

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI TINGKAT BAHAYA EROSI DENGAN
MODEL *SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL* (SWAT) DI
DAERAH ALIRAN SUNGAI BIJAWANG**

Disusun dan diajukan oleh

MULIADI

M011 18 1082



PROGRAM STUDI KEHUTANAN

FAKULTAS KEHUTANAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN

IDENTIFIKASI TINGKAT BAHAYA EROSI DENGAN MODEL *SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL* (SWAT) DI DAERAH ALIRAN SUNGAI BIJAWANG

Disusun dan diajukan oleh

MULIADI
M011 18 1082

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan

Fakultas Kehutanan

Universitas Hasanuddin

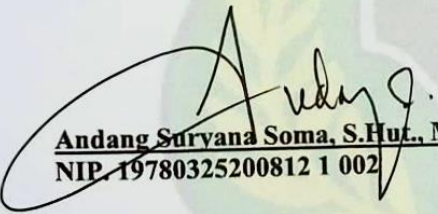
Pada tanggal 14 Februari 2023

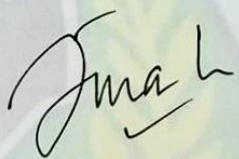
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

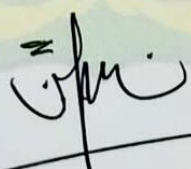
Pembimbing Pendamping


Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D
NIP. 19780325200812 1 002


Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut
NIP. 19930528202101 6 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Kehutanan,




Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P.
NIP. 19680410199512 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muliadi
NIM : M011 18 1082
Program Studi : Kehutanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Identifikasi Tingkat Bahaya Erosi dengan Model *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) di Daerah Aliran Sungai Bijawang

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 14 Februari 2023

Yang menyatakan



Muliadi

ABSTRAK

Muliadi (M011 18 1082). Identifikasi Tingkat Bahaya Erosi dengan Model *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) di Daerah Aliran Sungai Bijawang.

Besarnya penutupan lahan non hutan dibandingkan hutan menjadi salah satu faktor pendorong terjadinya erosi. DAS Bijawang didominasi oleh pertanian lahan kering campur semak sebesar 57,44% dari total luas DAS. Pengkelasan tingkat bahaya erosi sangat penting untuk dilakukan bagi usaha-usaha pertanian guna mengetahui cara pengelolaan lahan dengan tepat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat bahaya erosi yang terjadi di DAS Bijawang dengan menggunakan model SWAT. Tingkat Bahaya Erosi (TBE) diidentifikasi menggunakan model *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) dengan beberapa tahapan yaitu delinasi batas DAS, analisis *Hydrologic Response Unit* (HRU), penggabungan data iklim, *running* SWAT, dan pembacaan hasil simulasi SWAT. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta penutupan lahan, peta tanah RePPPProt, peta kemiringan lereng, data iklim, dan karakteristik tanah. Tingkat erosi pada DAS Bijawang dengan menggunakan model SWAT dominan berada pada kelas berat dengan persentase 63,73%. Sekitar 0,04% wilayah DAS Bijawang termasuk dalam tingkat erosi kategori sangat ringan, 2,56% termasuk dalam kategori ringan, 23,37% wilayah DAS Bijawang termasuk dalam tingkat erosi kategori sedang, dan 10,30% dari wilayah DAS Bijawang termasuk dalam tingkat erosi kategori sangat berat. Jumlah rata-rata nilai erosi yang terjadi pada DAS Bijawang yaitu 212,40 ton/ha/tahun. Untuk tingkat bahaya erosi DAS Bijawang dominan berada pada kategori sangat berat yang tersebar pada wilayah penelitian seluas 14.632,93 ha atau sekitar 85,38% dari total luas DAS yaitu 17.138,92 ha. Sekitar 0,04% termasuk dalam tingkat bahaya erosi sangat ringan, 2,28% termasuk dalam tingkat bahaya erosi ringan, 6,65% termasuk dalam tingkat bahaya erosi kategori sedang, dan 5,57% wilayah DAS Bijawang masuk dalam tingkat bahaya erosi kategori berat.

Kata Kunci: Erosi, Tingkat Bahaya Erosi, SWAT, DAS Bijawang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi dengan judul “**Identifikasi Tingkat Bahaya Erosi dengan Model *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) di Daerah Aliran Sungai Bijawang**” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak menemui hambatan dan kesulitan yang tidak sedikit, namun semua dapat teratasi berkat bantuan, bimbingan, serta dukungan yang diberikan oleh semua pihak. Atas terselesaikannya skripsi ini, penulis ucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik secara materi maupun non materi.

Untuk itu dengan penuh kerendahan hati, penulis ucapkan terima kasih kepada Bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D** dan Ibu **Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut** selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran yang begitu berharga untuk memberi bimbingan dan pengarahan dengan baik. Serta kepada Bapak **Dr. Ir. Roland A. Barkey** dan Bapak **Dr. A. Mujetahid M., S.Hut., M.P.** selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan saran, kritikan dalam perbaikan skripsi ini.

Kekurangan dan keterbatasan pada dasarnya ada pada segala sesuatu yang tercipta di alam ini, tidak terkecuali skripsi ini. Untuk itu dengan penuh kerendahan hati penulis terbuka menerima segala saran dan kritik dari pembaca dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Makassar, 14 Februari 2023

Muliadi

Dengan melaksanakan seluruh kegiatan penelitian ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan, pelajaran, petunjuk serta uluran tangan dan bantuan yang telah penulis peroleh dari berbagai pihak. Karenanya, pada kesempatan ini penulis dengan tulus mengucapkan terima kasih atas segala bentuk bantuan baik materiil maupun moril, kepada:

1. Ketua Program Studi Kehutanan Ibu **Dr. Ir. Sitti Nuraeni, M.P.** dan Sekretaris Jurusan Ibu **Gusmiaty, S.P., M.P.** Dosen Penasehat Akademik Bapak **Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc.** dan **Bapak/Ibu Dosen** serta **seluruh staf Administrasi Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin** atas ilmu yang diberikan serta bimbingan dalam mengurus administrasi selama berada di Kampus Universitas Hasanuddin.
2. Keluarga Besar **Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai** terkhusus **DAS 18**, teman-teman **SOLUM 2018**, keluarga besar **BE KEMAHUT SI UNHAS** terima kasih atas bantuan, motifasi dan semangat kepada penulis.
3. Teruntuk kalian **Wawan, Ummi, Pui, Fitri, Erna, Ayu, dan Yayat**, terima kasih untuk waktu dan tenaganya yang telah menemani penulis dalam pengambilan data penelitian sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Kepada **Adwan, Ari, Agung, Faiz, Aznan, Ali, Melisa, Anil, dan Anca** terima kasih atas doa, semangat dan bantuannya kepada penulis.
5. Kepada **Husnul, Alip, Tyo, dan Muha'** untuk selalu memberikan doa dan semangat kepada penulis.
6. Teman-teman seperjuangan **Ammah, Nadya, Ainun, Elda** terima kasih atas segala dukungannya.
7. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah turut membantu dan bekerjasama dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Akhirnya kebahagiaan ini kupersembahkan kepada Ayahanda tercinta **Jamaluddin** dan Ibunda tercinta **Hajjah**, saudariku **Muliati** dan **Tri Julianti** serta keluarga besar, terima kasih telah mencurahkan doa, kasih sayang, cinta, perhatian, pengorbanan, motivasi yang sangat kuat yang tak akan putus dan tak terhingga di dalam kehidupan penulis selama ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Erosi.....	4
2.2 Jenis-Jenis Erosi	6
2.3 Penyebab Terjadinya Erosi.....	7
2.4 Tingkat Bahaya Erosi (TBE).....	9
2.5 <i>Soil and Water Assessment Tool (SWAT)</i>	11
2.6 Daerah Aliran Sungai (DAS)	11
2.7 Penilaian Kualitas DAS	13
III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Prosedur Penelitian.....	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Keadaan Umum.....	26
4.2 Analisis SWAT.....	36
4.3 Pola Sebaran <i>Hydrologic Response Unit (HRU)</i>	43
4.4 Erosi	45

V. KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	Jenis Data dan Sumber Bahan Penelitian.....	16
Tabel 2.	<i>Confusion Matriks</i>	20
Tabel 3.	Klasifikasi Penutupan Lahan Untuk Model SWAT.....	20
Tabel 4.	Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi	25
Tabel 5.	Sebaran Jenis Tanah di DAS Bijawang	27
Tabel 6.	Karakteristik Tanah DAS Bijawang	29
Tabel 7.	Tabel <i>Confusion Matriks</i> Hasil Uji Akurasi	33
Tabel 8.	Penutupan Lahan DAS Bijawang Tahun 2021	34
Tabel 9.	Kelas Lereng DAS Bijawang.....	34
Tabel 10.	Data Rata-Rata Curah Hujan Harian 10 Tahun Terakhir DAS Bijawang	35
Tabel 11.	Data Rata-Rata Curah Hujan Bulanan 10 Tahun Terakhir DAS Bijawang	35
Tabel 12.	Klasifikasi Iklim Schimidt Ferguson	36
Tabel 13.	Delinasi Batas Sub-Sub DAS.....	38
Tabel 14.	Jumlah Sebaran HRU Berdasarkan Penutupan Lahan.....	43
Tabel 15.	Persentase Luas Tingkat Erosi DAS Bijawang.....	46
Tabel 16.	Kelas Tingkat Bahaya Erosi DAS Bijawang	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Siklus Hidrologi	13
Gambar 2.	Peta Lokasi Penelitian	15
Gambar 3.	Alur Kerja Penelitian.....	18
Gambar 4.	Segitiga Tekstur Tanah.....	22
Gambar 5.	Peta Batas Kecamatan DAS Bijawang	26
Gambar 6.	Proses Delinasi Batas Sub-Sub DAS	37
Gambar 7.	Peta Delinasi Batas Sub-Sub DAS di DAS Bijawang	39
Gambar 8.	Pembentukan HRU.....	40
Gambar 9.	Pengisian Data Iklim	41
Gambar 10.	<i>Running</i> SWAT	41
Gambar 11.	Hasil <i>output</i> SWAT Proses Hidrologi	43
Gambar 12.	Peta Sebaran HRU DAS Bijawang	44
Gambar 13.	Peta Tingkat Erosi pada Sub-Sub DAS Bijawang Tahun 2021	46
Gambar 14.	Peta Tingkat Bahaya Erosi pada Sub-Sub DAS Bijawang Tahun 2021	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Peta Jenis Tanah DAS Bijawang	60
Lampiran 2.	Peta Kelas Lereng DAS Bijawang	61
Lampiran 3.	Peta Penutupan Lahan DAS Bijawang	62
Lampiran 4.	Peta Unit Lahan DAS Bijawang	63
Lampiran 5.	Peta Delinasi Batas Sub DAS Bijawang	64
Lampiran 6.	Peta Sebaran HRU Pertanian Lahan Kering Campur Semak	65
Lampiran 7.	Peta Sebaran HRU Hutan Lahan Kering Primer	66
Lampiran 8.	Peta Sebaran HRU Semak Belukar	67
Lampiran 9.	Peta Sebaran HRU Sawah	68
Lampiran 10.	Peta Sebaran HRU Pemukiman	69
Lampiran 11.	Peta Sebaran HRU Tambak	70
Lampiran 12.	Pembangkit Data Iklim	71
Lampiran 13.	Klasifikasi Iklim Menurut Schmidt Ferguson	72
Lampiran 14.	Dokumentasi Pengambilan Sampel Tanah	72
Lampiran 15.	Validasi Penutupan Lahan Pertanian Lahan Kering Campur	73
Lampiran 16.	Validasi Hutan Lahan Kering Primer	74
Lampiran 17.	Validasi Semak Belukar	74
Lampiran 18.	Validasi Pemukiman	75
Lampiran 19.	Validasi Sawah	75
Lampiran 20.	Validasi Tambak	76
Lampiran 21.	Sebaran Vegetasi Pada Unit Lahan Pengambilan Sampel Tanah	76
Lampiran 22.	Pengujian Sifat Fisik Dan Kimia Sampel Tanah	78

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bencana alam di Indonesia sampai saat ini masih belum dapat teratasi dengan baik, contohnya saja masih sering terdengarnya bencana alam seperti banjir dan tanah longsor terjadi di berbagai wilayah Indonesia. Berdasarkan Geoportal Data Bencana Indonesia, jumlah kejadian bencana banjir per provinsi tahun 2022 yaitu sekitar 1.004 kali, sedangkan untuk tanah longsor terjadi hingga 446 kali. Ketika memasuki musim penghujan, curuh hujan dalam kurun waktu yang lama menjadi pendorong terjadinya banjir dan tanah longsor sehingga menimbulkan terbentuknya aliran permukaan. Menurut Sariyani (2020) tingginya curah hujan dan berkurangnya daerah resapan air akibat deforestasi lahan menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir dan tanah longsor. Hal tersebut menyebabkan air yang tidak meresap ke dalam tanah lebih cepat sampai ke sungai diakibatkan dari besarnya aliran permukaan dan erosi pada suatu wilayah. Bencana banjir dan tanah longsor yang terjadi menunjukkan bahwa tanah rentan mengalami erosi.

Tingginya intensitas hujan yang terjadi pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) namun tidak didukung dengan adanya peningkatan kualitas kondisi fisik DAS nantinya akan menimbulkan keprihatinan bersama. Kondisi tersebut dapat dilihat dari terjadinya fluktuasi debit aliran sungai yang tinggi pada setiap tahunnya serta meningkatnya laju erosi (Basma, 2014). Erosi yang terjadi dalam skala besar dapat menyebabkan potensi terjadinya tanah longsor semakin besar pula, terjadinya erosi diikuti dengan pengendapan sisa-sisa tanah yang terbawah. Menurut Amalia (2020) sedimentasi yang terjadi dalam skala besar akan berdampak pada pendangkalan sungai maupun waduk dan naiknya permukaan air sungai yang dapat menimbulkan terjadinya banjir.

Pada wilayah dengan iklim tropis, air menjadi penyebab utama erosi tanah terjadi. Proses erosi oleh air terjadi karena kombinasi dua sub proses. Menurut Saputro (2009) bahwa erosi adalah penghancuran struktur tanah menjadi butir-butir oleh energi kinetik hujan yang menimpa tanah serta perendaman oleh air yang tergenang dan pemindahan butir-butir tanah oleh percikan hujan diikuti

pengangkutan partikel tanah oleh air yang mengalir di atas permukaan tanah. Pada prinsipnya erosi pada tanah tidak dapat dihilangkan sama sekali, namun yang dapat dilakukan adalah dengan memperkecil atau menekan erosi dengan tindakan konservasi tanah dan air.

DAS Bijawang merupakan salah satu DAS yang ada di Kabupaten Bulukumba dengan luas wilayah sekitar 17.138,92 ha yang digunakan masyarakat sekitar sebagai sumber irigasi. Permasalahan yang ada di wilayah DAS Bijawang yaitu penutupan lahan yang didominasi oleh pertanian lahan kering campur semak serta tanaman pertanian. Seperti yang diketahui bahwa pertanian lahan kering memiliki potensi yang besar dalam menyebabkan terjadinya erosi karena tanah akan sering mengalami pengolahan namun tidak memperhatikan kaidah konservasi tanah. Menurut Zhiddiq, ddk. (2021) wilayah Kecamatan Kindang Kabupaten Bulukumba menjadi bagian di wilayah DAS Bijawang sebagai penghasil tanaman pertanian, salah satunya tanaman lada dengan total produksi sebanyak 14,73 ton per tahun.

Penutupan lahan yang kurang baik akan sangat berpotensi terhadap tingkat terjadinya erosi. Amalia (2020) mengemukakan bahwa penggunaan lahan akan sangat berpengaruh terhadap tingkat erosi. Apabila terjadi erosi dalam skala yang besar akan berpotensi menimbulkan terjadinya tanah longsor. Pengkelasan tingkat bahaya erosi sangat penting untuk dilakukan bagi usaha-usaha pertanian guna untuk mengetahui cara pengelolaan lahan pertanian dengan tepat. Saputro (2009) mengemukakan bahwa apabila erosi telah melewati batas yang terbolehkan, maka perlu untuk dilakukan usaha-usaha untuk mengurangi kelangsungan usaha pertanian berjalan dengan baik disertai dengan pengolahan tanah yang baik pula.

Penelitian terkait erosi dengan berbagai metode telah banyak dilakukan oleh para peneliti sebelumnya seperti pendugaan erosi menggunakan metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*), MUSLE (*Modified Universal Soil Loss Equation*), dan RUSLE (*Revised Universal Soil Loss Equation*). Pada penelitian ini, untuk mengetahui tingkat bahaya erosi pada suatu DAS digunakan pemodelan SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*). Pemilihan model SWAT dikarenakan memberikan gambaran secara spasial sesuai dengan keadaan yang ada di lapangan berdasarkan dari HRU (*Hydrologic Response Unit*) yang dibentuk dan melihat

tingkat bahaya erosi yang terjadi pada DAS yang diteliti. Menurut Nurwiwoho (2020) model SWAT dapat mempresentasikan hasil tingkat erosi secara spasial berdasarkan sub-sub DAS yang terbentuk secara otomatis oleh SWAT sehingga dapat memberikan gambaran sesuai dengan kondisi dan lokasi di lapangan.

Berdasarkan apa yang telah diuraikan, untuk mengatasi dan meminimalkan terjadinya banjir dan tanah longsor maka perlunya dilakukan penelitian pada wilayah DAS Bijawang guna mengetahui tingkat bahaya erosi, sehingga nantinya dihasilkan data sebagai acuan dalam upaya pemanfaatan lahan serta konservasi tanah dalam pengelolaan DAS Bijawang.

1.2. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat bahaya erosi yang terjadi di DAS Bijawang Kabupaten Bulukumba dengan menggunakan model *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT).

Kegunaan hasil penelitian ini adalah diharapkan dapat menambah pengetahuan dan informasi bagi pembaca serta pihak lainnya mengenai tingkat bahaya erosi sebagai acuan dalam pengelolaan dan pengembangan lahan serta konservasi tanah di DAS Bijawang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Erosi

Erosi adalah suatu peristiwa terkikisnya tanah atau bagian-bagian tanah oleh media alami yang menjadi salah satu faktor penyebab menurunnya kualitas produksi pada tanah. Terjadinya erosi menyebabkan hilangnya lapisan pada tanah yang mengandung unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh vegetasi untuk tumbuh serta dapat membuat kemampuan tanah untuk menyerap dan mengikat air berkurang (Hariyanto, dkk., 2019). Erosi pada umumnya terjadi pada suatu lahan yang dikelola namun tidak memperhatikan kaidah-kaidah konservasi pada tanah (Kasmawati, dkk., 2016). Kaidah-kaidah konservasi sendiri diterapkan untuk mengurangi terjadinya penurunan kualitas pada tanah dengan salah satu tujuannya yaitu untuk mengurangi terjadinya erosi dan kecepatan aliran permukaan. Pada lingkungan DAS, laju erosi dikendalikan oleh sifat sedimen serta kecepatan aliran pada air. Adapun aliran air pada lereng DAS menjadi faktor eksternal penyebab terjadinya erosi, sedangkan pengendali utama yang dapat menimbulkan terjadinya erosi adalah curah hujan yang tinggi dengan bentuk lereng pada DAS (Herawati, 2010).

Penurunan produktivitas tanah secara lambat atau cepat terjadi karena menurunnya kesuburan tanah serta disebabkan oleh gejala erosi. Lahan-lahan yang dikelola dengan melakukan penanaman tanpa memperhatikan bagaimana cara pengelolaan tanaman, tanah dan air dengan baik dan tepat terlebih pada suatu wilayah dengan curah hujan diatas 1.500 mm per tahun menjadi salah satu penyebab produktivitas tanah menurun. Bahaya erosi lebih banyak terjadi pada daerah-daerah lahan kering terutama lahan dengan kemiringan lereng sekitar 15% atau lebih. Hal ini dapat terjadi akibat pola penanaman yang berpindah-pindah setiap tahunnya (*shifting cultivation*), namun dengan pengelolaan tanah dan air yang kurang tepat kondisi seperti ini dapat dijumpai di beberapa wilayah seperti Sulawesi, Sumatera, dan Kalimantan (Witariadi, 2016).

Proses terjadinya erosi pada tanah yang disebabkan oleh air terbagi menjadi tiga tahap dalam keadaan normal terjadi di lapangan. Pertama pemecahan agregat

tanah ke dalam bentuk butir-butir kecil, kemudian tahap kedua yaitu pengangkutan partikel tanah, tahap terakhir terjadi pengendapan partikel-partikel tanah di tempat yang lebih rendah. Terdapat dua sebab utama dari tahap pertama dan kedua proses terjadinya erosi, yaitu aliran air di permukaan serta butir-butir air hujan. Hujan dengan intensitas lebih besar dapat mengakibatkan banyaknya aliran air pada permukaan, kemudian ketika butir-butir hujan jatuh ke permukaan tanah hal ini dapat mengakibatkan agregat-agregat tanah akan pecah dikarenakan tetesan butir hujan memiliki energi kinetik (Witariadi, 2016).

Menurut Russel dalam Witariadi (2016) mengatakan bahwa apabila jumlah air hujan yang jatuh lebih besar daripada kemampuan tanah dalam menginfiltirasi air masuk ke lapisan tanah maka akan terjadi aliran permukaan. Air yang mengalir di permukaan banyak berperan dalam menghanyutkan tanah ketika terjadi erosi yang selanjutnya akan terbawa ke sungai dengan membentuk endapan. Menurut Baver dkk. dalam Witariadi (2016) erosi pada tanah terjadi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu sifat-sifat hujan, kemiringan lereng, vegetasi, dan kemampuan tanah menahan dispersi serta merembeskan air ke lapisan tanah yang lebih dalam.

Erosi sebenarnya terjadi secara alami yang dapat dikenali dengan mudah. Pada beberapa tempat terjadinya erosi kebanyakan dipengaruhi oleh aktivitas manusia dalam mengolah tata guna lahan dengan kurang baik, terjadinya kegiatan pertambangan, adanya aktivitas perkebunan, penggundulan hutan, serta adanya kegiatan pembangunan jalan yang tidak berjalan dengan baik (Amalia, 2020). Terjadinya erosi seringkali mengakibatkan dampak yang merugikan. Dapat dilihat pada beberapa penelitian yang telah dilakukan bahwa sekitar 15% permukaan di bumi mengalami erosi yang kebanyakan terjadi karena media air kemudian oleh angin. Pada lahan pertanian yang mengalami erosi akan berdampak pada tanah yang perlahan-lahan menjadi tidak subur karena lapisan tanah yang mengandung unsur hara semakin menipis. Hal lain yang dapat dirasakan dari erosi yaitu sedimen dan polutan pertanian yang menumpuk pada suatu tempat akibat terbawa air yang dapat menyebabkan pendangkalan air waduk, kerusakan ekosistem danau, dan pencemaran air (Widayati, 2014).

2.2. Jenis-Jenis Erosi

Berdasarkan bentuknya erosi dikelompokkan menjadi 6 macam yaitu (Janna dan Amelia, 2021):

1. Erosi Percik

Erosi percik adalah terlemparnya partikel-partikel tanah yang diakibatkan oleh pukulan butir air hujan atau dikenal dengan energi kinetik. Proses erosi percik terjadi ketika air hujan yang jatuh ke permukaan tanah menimbulkan gaya gesek dan tekanan terhadap partikel tanah. Partikel-partikel tanah yang hancur kemudian terpecah ke segala arah akibat dari tekanan air hujan.

2. Erosi Lembar

Erosi jenis ini terjadi saat permukaan tanah dengan lapisan yang tipis pada daerah yang berlereng mengalami pengikisan yang disebabkan oleh air hujan dan aliran permukaan. Pola aliran berbentuk lembar akan terbentuk di atas permukaan tanah ketika erosi jenis ini terjadi, tetapi tidak sampai membentuk lubang. Lapisan tanah yang terkikis oleh air hujan dan aliran permukaan memiliki ketebalan yang sama sehingga bentuk erosi lembar tidak terlihat dengan cepat.

3. Erosi Alur

Erosi alur terjadi akibat pengikisan tanah yang disebabkan oleh aliran air yang membentuk saluran. Aliran air akan membuat tanah mengalami pengikisan kemudian membentuk alur-alur dangkal di atas permukaan tanah. Hal ini terjadi ketika air masuk ke dalam cekungan permukaan tanah sehingga membuat kecepatan air meningkat akhirnya membentuk sedimen. Erosi alur biasanya terjadi pada tanah dengan pola penanaman secara berbaris mengikuti lereng.

4. Erosi Parit

Erosi parit dapat terjadi ketika erosi alur terjadi karena pada saat erosi alur menjadi semakin lebar dan semakin dalam akan membentuk parit, sehingga dapat dikatakan erosi parit merupakan lanjutan dari erosi alur. Berdasarkan bentuk penampang melintangnya erosi parit dibedakan menjadi dua yaitu erosi parit bentuk V dan bentuk U. Erosi parit bentuk V terjadi pada tanah dengan tingkat kerapuhan tanah yang sama. Sedangkan erosi parit bentuk U terjadi pada tanah yang memiliki tingkat kerapuhan tanah yang berbeda.

5. Erosi Tebing Sungai

Merupakan erosi yang terjadi akibat permukaan tanggul sungai mengalami pengkisan di sepanjang saluran sungai. Variabel hidrologi pada sistem sungai akan mempengaruhi terjadinya erosi tebing sungai. Semakin cepat laju aliran debit sungai maka kemungkinan terjadinya erosi tebing sungai semakin besar pula. Tidak adanya vegetasi penutup serta pengolahan tanah yang dilakukan hingga pinggir tebing sungai akan membuat tebing sungai lebih mudah mengalami erosi. Sehingga sangat penting untuk menjaga vegetasi sepanjang sungai untuk mencegah terjadinya erosi.

6. Longsor

Tanah longsor merupakan salah satu jenis erosi yang terjadi dengan pengangkutan massa tanah dalam volume yang relatif besar. Longsor terjadi ketika terdapat volume tanah di atas lapisan tanah yang kedap air dan mengandung kadar tanah liat yang tinggi. Setelah volume tanah tersebut jenuh dengan air, tanah tersebut akan mengalami longsor.

2.3. Penyebab Terjadinya Erosi

Menurut Asdak (2014) faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses terjadinya erosi antara lain iklim, sifat tanah, topografi, vegetasi penutup lahan, dan manusia. Faktor-faktor tersebut diuraikan sebagai berikut.

1. Iklim

Pengaruh iklim terhadap erosi dapat bersifat langsung maupun tidak langsung. Pengaruh langsung faktor iklim pada erosi dapat dilihat pada saat terjadi hujan dimana energi kinetik air hujan akan sangat berpengaruh dalam menghancurkan partikel tanah. Erosi yang terjadi biasanya lebih besar pada intensitas hujan yang lebih besar walaupun dalam kurun waktu yang cepat dibandingkan dengan hujan yang terjadi dalam waktu yang lama namun intensitas hujan lebih kecil. Pengaruh iklim secara tidak langsung dapat dilihat pada pengaruh vegetasi tumbuhan. Pada daerah yang memiliki perubahan iklim yang besar, misalnya pada daerah yang kering maka pertumbuhan vegetasi akan terhambat dikarenakan intensitas hujan yang tidak memadai (Janna dan Amelia, 2021).

2. Sifat tanah

Terdapat empat sifat tanah yang berperan penting dalam menentukan mudah tidaknya tanah tererosi yaitu:

- a. Tekstur tanah, berkaitan dengan ukuran partikel-partikel tanah yang membentuk tipe tanah tertentu. Untuk menentukan tekstur tanah terdapat tiga unsur utama yang perlu diperhatikan yaitu pasir (*sand*), liat (*clay*), dan debu (*silt*). Tanah yang memiliki unsur liat lebih banyak akan membuat ikatan partikel-partikel tanah lebih kuat sehingga membuat tanah tidak mudah tererosi. Adapun tanah yang memiliki unsur pasir lebih banyak akan berpengaruh pada laju infiltrasi dan memperkecil terjadinya aliran permukaan sehingga kemungkinan terjadinya erosi lebih rendah. Sedangkan pada tanah yang memiliki unsur debu lebih dominan dengan sedikit kandungan bahan organik maka kemungkinan terjadinya erosi lebih besar.
- b. Bahan organik, merupakan hasil dekomposisi dari limbah tanaman maupun hewan. Kandungan bahan organik pada tanah akan memperbaiki struktur tanah serta dapat meningkatkan permeabilitas tanah, kapasitas tanah dalam menampung air, serta berpengaruh pada kesuburan tanah. Bahan organik yang ada di atas permukaan tanah dapat menghambat terjadinya erosi karena adanya kumpulan unsur organik dapat mengurangi kecepatan dari air larian.
- c. Struktur tanah, berupa susunan partikel-partikel tanah yang membentuk agregat. Struktur tanah akan berpengaruh terhadap kemampuan tanah dalam menyerap air. Salah satu struktur tanah yaitu granuler yang memiliki kemampuan dalam penyerapan air ke dalam tanah dan menurunkan laju air larian.
- d. Permeabilitas tanah, yaitu kemampuan tanah dalam meloloskan air. Tanah yang memiliki permeabilitas yang tinggi akan meningkatkan laju meresapnya air ke dalam tanah sehingga dapat mengurangi laju aliran permukaan. Pada saat terjadi hujan, air yang jatuh ke permukaan tanah ada yang meresap masuk ke permukaan tanah dan ada yang mengalir di atas permukaan tanah menuju sungai.

3. Topografi

Terdapat dua faktor yang menentukan karakteristik topografi pada suatu Daerah Aliran Sungai yaitu kemiringan dan panjang lereng. Kedua faktor tersebut berperan penting dalam proses terjadinya erosi karena mempengaruhi besarnya kecepatan dan volume aliran permukaan. Erosi lebih mudah terjadi pada lereng bagian bawah dibandingkan dengan lereng bagian atas karena kecepatan aliran permukaan lebih terkonsentrasi pada saat mencapai lereng bagian bawah. Daerah tropis yang memiliki topografi bergelombang dengan curah hujan yang tinggi akan lebih berpotensi terjadinya erosi dan tanah longsor. Sehingga dalam program konservasi tanah dan air pada daerah tropis perlu dilakukan usaha-usaha pelandaian permukaan tanah dengan membuat teras lahan-lahan pertanian.

4. Vegetasi Penutup Tanah

Pengaruh vegetasi penutup tanah terhadap erosi yaitu melindungi permukaan tanah dari tumbukan air, menurunkan kecepatan dan volume aliran permukaan, menahan partikel-partikel tanah melalui sistem perakaran, dan mempertahankan kapasitas tanah dalam menyerap air.

5. Manusia

Tindakan dalam mengelola sumberdaya alam seperti lahan untuk memenuhi kebutuhannya menjadi peranan manusia dalam mempengaruhi proses terjadinya erosi. Manusia dapat menyebabkan terjadinya erosi ketika tindakan yang dilakukan hanya memperhatikan keuntungan tanpa melihat keseimbangan alam di sekitarnya. Sebaliknya ketika manusia memperhatikan keseimbangan antara kerusakan tanah dengan proses pembentukan tanah akan membuat kemungkinan terjadinya erosi lebih kecil. Sehingga manusia perlu memperhatikan pengelolaan lahan yang harus sesuai dengan kemampuan lahan.

2.4. Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Tingkat bahaya erosi adalah perkiraan kehilangan tanah maksimum yang dibandingkan dengan tabel solum tanahnya pada setiap unit lahan bila teknik pengelolaan tanaman dan konservasi tanah tidak mengalami perubahan. Pada dasarnya jumlah maksimum pada tanah yang hilang harus lebih kecil atau sama dengan jumlah tanah yang terbentuk melalui proses pembentukan tanah dengan

tujuan produktivitas lahan dapat berjalan dengan baik dan tetap lestari (Amri, 2020).

Perkiraan erosi dan kedalaman tanah dipertimbangkan untuk memprediksi tingkat bahaya erosi pada setiap satuan lahan. Kelas tingkat bahaya erosi diberikan pada suatu lahan dengan mempertimbangkan matriks yang menggunakan informasi mengenai kedalaman tanah. Dalam memperoleh tingkat bahaya erosi dihitung dengan cara membandingkan tingkat erosi yang terjadi pada suatu lahan dan kedalaman tanah yang efektif (Nisa, 2022).

Mengetahui tingkat bahaya erosi yang terjadi pada suatu wilayah dapat dilakukan dengan cara menghitung Indeks Bahaya Erosi (IBE). Tahap awal yang perlu ditetapkan yaitu mengetahui erosi potensial berdasarkan persamaan MUSLE. Erosi potensial sama dengan erosi aktual pada saat nilai faktot C (penutupan lahan) dan P (pengelolaan lahan) adalah 1, yang artinya lahan yang dievaluasi tanpa tanaman dan tanpa tindakan konservasi tanah dan air (Banuwa, 2013). Menurut Herawati (2010) dalam Amri (2020) bahwa hasil perhitungan nilai laju erosi dengan menggunakan metode MUSLE kemudian di kalsifikasikan menjadi lima kelas yaitu sangat ringan, ringan, sedang, berat, dan sangat berat.

Pemetaan tingkat bahaya erosi telah dilakukan pada wilayah cakupan Daerah Aliran Sungai, misalnya dapat dijumpai pada beberapa literatur Fitri (2011), Kartika, dkk. (2016), Silalahi, dkk. (2017), Yusuf, dkk. (2020). Pemetaan tingkat bahaya erosi dilakukan dengan menggunakan penerapan Ilmu Sistem Geografis (SIG) yang biasanya dilakukan dengan menggunakan metode MUSLE. Penggunaan metode MUSLE pada perangkat ArcGIS akan mampu meberikan informasi spasial mengenai tingkat erosi pada suatu lahan yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam perencanaan penggunaan lahan dan konservasi lahan pada suatu wilayah khususnya Daerah Aliran Sungai. Selain itu penggunaan metode MUSLE dan SIG dalam menentukan tingkat bahaya erosi akan memberikan kemudahan untuk memprediksi erosi dalam skala spasial yang cukup luas (Nisa, 2022).

2.5. Soil and Water Assessment Tool (SWAT)

Pendugaan erosi maupun sedimen dengan menggunakan model SWAT memiliki kemampuan untuk mensimulasikan dengan skala terkecil atau pada tingkat HRU (*Hydrologic Response Unit*) menggunakan pendekatan MUSLE. Model SWAT memiliki konsep penggambaran air hujan yang jatuh ke permukaan tanah dengan jumlah melebihi laju infiltrasi. Hal ini akan menyebabkan terjadinya limpasan permukaan sebagai salah satu faktor yang mengakibatkan terjadinya erosi dan sedimentasi (Swami dan Kulkarni, 2016 ; Sujarwo, dkk., 2020).

SWAT merupakan salah satu model yang dapat memprediksi bagaimana pengaruh manajemen lahan terhadap limpasan air, sedimen, serta lahan pertanian pada suatu wilayah DAS dan memiliki hubungan yang kompleks dengan faktor jenis tanah, penggunaan lahan, dan manajemen kondisi lahan secara periodik. Model SWAT dikembangkan pada tahun 1990-an oleh Dr. Jeff Arnold guna pengembangan *Agricultural Research Service* (ARS) dari *United State Departement of Agricultural* (USDA). Model SWAT dikembangkan dengan tujuan melakukan prediksi dampak yang terjadi dari penggunaan lahan pertanian terhadap air, sedimentasi, dan jumlah bahan kimia (Nugroho, 2015 ; Basthoni, 2020).

Pemodelan menggunakan SWAT memerlukan berbagai data seperti data iklim dan data spasial distribusi pada topografi, tanah, tutupan lahan, pengelolaan lahan, guna pendugaan hasil air, sedimen terangkut limbah kimia pertanian. Dalam penggunaannya, model SWAT dapat digunakan untuk melakukan berbagai simulasi seperti praktek-praktek pengelolaan pada suatu lahan dan di saluran sungai. Selain itu juga dapat melakukan simulasi seperti perubahan tata guna lahan, praktek konservasi tanah dan air, serta keberadaan bangunan pengendali sedimen yang terangkut (Hidayat, dkk., 2016).

2.6. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu wilayah yang dibatasi oleh punggung-punggung bukit yang berfungsi dalam menampung dan menyimpan air hujan yang nantinya akan dialirkan anak-anak sungai menuju sungai utama dan kemudian disalurkan menuju laut (Asdak, 2010). Ketika terjadi hujan, anak-anak

sungai dan sungai utama akan menyimpan dan menampung air yang kemudian mengalirkan air tersebut ke laut. Definisi Daerah Aliran Sungai yang tertuang pada Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS adalah suatu wilayah berupa daratan yang menjadi satu kesatuan dengan sungai maupun anak-anak sungai yang berfungsi menampung, menyimpan, dan menyalurkan air hujan ke laut secara alami dengan batas berupa pemisah topografi di darat dengan batas di laut sampai pada daerah perairan yang masih dipengaruhi aktivitas daratan wilayah tersebut.

Sebagai suatu wilayah dengan bentang lahan yang dibatasi topografi, DAS juga merupakan wilayah kesatuan dalam sistem hidrologi. DAS berfungsi sebagai tempat terjadinya proses hidrologi yang mengubah air hujan menjadi aliran permukaan (*run off*) atau dikenal dengan sebutan debit air atau volume limpasan. Daerah Aliran Sungai yang menjadi ekosistem dimana terbentuk interaksi secara dinamis antara unsur organisme, lingkungan biofisik serta unsur kimia yang akan membentuk unsur keseimbangan di dalamnya berupa material dan energi (Retnowati, 2012). Ekosistem DAS menjadi bagian terpenting karena berfungsi sebagai sistem perlindungan pada suatu Daerah Aliran Sungai. Perubahan ekosistem dapat terjadi akibat adanya aktivitas dalam DAS. Masukan dan keluaran pada suatu DAS memiliki keterkaitan satu sama lain sehingga dapat dijadikan sebagai dasar dalam menganalisis dampak yang terjadi akibat dari aktivitas pembangunan pada DAS terhadap lingkungan (Suripin, 2004 ; Sariyani, 2020).

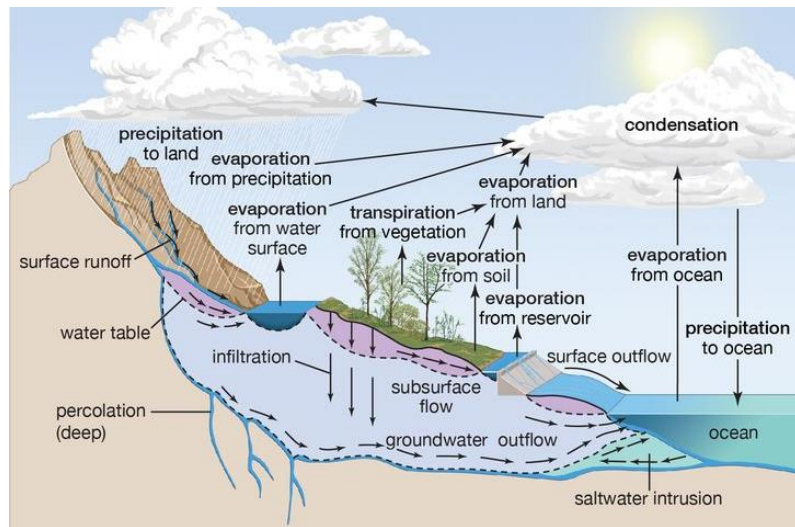
Berdasarkan Departemen Kehutanan (2014) mempelajari ekosistem DAS perlu diketahui bahwa Daerah Aliran Sungai dibagi menjadi tiga daerah bagian yaitu:

1. Daerah hulu DAS memiliki ciri yaitu sebagai daerah konservasi, bukan termasuk daerah banjir, mempunyai kerapatan drainase yang tinggi, memiliki jenis vegetasi berupa tegakan hutan, serta merupakan bagian DAS dengan kemiringan lereng lebih besar dari 15%.
2. Daerah tengah DAS merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik yang berbeda antara daerah hulu dan hilir.
3. Daerah hilir DAS sendiri memiliki ciri-ciri yaitu pada beberapa wilayah merupakan daerah banjir, berfungsi sebagai daerah pemanfaatan, aturan

penggunaan air ditentukan oleh bangunan irigasi, memiliki kerapatan drainase kurang dari 8%, dan memiliki jenis vegetasi yang didominasi tanaman pertanian kecuali pada daerah eustaria dengan jenis vegetasi hutan bakau/gambut.

2.7. Penilaian Kualitas DAS

DAS merupakan suatu ekosistem yang memiliki siklus hidrologi. Sebagai suatu ekosistem, DAS terdiri atas unsur biotik dan unsur abiotik yang saling berinteraksi serta ketergantungan satu sama lain. Sehingga dalam pengelolaan ekosistem DAS maka pengelolaan hutan, tanah, air, masyarakat perlu memperhatikan peranan dari setiap komponen ekosistem DAS. Siklus hidrologi merupakan proses menguapnya air yang ada di permukaan bumi kemudian jatuh kembali ke permukaan tanah yang dikenal sebagai hujan atau presipitasi. Fungsi DAS yaitu sebagai areal penangkapan air, penyimpanan air, dan sebagai penyalur air (Anshar, 2020).



Gambar 1. Siklus Hidrologi (Salsabila dan Nugraheni, 2020)

2.7.1. Pengelolaan DAS

Pengelolaan DAS menjadi salah satu upaya yang dilakukan manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara manusia dengan sumberdaya alam yang berada dalam suatu lingkup DAS dan segala aktivitasnya, sehingga dapat terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta manusia dapat memanfaatkan sumberdaya alam secara berkelanjutan. Hal ini tertuang dalam Peraturan

Pemerintah No. 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Pada dasarnya pengelolaan DAS sendiri ditujukan untuk mendapat manfaat dari DAS dengan melihat kondisi sumberdaya alam, kondisi sosial, budaya, ekonomi, politik, serta kelembagaan. Dalam pengelolaan DAS berbagai aspek harus diperhatikan dengan tujuan untuk menyeimbangkan hubungan timbal balik manusia dengan ekosistem, mengingat suatu DAS memiliki banyak fungsi diantaranya sebagai jasa lingkungan, penyedia energi, kesejukan udara, keanekaragaman hayati, serta penyedia sandang, papan, dan pangan (Wiswati, 2020).

2.7.2. Monitoring DAS

Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No. P. 61/Menhut-II/2014 tentang Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan DAS dijadikan sebagai landasan dalam memonitoring kinerja DAS. Peraturan Menteri tersebut digunakan dengan pertimbangan bahwa pemerintah telah menetapkan secara resmi peraturan tersebut sebagai salah satu model monitoring DAS. Dalam monitoring kinerja DAS, terdapat lima kriteria yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut (Wibisono, 2021):

1. Kondisi lahan, dengan tujuan untuk mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi pada kondisi daya dukung lahan pada suatu DAS dengan pertimbangan ada tidaknya kecenderungan lahan mengalami degradasi dari waktu ke waktu.
2. Kondisi tata air untuk mengetahui perubahan kondisi daya dukung DAS dari segi kualitas, kuantitas serta kontinuitas aliran air.
3. Kondisi sosial ekonomi, dengan tujuan memperoleh gambaran terkait bagaimana kondisi penghidupan masyarakat serta melihat bagaimana pengaruh hubungan timbal balik antara faktor sosial ekonomi dengan kondisi sumberdaya alam berupa tanah, air, dan vegetasi.
4. Kondisi investasi bangunan untuk mengetahui besar kecilnya sumberdaya hasil masyarakat yang dibuat pada DAS dan perlu mendapat perhatian dari kerusakan yang terjadi akibat degradasi DAS sehingga dapat dilindungi.
5. Memperhatikan kondisi pemanfaatan ruang wilayah untuk mengetahui perubahan kondisi pada kawasan lindung dan kawasan budidaya terhadap kecenderungan pemanfaatan lahan yang mengakibatkan terjadinya degradasi.