akibat dari perbaikan struktur tanah yaitu dengan semakin mantapnya agregat tanah menyebabkan ketahanan tanah terhadap pukulan air hujan meningkat. Semakin meningkatnya kapasitas infiltrasi akan berdampak pada aliran permukaan yang dapat diperkecil (Atmojo, 2003).

#### 2. Tekstur Tanah

Tekstur tanah merupakan perbandingan relatif (dalam bentuk persentase) fraksi-fraksi pasir, debu dan liat. Tekstur tanah menunjukkan komposisi partikel penyusun tanah (separat) yang dinyatakan sebagai perbandingan proporsi (%)

relatif antara fraksi pasir (sand), debu (silt) dan liat (clay) (Hanafiah, 2014). Partikel pasir memiliki luas permukaan yang kecil dibandingkan debu dan liat akan tetapi memiliki ukuran yang besar. Jika semakin banyak ruang pori diantara partikel tanah maka akan semakin dapat memperlancar gerakan udara dan air. Tekstur tanah, biasa juga disebut besar butir tanah, termasuk salah satu sifat tanah yang paling sering ditetapkan. Hal ini disebabkan karena tekstur tanah berhubungan erat dengan pergerakan air dan zat terlarut, udara, pergerakan panas, berat volume tanah, luas permukaan spesifik (specific surface), kemudahan tanah memadat (compressibility), dan lain-lain Agus et al. (2005). Tanah dengan berbagai perbandingan fraksi pasir, debu dan liat dikelompokkan dalam berbagai kelas tekstur.

### 3. Struktur Tanah

Struktur tanah merupakan gumpalan kecil dari butir-butir tanah. Gumpalan struktur ini terjadi karena butir-butir pasir, debu dan liat terikat satu sama lain oleh suatu perekat seperti bahan organik, oksida-oksida besi dan lain-lain. Gumpalan-gumpalan kecil ini mempunyai bentuk, ukuran, dan kemantapan atau ketahanan yang berbeda-beda. Struktur lempeng mempunyai ketebalan kurang dari 1 mm sampai lebih dari 10 mm. Prisma dan tiang antara kurang dari 10 mm sampai lebih dari 100 mm. Gumpal antara kurang dari 100 mm sampai lebih dari 50 mm. Granuler kurang dari 5 mm sampai lebih dari 50 mm. Remah kurang dari 1 mm sampai lebih dari 5 mm (Hardjowigeno, 1987). Struktur tanah berperan penting dalam meningkatkan infiltrasi air sehingga mengurangi limpasan permukaan dan erosi, selain itu struktur tanah juga dapat meningkatkan permeabilitas tanah. Pembentukan struktur tanah meliputi dua tahapan, yaitu flokulasi atau gaya elektrostatis karena kation polivalen seperti Ca, Mg, Fe dan yang kedua sementasi dimana dipengaruhi oleh bahan organik, oksida besi dan kalsium karbonat. Struktur tanah yang mantap lebih tahan terhadap pemecahan agregat dimana tanah yang demikian akan tetap porus dan memiliki kecepatan infiltrasi yang tinggi. Tanah yang memiliki struktur mantap terhadap pengaruh air memiliki permeabilitas dan drainase yang sempurna dan tidak mudah didispersikan oleh air hujan (Utomo, 1989).

### c. Panjang dan Kemiringan Lereng

Menurut Suparno dan Endy (2005), keadaan lereng merupakan keadaan yang menggambarkan kemiringan lahan, atau kontur lahan, semakin panjang dan miring suatu lereng maka lahan tersebut akan semakin mudah terjadinya

erosi yang disebabkan aliran permukaan. Lahan yang baik untuk dimanfaatkan adalah lahan yang relatif landai, memiliki kemiringan lereng yang kecil, sehingga mempunyai potensi pengembangan yang besar.

Panjang lereng diukur dari tempat mulai terjadinya aliran air di atas permukaan tanah sampai ke tempat mulai terjadinya pengendapan yang disebabkan oleh berkurangnya kecuraman lereng atau ke tempat aliran air di permukaan tanah masuk ke dalam saluran. Data percobaan lapangan menunjukkan bahwa besarnya erosi per satuan luas berbanding dengan pangkat panjang lereng. Oleh karena nilai R adalah nisbah besarnya erosi dari suatu lereng terhadap besarnya erosi dari lereng dengan panjang 22 meter, maka nilai L dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$L=(X/22)^m \dots\dots\dots 6$$

X : panjang lereng dalam meter m : konstanta yang besarnya:

m = 0,5 (untuk kemiringan lereng > 5%)

m = 0,4 (untuk kemiringan lereng 3,5% - 5%)

m = 0,3 (untuk kemiringan lereng 1,0% - 3%)

m = 0,2 (untuk kemiringan lereng < 1%)

Kecuraman lereng dinyatakan dalam derajat sudut lereng atau persen. Lereng 100% bersudut lereng 45°. Kecuali untuk beberapa hal, di dalam ilmu tanah kebanyakan lereng dinyatakan dalam persen. Nilai faktor S atau kecuraman lereng dalam persen di dalam persamaan USLE dihitung dengan persamaan:

$$S = 0,065 + 0,454 S + 0,0065 S^2 \dots\dots\dots 7$$

Menurut Eppink (1985), apabila kemiringan lereng lebih dari 12%, maka digunakan persamaan berikut:

$$S = (S/9)^{1,35} \dots\dots\dots 8$$

S : kecuraman lereng dalam persen

Dalam praktiknya nilai L dan S dihitung sekaligus berupa faktor LS. LS adalah rasio antara besarnya erosi dari sebidang tanah dengan panjang lereng pada lereng dengan panjang 22 m dan kecuraman 9%. Nilai LS untuk suatu tanah dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$LS = \sqrt{X} (0,0138 + 0,00965 s + 0,00138 s^2) \dots\dots\dots 9$$

Atau

$$LS = \sqrt{X (S/9)^{1,35}} \dots\dots\dots 10$$

X : Panjang lereng dalam meter

S : Kecuraman lereng dalam persen

#### **d. Vegetasi**

Faktor tanaman (faktor C) merupakan pengaruh gabungan antara jenis tanaman, pengelolaan sisa-sisa tanaman, tingkat kesuburan, dan waktu pengelolaan tanah. Faktor C merupakan rasio kehilangan tanah dari tanah yang diusahakan untuk suatu tanaman yang ditanam searah dengan lereng terhadap kehilangan tanah yang terus menerus dibiarkan tanpa tanaman di atas suatu jenis tanah, lereng dan panjang lereng yang identik.

Nilai faktor P merupakan rasio hilangnya tanah di bawah suatu tindakan pengawetan tanah terhadap hilangnya tanah dari tanah yang diolah menurut lereng, di bawah kondisi yang identik. Seperti halnya nilai faktor C, nilai faktor P dapat menggunakan hasil-hasil penelitian yang telah ada (Banuwa, 2009).

Pemanfaatan lahan diartikan sebagai setiap wujud intervensi (campur tangan) manusia terhadap lahan dalam rangka penuhi kebutuhan hidupnya baik materil ataupun spiritual. Pemanfaatan lahan ialah elemen DAS yang sangat memastikan besar aliran dari curah hujan yang menimbulkan banjir. Kondisi pemanfaatan lahan dalam wilayah pengaliran bakal mempengaruhi hidrograf sungainya. Wilayah hutan yang ditutupi hutan rimbum tidak mudah menghasilkan limpasan permukaan sebab kemampuan infiltrasinya sangat besar. Bila wilayah hutan ini dijadikan kawasan pembangunan serta dikosongkan terlebih dulu dengan menebang hutan, maka kapasitas infiltrasi akan turun diakibatkan kemampatan tanah pada permukaan tanah. Dengan demikian aliran hujan akan mudah terkumpul kehilir sungai-sungai yang akhirnya bisa menimbulkan banjir yang tidak terjadi pada kondisi sebelumnya.

Pemakaian lahan dibagiatas beberapa kelompok besar yaitu pemanfaatan lahan pertanian serta pemanfaatan lahan non pertanian. Penggunaan lahan pertanian dibedakan atas berbagai pemanfaatan lahan yang memanfaatkan atas penyediaan air serta komoditi dalam pengelolaanya, dimanfaatkan atau yang ada di atas lahan tersebut. Berdasarkan hal tersebut diketahui berbagai penggunaan lahan seperti penggunaan lahan tegalan, sawah, perkebunan, padang rumput, hutan penciptaan, hutan lindung, padang alang-

alang, serta sebagainya. Sebaliknya pemakaian lahan non pertanian yaitu seperti pemanfaatan kota ataupun desa (permukiman), industri, tamasya, pertambangan serta sebagainya.

## **2.6. Perubahan Penggunaan Lahan**

Alih fungsi penggunaan lahan adalah berubahnya penggunaan lahan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lain diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain dari suatu waktu ke waktu berikutnya atau berubahnya fungsi lahan suatu daerah pada kurun waktu yang berbeda (Wahyunto, 2001). Alih fungsi penggunaan lahan merupakan perubahan penggunaan dari satu sisi penggunaan ke penggunaan yang lain. Alih fungsi penggunaan lahan tidak mungkin dihindari karena pertumbuhan jumlah penduduk yang cepat menyebabkan perbandingan antara jumlah penduduk dengan lahan pertanian tidak seimbang, dengan demikian menyebabkan pemilikan lahan pertanian menjadi semakin sempit sehingga para petani mulai merambah hutan dan lahan tidak produktif lainnya sebagai lahan pertanian (Asdak, 2007).

Alih fungsi fungsi tutupan lahan dari kawasan konservasi (lahan hijau) menjadi kawasan terbangun (permukiman) akan memperberat tekanan terhadap kondisi lingkungan antara lain pengaruhi besarnya laju erosi dan sedimentasi di wilayah hulu, menimbulkan banjir dan genangan di wilayah hilir, serta tanah longsor dan kekeringan. Pergeseran fungsi lahan di kawasan pinggiran, dari lahan pertanian dan tegalan atau kawasan hutan yang juga berfungsi sebagai daerah resapan air, berubah menjadi kawasan perumahan, industri dan kegiatan usaha non pertanian lainnya, berdampak pada ekosistem alami setempat. Fenomena ini memberi konsekuensi logis terjadinya penurunan jumlah dan mutu lingkungan, baik kualitas maupun kuantitasnya, yaitu menurunnya sumberdaya alam seperti, tanah dan keanekaragaman hayati serta adanya alih fungsi siklus hidrologi dan keanekaragaman hayati.

Alih fungsi siklus hidrologi adalah terjadinya alih fungsi perilaku dan fungsi air permukaan, yaitu menurunnya aliran dasar (*base flow*) dan meningkatnya aliran permukaan (*run off*) yang menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan hidrologis dan terjadinya banjir dan genangan di daerah hilir. Alih fungsi fungsi lahan dalam suatu DAS juga dapat menyebabkan peningkatan erosi, yang mengakibatkan pendangkalan dan penyempitan sungai atau saluran air (Suripin, 2003).

## 2.7. Erosi Diperbolehkan

Laju Erosi yang Diperbolehkan (EDP) adalah laju erosi terbesar yang masih dapat dibiarkan/ditoleransikan, agar terpelihara kedalaman tanah yang cukup bagi pertumbuhan tanaman sehingga memungkinkan tercapainya produktivitas yang maksimal secara lestari.

EDP merupakan batas maksimum suatu erosi yang diperbolehkan. Di samping itu, EDP juga sangat berguna dalam menentukan tanaman pertanian yang tepat agar usaha tani dapat berkelanjutan. Jadi apabila laju erosi sudah dapat diperkirakan dan EDP sudah dapat ditetapkan maka dapat ditentukan kebijaksanaan penggunaan tanah dan tindakan konservasi tanah dan air dengan tepat agar tidak terjadi kerusakan tanah dan tanah dapat digunakan secara produktif dan lestari (Banuwa, 2009).

Penetapan batas tertinggi laju erosi yang masih dapat diperbolehkan atau ditoleransikan adalah perlu, oleh karena tidaklah mungkin menekan laju erosi tanah menjadi nol dari tanah-tanah yang diusahakan untuk pertanian terutama pada tanah-tanah yang berlereng. Akan tetapi, suatu kedalaman tanah tertentu harus dipelihara agar didapat suatu volume tanah yang cukup, baik bagi tempat berjangkarnya akar tanaman dan untuk tempat menyimpan air serta unsur hara yang diperlukan oleh tanaman sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik.

Laju erosi yang dinyatakan dalam mm tahun<sup>-1</sup> atau ton ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup> yang terbesar dan masih dapat dibiarkan atau ditoleransikan agar terpelihara suatu kedalaman tanah yang cukup bagi pertumbuhan tanaman, sehingga memungkinkan tercapainya produktivitas yang tinggi secara lestari disebut dengan erosi yang masih dapat dibiarkan atau ditoleransikan yang disebut dengan nilai T (Arsyad, 2010).

Thompson (1957, dalam Arsyad, 2010) menyatakan bahwa nilai EDP sangat ditentukan oleh:

### 1. Kedalaman tanah

Pada tanah dangkal nilai EDP harus rendah bahkan 0, karena pada tanah-tanah sangat dangkal bila EDP tinggi, maka umur guna tanah akan singkat, lebih-lebih bila langsung di atas batuan, sehingga produktivitas tinggi dan kelestarian sulit dipertahankan.

### 2. Permeabilitas lapisan bawah

Apabila tanah lapisan bawah lebih permeabel, maka EDP dapat lebih besar, daripada tanah yang kedap air, hal ini berhubungan dengan kecepatan

pembentukan tanah pada areal tersebut.

### 3. Kondisi substratum

Apabila kondisi substratum tidak terkonsolidasi (sudah mengalami pelapukan), maka proses pembentukan tanah cepat, sehingga EDP dapat lebih besar daripada substratum yang terkonsolidasi. Berdasarkan kondisi ini maka Thompson (1957, dalam Arsyad, 2010) membuat pedoman nilai EDP seperti disajikan pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.1. Pedoman Penetapan Nilai EDP untuk Tanah Indonesia.**

No	Sifat Tanah dan Substratum	Nilai EDP (mm/th)
1	Tanah sangat dangkal langsung diatas batuan (25 cm)	0,0
2	Tanah sangat dangkal di atas bahan yang terlapuk	0,4
3	Tanah dangkal di atas bahan telah melapuk (25-50cm)	0,8
4	Tanah kedalaman sedang di atas bahan telah melapuk (50- 90 cm)	1,2
5	Tanah dalam dengan lapisan bawah kedap, melapuk (>90 cm)	1,4
6	Tanah dalam dengan lapisan bawah permeabilitas lambat, melapuk	1,6
7	Tanah dalam dengan lapisan bawah permeabilitas sedang, melapuk	2,0
8	Tanah dalam dengan lapisan bawah permeabel, melapuk	2,5

*Sumber: Arsyad (2010)*

Hammer (1981, dalam Arsyad, 2010) menetapkan nilai EDP berdasarkan konsep “kedalaman ekuivalen” dan “umur guna” tanah. Kedalaman ekuivalen adalah nilai faktor kedalaman tanah x kedalaman efektif dan nilai faktor kedalaman tanah.

### 2.8. Indeks Bahaya Erosi (IBE)

Indeks bahaya erosi merupakan petunjuk besarnya bahaya erosi pada suatu lahan. Tujuan menentukan indeks bahaya erosi sebenarnya sama dengan tujuan menentukan tingkat bahaya erosi yaitu untuk mengetahui sejauh mana erosi yang terjadi akan membahayakan kelestarian produktivitas tanah yang bersangkutan. Perbedaan kedua istilah tersebut terletak dalam metode menentukan nilainya masing-masing. Tingkat bahaya erosi (TBE) ditentukan berdasar atas perbandingan antara jumlah tanah yang tererosi dengan kedalaman (efektif) tanah tanpa memperhatikan jangka waktu kelestarian yang

diharapkan, jumlah erosi yang diperbolehkan maupun kecepatan proses pembentukan tanah (Hardjowigeno, 2015). Sedangkan indeks bahaya erosi (IBE) ditentukan berdasarkan persamaan berikut (Wood dan Dent, 1983):

$$\text{Indeks Bahaya Erosi} = \frac{\text{Erosi tanah yang terjadi (ton/ha/th)}}{\text{Erosi yang diperbolehkan (ton/ha/th)}} \dots\dots 11$$

Selanjutnya untuk mengetahui Indeks Bahaya Erosi yang terjadi, dengan kriteria IBE dari tingkat rendah sampai sangat tinggi pada tabel dibawah ini.

**Tabel 2.2. Kriteria Indeks Bahaya Erosi**

Nilai IBE	Harkat
<1,0	Rendah
1,0 – 4,0	Sedang
4,01 – 10,0	Tinggi
>10,01	Sangat Tinggi

*Sumber: Arsyad (2010)*

## 2.9. Arahan Penggunaan Lahan

Arahan Penggunaan lahan yaitu suatu usaha untuk mengurangi terjadinya erosi tanah dengan mengubah faktor vegetasi sesuai dengan kemampuan lahan tersebut, untuk mencapai sasaran teridentifikasinya arahan pemanfaatan lahan, analisis dilakukan dengan cara pemberian nilai sesuai dengan kondisi lapangan dan overlay dari parameter fisik dari masing-masing wilayah. Yaitu parameter fisik tersebut adalah penggunaan lahan, jenis tanah, lereng dan intensitas hujan. Untuk menentukan fungsi kawasan tiap satuan lahan dilakukan teknik penilaian. Teknik penilaian adalah memberikan nilai (score) terhadap kondisi lingkungan dengan menggunakan ukuran (parameter) tertentu. Berdasarkan peta-peta tersebut, maka dapat dilakukan cara tumpang susun (*overlay*) untuk mendapatkan satuan lahan menurut klasifikasi dan nilai skornya. Penetapan arahan fungsi pemanfaatan lahan dilakukan dengan cara menjumlahkan skor dari beberapa faktor yang dinilai pada setiap satuan lahan. Jumlah skor tersebut akan menghasilkan kemampuan lahan untuk masing-masing satuan lahan. Berdasarkan besarnya skor maka arahan fungsi pemanfaatan lahan dari masing-masing satuan lahan dapat ditetapkan dengan memperhatikan nilai indeks bahaya erosi agar berada pada erosi yang ditoleransikan. Arahan fungsi pemanfaatan lahan berdasarkan kriteria tersebut

dibagi menjadi tiga kawasan, yaitu: kawasan fungsi lindung, kawasan fungsi penyangga, dan kawasan fungsi budidaya.

### **2.10. Teknik konservasi**

tanah memiliki tiga prinsip utama yang diarahkan untuk perlindungan permukaan tanah dari pukulan butir hujan, peningkatan kapasitas infiltrasi tanah melalui pemberian bahan organik atau peningkatan penyimpanan air, dan pengurangan laju aliran permukaan untuk menghambat erosi material tanah dan hilangnya hara (Agus, et al, 2002). Menurut Saefudin Sarief (1985), teknik konservasi tanah dapat dilakukan melalui tiga metode, yaitu metode vegetasi (biologi), metode teknik mekanis, dan metode pemakaian bahan pemantap tanah (soil conditioner).

#### **a. Metode Vegetasi**

Metode ini memanfaatkan tumbuhan atau tanaman beserta sisa-sisanya untuk mengurangi dampak kerusakan akibat hujan, baik dalam hal jumlah maupun daya rusak aliran permukaan. Salah satu pendekatannya adalah dengan melakukan penanaman berbagai jenis tanaman. Fungsi tanaman dalam metode ini adalah melindungi tanah dari pukulan butir hujan, mengurangi erosi permukaan, dan meningkatkan penyerapan air oleh tanaman (Kartasapoetra, 2010). Teknik konservasi metode vegetasi merupakan strategi yang fokus pada pemanfaatan tanaman untuk melindungi tanah dari erosi. Tanaman, khususnya tanaman penutup tanah seperti rumput atau legum, berperan sebagai perisai alami yang mampu mengurangi dampak tetesan hujan langsung ke permukaan tanah. Akar tanaman menahan dan mengikat partikel tanah, memperkuat struktur tanah, dan mencegah pergerakan tanah yang tidak diinginkan. Selain itu, vegetasi juga dapat meresapkan air hujan ke dalam tanah, mengurangi aliran permukaan yang dapat menyebabkan erosi. Penggunaan vegetasi tidak hanya melibatkan pemilihan tanaman penutup tanah yang tepat tetapi juga melibatkan praktik-praktik pengelolaan tanaman yang mendukung keberlanjutan, seperti rotasi tanaman dan penanaman tanaman tutup musim dingin. Dengan memanfaatkan daya tahan dan peran ekologis tanaman, metode vegetasi menjadi salah satu pendekatan yang efektif dalam melindungi dan mempertahankan kesuburan tanah.

#### **b. Metode Mekanis**

Pengendalian erosi secara mekanis dilakukan melalui upaya konservasi tanah untuk mengurangi hilangnya tanah pada lahan pertanian dengan

menggunakan pendekatan mekanis. Salah satu bentuk pengendalian erosi secara mekanis adalah dengan membangun teras dan saluran pembuangan air di lahan yang memiliki kemiringan (Saefudin Sarief, 1985). Metode mekanis ini berfungsi untuk memperlambat aliran permukaan, menampung dan mengalirkan aliran permukaan tanpa merusak, meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah, memperbaiki aerasi tanah, serta menyediakan air bagi tanaman (Arsyad, 2010). Teknik konservasi metode mekanis melibatkan pemanfaatan struktur dan teknologi untuk mengurangi erosi tanah dan melindungi kesuburan lahan. Salah satu pendekatan mekanis yang umum adalah pembangunan teras atau tanggul di lereng gunung. Struktur ini dirancang untuk memperlambat aliran air, sehingga mengurangi tekanan erosi dan memberikan waktu bagi air hujan untuk meresap ke dalam tanah. Selain itu, pengendalian aliran air, seperti saluran air terkontrol dan parit, juga termasuk dalam metode mekanis untuk mengarahkan aliran air dan mengurangi risiko erosi.

Teknik konservasi mekanis juga dapat melibatkan penggunaan penahan angin, seperti pagar hidup atau tirai penahan angin, khususnya di wilayah yang rentan terhadap erosi angin. Struktur ini membantu melindungi tanah dari angin kencang yang dapat mengangkat dan membawa partikel tanah, mengurangi risiko erosi angin.

Penggunaan teknologi pertanian yang berkelanjutan, seperti metode tanam minimal yang mengurangi disturbansi tanah, juga merupakan bagian dari metode mekanis dalam konservasi tanah. Perkembangan alat pertanian yang lebih efisien dan ramah lingkungan dapat membantu mengurangi tekanan erosi yang disebabkan oleh kegiatan pertanian konvensional.

Dengan memanfaatkan struktur mekanis, teknologi, dan inovasi dalam pertanian, metode mekanis dalam konservasi tanah dapat memberikan solusi efektif untuk melindungi lahan dari erosi dan mempromosikan keberlanjutan lingkungan.

#### c. Metode Kimiawi

Metode kimiawi dalam pengendalian erosi menggunakan preparat kimia, baik yang bersifat sintesis maupun alami. Metode ini sering disebut sebagai soil conditioner dan bertujuan untuk memperbaiki struktur tanah. Kadang-kadang, pengendalian erosi dilakukan dengan menggabungkan dua atau bahkan ketiga metode tersebut di atas, dan digunakan secara bersamaan untuk mengendalikan erosi (Nur Sya'ban, 2006). Dengan mengaplikasikan metode vegetasi, mekanis,

atau kimiawi, berdasarkan metode tersebut sehingga dapat dilakukan upaya dalam mengendalikan erosi tanah dan menjaga keberlanjutan lahan pertanian.

Teknik konservasi metode kimia melibatkan penggunaan bahan kimia dengan tujuan memperbaiki struktur tanah, mengurangi erodibilitas, dan mengendalikan erosi. Salah satu strategi yang umum digunakan adalah penerapan penstabil tanah kimia. Bahan penstabil tanah, seperti polimer atau bahan kimia organik lainnya, diterapkan pada tanah untuk meningkatkan daya tahan agregat tanah. Hal ini membantu mengurangi erosi dengan menjaga kekokohan struktur tanah, mencegah partikel tanah dari terbawa oleh air hujan.

Selain itu, penggunaan bahan kimia dapat digunakan untuk meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan bahan yang meningkatkan kemampuan tanah untuk meresap air, sehingga mengurangi aliran permukaan yang dapat menyebabkan erosi.

Teknik konservasi kimia juga mencakup penggunaan pupuk organik atau bahan organik lainnya untuk meningkatkan kesuburan tanah. Tanah yang subur cenderung lebih kuat terhadap erosi karena memiliki struktur yang lebih baik dan lebih mampu menahan air.

Penting untuk mencatat bahwa penggunaan bahan kimia dalam konservasi tanah harus dilakukan dengan bijak, memperhatikan dampak lingkungan dan kesehatan tanah. Pemilihan bahan kimia yang ramah lingkungan dan dosis yang tepat sangat penting untuk memastikan efek konservasi yang positif tanpa menimbulkan risiko negatif terhadap ekosistem tanah. Dengan pendekatan yang hati-hati, metode konservasi kimia dapat menjadi bagian integral dari upaya melindungi tanah dari erosi dan mempromosikan keberlanjutan pertanian.