

**SKRIPSI**

**ANALISIS EROSI MENGGUNAKAN MODEL SWAT  
(SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL) DI  
DAERAH ALIRAN SUNGAI MALLUSETASI**

**Disusun dan Diajukan Oleh :  
STEVANNY ALFIA MONGAN  
M011191071**



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

# ANALISIS EROSI MENGGUNAKAN MODEL SWAT (SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL) DI DAERAH ALIRAN SUNGAI MALLUSETASI

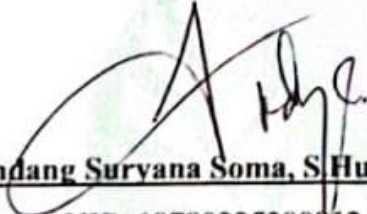
Disusun dan diajukan oleh :  
**STEVANNY ALFIA MONGAN**  
**M011191071**

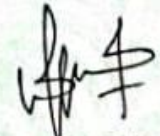
Telah dipertahankan dihadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program sarjana Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin  
Pada Tanggal Maret 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pendamping**

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

  
Wahyuni, S.Hut, M.Hut  
NIP. 19851009201504 2 001

**Ketua Program Studi**

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

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Stevanny Alfia Mongan

Nim : M011191071

Program Studi : Kehutanan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Analisis Erosi Menggunakan Model SWAT (Soil and Water Assessment Tool) Di  
Daerah Aliran Sungai Mallusetasi

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan aliran 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, Maret 2024

Yang menyatakan



Stevanny Alfia Mongan

## **ABSTRAK**

**Stevanny Alfia Mongan (M011191071). Analisis Erosi Dengan Menggunakan SWAT (*Soil Water Assessment Tool*) di Daerah Aliran Sungai Mallusetasi, dibawah bimbingan Andang Suryana Soma, S.Hut, M.P., Ph.D, Wahyuni, S.Hut., M,Hut**

Erosi tanah adalah suatu proses atau peristiwa hilangnya lapisan permukaan tanah bagian atas, baik yang disebabkan oleh gerakan air maupun angin. Erosi memberikan dampak terhadap lingkungan berupa penurunan kesuburan tanah, penyempitan lahan pertanian dan kehutanan yang produktif dan perluasan lahan kritis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis erosi dan mengklasifikasikan tingkat bahaya erosi dengan menggunakan Model SWAT. Hasil penelitian menunjukkan erosi di DAS Mallusetasi dominan berada pada kelas ringan, dimana nilai erosi yang terjadi setiap tahunnya sebesar 27,56 ton/ha/tahun. Sedangkan untuk tingkat kelas bahaya erosi didominasi pada tingkat bahaya erosi ringan. Nilai erosi terbesar terjadi pada HRU 386 yang terletak di Sub DAS 3 dengan nilai erosi sebesar 176,77 ton/ha/tahun.

**Kata Kunci: Erosi, SWAT, DAS Mallusetasi**

## KATA PENGANTAR

Segala rasa puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala limpahan berkat, kasih dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul “**Analisis Erosi Menggunakan Model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) Di Daerah Aliran Sungai Mallusetasi**”.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis mendapat berbagai macam kendala dan masih banyak kekurangan. Ada suka maupun duka yang penulis rasakan selama menulis skripsi ini. Membutuhkan keinginan yang kuat, upaya yang luar biasa dan juga kesabaran yang tidak ada habisnya untuk menyelesaikan skripsi ini. Tanpa bantuan dan petunjuk dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak dapat berjalan lancar dan selesai dengan baik. Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis juga mengucapkan terima kasih dengan rasa sehumat-hormat dan setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua orangtua, **Abednego Tonda Mongan, S.Tp.** dan **Alfrida Rinding Padang** yang menjadi alasan utama penulis bisa sampai di titik ini. Skripsi ini penulis persembahkan sebagai hadiah kecil kepada kedua orang tua yang telah senantiasa mendoakan, memberikan kasih sayang, cinta yang tiada terhingga dan segala dukungan dalam bentuk materi maupun non materi, Terimakasih telah mengorbankan banyak waktu, tenaga, upaya untuk mendukung peneliti meraih impian. Tanpa kehadiran kedua orangtua yang sangat luar biasa, pencapaian ini tidak dapat terwujud, kalian merupakan sumber inspirasi dan kekuatan yang tak tergantikan bagi peneliti. Semoga segala doa yang kalian panjatkan menjadi gerbang bagi penulis dalam menggapai kesuksesan. Tak lupa saudara satu-satunya peneliti, **Gilbert Christianto Mongan** atas doa, dukungan serta perhatian selama penyusunan skripsi.
2. Bapak **Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D.** dan Ibu **Wahyuni, S.Hut, M.Hut** selaku pembimbing 1 dan pembimbing 2 atas segala

bantuannya dalam mengarahkan, memberikan saran, dan membantu penulis mulai dari pemilihan tema, judul, metode hingga selesainya skripsi ini.

3. Ibu **Rizki Amaliah, S.Hut., M.Hut.** dan Bapak **Dr. Ir. A. Sadapotto, M.P** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
4. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Kehutanan yang senantiasa memberikan ilmu dengan penuh rasa tanggung jawab tanpa mengenal lelah serta seluruh staff Administrasi Fakultas Kehutanan yang selalu melayani pengurusan administrasi selama berada di lingkungan Fakultas Kehutanan.
5. Segenap keluarga besar peneliti, terkhusus **Tante Pina dan Tante Atik** yang senantiasa memberikan perhatian, kasih sayang, doa, motivasi, dukungan materi maupun non materi selama proses penyusunan skripsi.
6. Segenap keluarga besar **Laboratorium Pengelolaan Daerah Aliran Sungai** dan **Leonidas 19** yang telah membantu selama penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Teman-teman **Anisa Fitri Damayanti, Sutomo Madani Armianto, Rangga Ada Rannuan, Rafly, Zulkifli** yang telah memberikan dukungan dan membantu selama penelitian utamanya dalam pengambilan data lapangan.
8. Teman-teman seperjuangan yang saya kasihi **Anaknya Dewata, Arcana,** terkhusus **Sutomo Madani Armianto, Rangga Ada Rannuan, Greys Enafil Nipi, S.Hut, Yohanes Imanuel Kalo, dan Risaldi Marcel, S.Hut** saya ucapkan banyak terimakasih telah menjadi teman seperjuangan berbagi suka duka, keluh kesah. Terimakasih atas segala dukungan, motivasi dan tentunya kebersamaan seperti saudara tak sedarah yang telah dibangun sedari maba hingga bisa sampai diakhir perjuangan ini. Semoga kesuksesan menghampiri kita semua.
9. Saudariku tercinta, **Intan Sanancy Pamangin, S.T., Nada Julia Pasorong, S.P., Inri Titi YM Putri, S.Si, Evany, Patricia Xavier Linggi Allo, S.H., Marlita Kendarwati Paongan, S.T., dan Mega Paembonan, S.T** terima kasih atas canda tawa yang membahagiakan, doa, dukungan dan bantuan tiada hentinya selama penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.

10. Teruntuk seseorang yang tak kalah pentingnya, **Vendry Vahcerzzy Asriel Bangri**, yang selalu menemani dan selalu menjadi *support system* selama proses pengerjaan skripsi. Terimakasih sudah menjadi penyemangat, tempat peneliti berkeluh kesah, selalu menghibur, serta memberikan dukungan materi maupun non materi. Terimakasih telah menjadi bagian dalam perjalanan penulis hingga bisa menyelesaikan skripsi ini. Semoga penyertaan Tuhan selalu menghampiri segala hal yang akan kita lalui.
11. Segenap **Keluarga Besar PDR-MK Fahutan Unhas, UKM BK SI-Unhas** dan teman-teman **Olympus 19** terimakasih telah menjadi keluarga kedua dan menjadi wadah atau tempat belajar diluar bangku kuliah.
12. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah tulus dan ikhlas memberikan doa, motivasi, membantu penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.
13. Dan yang terakhir, kepada diri sendiri yang telah berproses, bekerja keras dan berjuang sejauh ini. Terimakasih sudah tetap bertahan, tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi dan telah menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin. Ini merupakan pencapaian yang patut dirayakan untuk diri sendiri.

Semoga setiap kebaikan yang diberikan menjadi berkah dan dibalas dengan kebaikan yang tak terhingga. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis menerima segala saran dan kritikan dari pembaca yang sifatnya membangun. Akhir kata, semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat dan pengetahuan, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi kita rekan-rekan yang membacanya.

Makassar, Maret 2024

## DAFTAR ISI

SKRIPSI .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Daerah Aliran Sungai .....	4
2.2 Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.....	5
2.3 Erosi dan Laju Erosi .....	6
2.3.1 Jenis Erosi .....	7
2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Erosi .....	8
2.4 Sistem Informasi Geografi (SIG) .....	10
2.5 Model SWAT (Soil Water Assessment Tool).....	11
III. METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Waktu dan Tempat .....	13
3.2 Alat dan Bahan .....	13
3.3 Prosedur Penelitian.....	15
3.4 Analisis Data .....	25
3.4.1 Analisis Kelas Bahaya Erosi.....	25
3.4.2 Analisis Tingkat Bahaya Erosi .....	26
IV. KONDISI UMUM LOKASI PENELITIAN .....	28
4.1 Letak Geografis .....	28
4.2 Topografi.....	28



4.3	Penutupan Lahan .....	29
4.4	Tanah .....	32
4.5	Kondisi Iklim.....	34
V.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	39
5.1	Analisis SWAT .....	39
5.1.1	Delineasi Batas Sub DAS.....	39
5.1.2	Analisis HRU (Hydrologi Response Unit).....	40
5.1.4	Simulasi SWAT .....	41
5.2	Erosi .....	43
5.2.1	Kelas Bahaya Erosi .....	43
5.2.2	Tingkat Bahaya Erosi .....	45
VI.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
6.1	Kesimpulan.....	49
6.2	Saran.....	49
	DAFTAR PUSTAKA.....	50
	LAMPIRAN .....	54

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 1.	Alat yang digunakan dalam penelitian .....	14
Tabel 2.	Jenis dan sumber data bahan yang digunakan dalam penelitian .....	14
Tabel 3.	<i>Confusion matrix</i> .....	19
Tabel 4.	Klasifikasi penutupan lahan model SWAT berdasarkan penutupan lahan Eksisting tahun 2020 (Mandy, 2018) .....	20
Tabel 5.	Klasifikasi iklim <i>Schmidt-Ferguson</i> (Sasminto dkk., 2014) .....	21
Tabel 6.	Parameter Model SWAT (Arnold dkk, 2012).....	23
Tabel 7.	Kelompok hidrologi tanah (Triatmodjo, 2008) .....	23
Tabel 8.	Kelas Bahaya Erosi (KBE).....	26
Tabel 9.	Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (TBE) .....	26
Tabel 10.	Sebaran luas kemiringan lereng DAS Mallusetasi .....	29
Tabel 11.	<i>Confusion matrix</i> DAS Mallusetasi .....	30
Tabel 12.	Sebaran luas penutupan lahan pada DAS Mallusetasi .....	31
Tabel 13.	Sebaran luas jenis tanah di DAS Mallusetasi .....	32
Tabel 14.	Data Curah Hujan Stasiun 1 di DAS Mallusetasi.....	35
Tabel 15.	Data Curah Hujan Stasiun 2 di DAS Mallusetasi.....	35
Tabel 16.	Data Curah Hujan Stasiun 3 di DAS Mallusetasi .....	36
Tabel 17.	Data Curah Hujan Stasiun 4 di DAS Mallusetasi.....	36
Tabel 18.	Data curah hujan dari Tahun 2013-2022 di DAS Mallusetasi .....	37
Tabel 19.	Data Curah Hujan Stasiun 1-4 di DAS Mallusetasi .....	38
Tabel 20.	Luas Sub-sub DAS pada DAS Mallusetasi .....	39
Tabel 21.	Sebaran Jumlah HRU di setiap Sub DAS .....	41
Tabel 22.	Sebaran luas kelas bahaya erosi pada DAS Mallusetasi .....	43
Tabel 23.	Sebaran luas kelas tingkat bahaya erosi pada Sub DAS Mallusetasi ....	45

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 1.	Peta Lokasi Penelitian .....	13
Gambar 2.	Alur prosedur penelitian.....	15
Gambar 3.	Segitiga tekstur tanah .....	16
Gambar 4.	Peta Sebaran Titik Validasi .....	19
Gambar 5.	Peta Sebaran Titik Pengambilan Sampel Tanah.....	22
Gambar 6.	Peta administrasi DAS Mallusetasi .....	28
Gambar 7.	Peta Kelas Kemiringan Lereng DAS Mallusetasi .....	29
Gambar 8.	Peta Penutupan Lahan DAS Mallusetasi.....	31
Gambar 9.	Peta Tanah DAS Mallusetasi .....	34
Gambar 10.	Peta Curah Hujan DAS Mallusetasi .....	37
Gambar 11.	Peta Delineasi DAS Mallusetasi .....	40
Gambar 12.	Hasil simulasi kondisi hidrologi pada DAS Mallusetasi.....	42
Gambar 13.	Peta Kelas Bahaya Erosi DAS Mallusetasi .....	44
Gambar 14.	Peta Tingkat Bahaya Erosi DAS Mallusetasi.....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1.	Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Tanah DAS Mallusetasi .....	55
Lampiran 2.	Klasifikasi Iklim menurut Schimidt-Ferguson.....	61
Lampiran 3.	Dokumentasi Penutupan Lahan .....	61
Lampiran 4.	Dokumentasi Pengambilan Sample Tanah .....	64
Lampiran 5.	Dokumentasi Pengujian Sampel Tanah .....	65

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk di Indonesia hampir setiap tahunnya selalu meningkat. Peningkatan jumlah penduduk berdampak pada peningkatan kebutuhan untuk menunjang kehidupan. Data tahun 2021-2023 menunjukkan laju pertumbuhan penduduk di Indonesia mencapai 1,17% (Badan Pusat Statistik, 2023). Manusia membutuhkan pangan, tempat tinggal, dan pembangunan infrastruktur yang akan membutuhkan lebih banyak lahan untuk mendukung segala aktivitas yang dilakukan (Srinivasu dan Srinivasa, 2013). Manusia memanfaatkan lahan yang berada di sekitar DAS untuk berbagai kepentingan dalam menunjang kelangsungan hidup dan meningkatkan kesejahteraan (Salampessy dkk., 2019). Bertambahnya penduduk, kebutuhan ekonomi masyarakat semakin meningkat. Secara tidak langsung, hal tersebut mendorong masyarakat untuk melakukan eksploitasi alam guna memenuhi kebutuhan hidup. Peralihan fungsi lahan menjadi salah satu hal yang perlu diperhatikan karena akan berdampak buruk bagi kelestarian alam. Konversi lahan yang pesat akan mempengaruhi pergerakan air dalam tanah, sehingga ketika terjadi peningkatan aliran permukaan (*run off*), pertahanan DAS terhadap erosi akan terganggu (Kodoatie, 2008 dalam Yanti dkk, 2017).

Erosi tanah adalah suatu proses atau peristiwa hilangnya lapisan permukaan tanah atas, baik disebabkan oleh pergerakan air maupun angin (Suripin, 2004). Erosi menimbulkan dampak terhadap lingkungan, tidak terbatas pada wilayah *on site* tetapi dapat juga meluas hingga wilayah *off site*. Seringkali erosi berdampak meluas di dalam suatu kawasan DAS. Dampak langsung, misalnya menurunnya tingkat kesuburan tanah, menyempitnya lahan pertanian dan kehutanan produktif serta meluasnya lahan kritis. Dampak tidak langsung dapat berupa polusi kimia dari pupuk dan pestisida, serta sedimentasi yang dapat menurunkan kualitas perairan sebagai sumber air permukaan maupun sebagai suatu ekosistem (Nugroho, 2015). SWAT (Soil Water Assessment Tool) merupakan salah satu model hidrologi yang dikembangkan untuk menganalisa laju erosi dengan

mempertimbangkan variasi jenis tanahnya, tata guna lahan, serta kondisi manajemen suatu DAS setelah melalui periode yang lama (Neitsch dkk., 2011).

SWAT merupakan model hidrologi berskala DAS yang dikembangkan pertama kali oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat dengan tujuan untuk memprediksikan dampak manajemen lahan terhadap hidrologi, sedimentasi dan bahan kimia terlarut pada suatu DAS yang luas dan belum memiliki sistem pengamatan dan pencatatan data (Arnold dkk., 1998). Dalam proses pemodelan, SWAT membagi DAS atau Sub DAS menjadi bagian-bagian lebih kecil yang terhubung satu sama lain oleh jaringan sungai atau sering disebut hydrological response units (HRU) (Fohrer dkk., 2005). Pendugaan erosi dan sedimen pada model SWAT diprediksi pada tingkat HRU (*Hydrological Response Unit*) menggunakan pendekatan MUSLE (Swami dan Kulkarni, 2016).

DAS Mallusetasi merupakan DAS yang secara administrasi terletak di Kecamatan Mallusetasi, Kabupaten Barru. DAS Mallusetasi memiliki luasan sebesar 11,755.80 ha. Menurut data Badan Penanggulangan Bencana Daerah tahun 2022 dan tahun 2023, Kecamatan Mallusetasi merupakan daerah yang mendominasi terjadinya bencana alam banjir dan tanah longsor di Kabupaten Barru. Kejadian ini mengakibatkan kerugian materil dan non materil bagi warga yang terdampak. Erosi menyebabkan kualitas tanah menurun, degradasi lahan sehingga daya serap tanah terhadap air berkurang. Maka dari itu, pada saat musim hujan tanah sudah tidak bisa menyerap air dengan baik dan terjadilah bencana banjir dan tanah longsor.

Berkaitan dengan uraian tersebut, penelitian “Analisis Erosi Menggunakan Model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) di DAS Mallusetasi” dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang erosi dan dapat dijadikan acuan dalam pengelolaan DAS Mallusetasi.

## **1.2 Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengklasifikasikan nilai erosi di DAS Mallusetasi.
2. Mengklasifikasikan Tingkat Bahaya Erosi di DAS Mallusetasi.

Kegunaan dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi dan evaluasi bagi pemerintah daerah dalam membuat rencana pengelolaan DAS untuk mengurangi resiko ancaman erosi DAS Mallusetasi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daerah Aliran Sungai

Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2012 tentang pengelolaan Daerah aliran sungai (DAS), menyatakan bahwa Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Beberapa karakteristik yang dimiliki Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu kondisi spesifik daerah aliran sungai satu dengan yang lain berbeda yang dicirikan oleh beberapa parameter yaitu lebar dari suatu DAS, relief dan bentuk dari DAS kemudian ada hidrologi daerah aliran sungai, mencakup curah hujan, debit dan sedimen, parameter yang lain yaitu tanah (Supangat, 2012).

Daerah Aliran Sungai dapat dibagi kedalam tiga komponen utama yaitu menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. Daerah hulu merupakan daerah konservasi yang mempunyai kerapatan drainase yang lebih tinggi dan memiliki kemiringan lahan yang besar. Sementara daerah hilir merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil dan memiliki kemiringan lahan yang kecil sampai dengan sangat kecil. DAS bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua bagian DAS yang berbeda tersebut (Asdak, 2010). Peran hutan daerah hulu sangat penting mengingat lahan hutan dapat meningkatkan infiltrasi (Barkey R. M., 2017). Kondisi daerah hilir dipengaruhi oleh seluruh aktivitas yang dilakukan di daerah hulu karena adanya keterkaitan antara daerah hulu dan daerah hilir dalam suatu DAS. Sehingga aktivitas manusia pada daerah hulu DAS baik yang bersifat perbaikan kondisi DAS maupun eksploitasi akan berdampak pada kondisi hidrologi daerah hilir (Mubarok dkk., 2014).

Fungsi suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan fungsi gabungan yang dilakukan oleh sebuah faktor yang pada DAS tersebut, yaitu vegetasi, bentuk wilayah topografi, tanah dan permukiman. Apabila salah satu dari faktor tersebut



di atas mengalami perubahan, maka hal tersebut mempengaruhi pula ekosistem DAS. Sedangkan perubahan ekosistem, juga akan menyebabkan gangguan terhadap bekerjanya fungsi DAS, sehingga tidak sebagai mestinya (Triwanto, 2012). 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. 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 dan sedimentasi serta menurunnya kualitas air (Mawardi, 2010). Sucipto (2008) menyatakan bahwa upaya pengelolaan Daerah Aliran Sungai harus dilaksanakan secara optimal melalui pemanfaatan sumberdaya alam secara berkelanjutan.

## **2.2 Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**

Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengendalikan hubungan timbal balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, dengan tujuan membina kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam bagi manusia secara berkelanjutan. Pemangku kepentingan dalam pemanfaatan DAS beragam, untuk itu dibutuhkan adanya saling keterbukaan, mempunyai rasa tanggung jawab dan saling mempunyai hubungan ketergantungan. Semua pihak yang berkepentingan dengan kelestarian fungsi dan keberadaan DAS harus bertanggung jawab bersama dalam implementasinya (Dephut, 2009).

Pengelolaan DAS pada prinsipnya merupakan suatu proses formulasi dan implementasi kegiatan atau program yang bersifat manipulasi sumberdaya alam dan manusia yang terdapat di DAS untuk memperoleh manfaat produksi dan jasa tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumber daya air dan tanah (Asdak,2002).

Menurut ICRAF (2005), tujuan dari pengelolaan DAS yaitu :

1. Mengkonversi tanah pada lahan pertanian
2. Memanen/menyimpan kelebihan air pada musim hujan dan memanfaatkan pada musim kemarau
3. Memacu usaha tani berkelanjutan dan menstabilkan hasil panen melalui perbaikan pengelolaan sistem pertanian d
4. Memperbaiki keseimbangan ekologi (hubungan tata air hulu dengan hilir, kuantitas air, kualitas, kemampuan lahan dan keanekaragaman hayati).

Pengelolaan DAS sebagai bentuk pengembangan wilayah yang menempatkan DAS sebagai unit pengelolaannya. Pada dasarnya merupakan usaha-usaha penggunaan sumber daya alam (hutan, tanah, air) di suatu DAS secara rasional untuk mencapai tujuan ekonomi (produksi) sumberdaya lahan yang optimum dan berkelanjutan, disertai dengan upaya-upaya untuk menekan kerusakan seminimal mungkin, melalui konservasi tanah dan air. Untuk itu diperlukan perencanaan tata guna lahan secara baik, dan karena kompleksnya karakteristik DAS, maka dibutuhkan dukungan pemodelan spasial dalam upaya membantu perencanaan secara efektif (Baja S, 2012).

### **2.3 Erosi dan Laju Erosi**

Erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian bagian tanah terkikis dan terangkut, kemudian diendapkan di tempat lain (Arsyad, 2010). Pengikisan, pengangkutan dan pemindahan tanah tersebut dilakukan oleh media alami yaitu air dan angin. Erosi pada suatu lahan menyebabkan hilangnya lapisan tanah yang subur. Sutrisno dkk. (2013) mengungkapkan bahwa erosi merupakan salah satu penyebab terbesar kerusakan tanah di Indonesia.

Erosi merupakan kejadian alami yang diperparah oleh perbuatan manusia dimana manusia sering kali melakukan penggundulan hutan, penggunaan tata guna lahan yang buruk, kegiatan perkebunan atau perladangan, konstruksi bangunan yang tidak tertata dengan baik. Dampak dari erosi adalah menipisnya lapisan permukaan tanah dan turunnya kemampuan tanah untuk meresap air

(infiltrasi). Penurunan kemampuan tanah untuk meresap air akan mengakibatkan meningkatnya limpasan air permukaan yang mengakibatkan banjir di sungai. Selain itu butiran yang terbawa oleh aliran permukaan akan mengakibatkan terjadinya sedimentasi yang mengakibatkan pendangkalan sungai.

Menurut Utomo (1994) proses erosi bermula dengan terjadinya penghancuran agregat-agregat tanah sebagai akibat pukulan air hujan. Agregat tanah yang telah hancur akan menyumbat pori-pori tanah, sehingga berakibat berkurangnya kapasitas infiltrasi tanah. Sebagai akibat lebih lanjut, air akan mengalir di permukaan tanah dan disebut sebagai limpasan permukaan tanah. Limpasan permukaan mempunyai energi untuk mengikis dan mengangkut partikel-partikel tanah yang telah dihancurkan. Selanjutnya jika tenaga limpasan permukaan sudah tidak mampu lagi mengangkut bahan-bahan hancuran tersebut, maka bahan-bahan ini akan diendapkan.

### **2.3.1 Jenis Erosi**

Menurut Asdak (2010) erosi dapat dibedakan menjadi 7 jenis, yaitu :

1. Erosi Percikan (*Splash erosion*)

Erosi percikan merupakan proses terkelupasnya partikel-partikel tanah bagian atas oleh tenaga kinetik air hujan bebas atau air lolos.

2. Erosi Lembar (*sheet erosion*)

Erosi lembar adalah pengikisan lapisan tipis permukaan tanah di daerah berlereng oleh kombinasi air hujan dan air larian (*run off*).

3. Erosi Alur (*rill erosion*)

Erosi alur adalah pengangkutan partikel-partikel tanah oleh aliran air yang mengalir dipermukaan tanah yang terkonsentrasi pada alur tertentu. Alur-alur tertentu pada permukaan tanah merupakan parit-parit kecil dan dangkal.

4. Erosi Parit (*gully erosion*)

Erosi parit terjadinya hamper sama dengan proses erosi alur tetapi alur yang terbentuk sudah sangat besar.

5. Erosi Tebing Sungai (*streambank erosion*)

Erosi tebing sungai adalah pengikisan tanah pada tebing sungai, penggerusan

dasar sungai oleh aliran air sungai atau terjangan aliran sungai yang kuat pada daerah belokan sungai.

#### 6. Erosi Internal Sungai

Erosi internal sungai adalah terangkutnya partikel-partikel tanah primer dan masuk ke dalam celah-celah atau pori-pori tanah sehingga tanah menjadi kedap air dan udara. Erosi internal menyebabkan menurunnya kapasitas infiltrasi tanah secara cepat sehingga aliran permukaan meningkat dan menyebabkan terjadinya erosi lembar atau erosi alur.

#### 7. Tanah Longsor (*Landslide*)

Tanah longsor adalah bentuk erosi dimana pengangkutan atau gerakan tanah terjadi bersamaan dalam volume yang relatif besar.

### **2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Erosi**

Pada dasarnya erosi dipengaruhi oleh faktor alam dan faktor non alam. Faktor alam berupa iklim, kemiringan dan panjang lereng, sifat fisik tanah, tersedianya vegetasi penutup tanah, sedangkan faktor non alam disebabkan oleh campur tangan manusia. Berikut pembahasan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi erosi :

#### 1. Faktor Iklim

Pengaruh iklim terhadap erosi dapat bersifat langsung atau tidak langsung. Pengaruh langsung misalnya dalam proses pelapukan, pencucian, translokasi, intensitas hujan dan lain lain. Intensitas hujan yang cukup tinggi akan menimbulkan erosi. Tetesan butiran-butiran hujan yang jatuh ke atas tanah mengakibatkan pecahnya agregat agregat tanah yang diakibatkan oleh tetesan butiran hujan yang memiliki energi kinetik yang cukup besar. Jumlah hujan yang besar tidak selalu menyebabkan erosi berat jika intensitasnya rendah, dan sebaliknya hujan lebat dalam waktu singkat dapat menyebabkan sedikit erosi karena jumlah hujan hanya sedikit. Jika jumlah dan intensitas hujan keduanya tinggi, maka erosi tanah yang terjadi cenderung tinggi (Fitria dkk., 2012). Sedangkan pengaruh iklim secara tidak langsung berhubungan dengan pertumbuhan vegetasi. Kondisi iklim dengan perubahan suhu kecil dan curah hujan merata menyebabkan vegetasi dapat tumbuh secara optimal. Sebaliknya,

pada daerah dengan perubahan iklim besar seperti daerah kering, pertumbuhan vegetasi terhambat karena kekurangan air tetapi sekali hujan turun umumnya dengan intensitas yang tinggi.

## 2. Faktor Topografi

Kemiringan dan panjang lereng adalah dua faktor yang menentukan karakteristik topografi suatu daerah aliran sungai. Bentuk topografi berperan dalam menentukan kecepatan aliran air di permukaan yang membawa partikel-partikel tanah. Kecepatan air larian yang besar ditentukan oleh kemiringan lereng yang tidak terputus dan panjang serta berkonsentrasi pada saluran-saluran yang sempit serta mempunyai potensi besar untuk terjadinya erosi alur dan erosi parit. Kedudukan lereng juga menentukan besar kecilnya erosi. Lereng bagian bawah lebih mudah tererosi daripada lereng bagian atas karena momentum air larian lebih besar dan kecepatan air larian lebih terkonsentrasi ketika mencapai lereng bagian bawah

## 3. Faktor vegetasi

Vegetasi merupakan lapisan pelindung atau penyangga antara atmosfer dan tanah. Suatu vegetasi penutup tanah yang baik seperti rumput yang tebal atau rimba yang lebat akan menghilangkan pengaruh hujan dan topografi terhadap erosi. Bagian vegetasi yang ada diatas permukaan tanah seperti daun dan batang, menyerap energi perusak hujan, sehingga mengurangi dampaknya terhadap tanah. Sedangkan bagian vegetasi yang ada di dalam tanah, yang terdiri dari perakaran akan meningkatkan kekuatan mekanik tanah. Vegetasi berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi dapat dibagi dalam lima bagian, yakni (a) intersepsi hujan oleh tajuk tanaman, (b) mengurangi kecepatan aliran permukaan dan kekuatan perusak air, (c) pengaruh akar dan kegiatan-kegiatan biologi yang berhubungan dengan pertumbuhan vegetatif, (d) pengaruhnya terhadap stabilitas struktur dan 11 porositas tanah, dan (e) transpirasi yang mengakibatkan kandungan air berkurang (Arsyad, 2010).

## 4. Faktor Tanah

Beberapa sifat yang mempengaruhi erosi adalah tekstur, struktur, bahan organik, kedalaman, sifat lapisan tanah, dan tingkat kesuburan tanah, sedangkan kepekaan tanah terhadap erosi yang menunjukkan mudah atau tidaknya tanah

mengalami erosi ditentukan oleh berbagai sifat fisik tanah. (Arsyad, 2010). Kerusakan yang dialami pada tanah tempat erosi terjadi berupa kemunduran sifat-sifat kimia dan fisika tanah seperti kehilangan unsur hara dan bahan organik, dan meningkatnya kepadatan serta ketahanan penetrasi tanah, menurunnya kapasitas infiltrasi tanah serta kemampuan tanah menahan air. Akibat dari peristiwa ini adalah menurunnya produktivitas tanah, dan berkurangnya pengisian air dalam tanah (Asdak, 2010).

#### 5. Faktor Manusia

Asdak menyatakan bahwa perbuatan manusia yang mengelola tanahnya dengan cara yang salah telah menyebabkan intensitas erosi semakin meningkat. Kegiatan manusia seperti perubahan penutupan tanah akibat penggundulan atau pembabatan hutan untuk pemukiman, lahan pertanian, atau gembalaan yang tidak terkendali akan berimplikasi pada meningkatnya resiko terjadinya erosi. Penyebab utama terjadinya erosi adalah penggunaan lahan yang kurang sesuai dengan fungsinya serta tingkat kepekaan tanahnya yang sangat peka terhadap erosi. Kerusakan lahan yang terjadi karena tingkat kepekaan tanah yang cukup tinggi terhadap erosi akibat dari aktivitas manusia dalam mengelola penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kaidah konservasi (Suriadikusumah dan Ganjar, 2010).

### **2.4 Sistem Informasi Geografi (SIG)**

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem yang didesain untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur, dan menampilkan seluruh jenis data geografis. Istilah geografis merupakan bagian dari spasial (keruangan) dimana SIG sendiri tidak lepas dari data spasial, yang merupakan sebuah data yang mengacu pada posisi, objek dan hubungan diantaranya dalam ruang bumi. Data spasial merupakan salah satu item dari informasi dimana didalamnya terdapat informasi mengenai bumi termasuk permukaan bumi, dibawah permukaan bumi, perairan, kelautan dan bawah atmosfer (Irwansyah, 2013).

Model data yang ada di dalam sistem informasi geografis terbagi menjadi dua bagian yaitu data spasial dan data non spasial. Data spasial adalah data yang menyimpan kenampakan-kenampakan permukaan bumi seperti jalan, sungai dan

lain-lain. Sedangkan data non spasial adalah data yang menyimpan atribut dari kenampakan-kenampakan permukaan bumi tersebut (Wibowo,2015).

SIG bisa dimanfaatkan dalam meringankan pekerjaan dalam mendapatkan data yang telah diproses oleh sistem dan tersimpan di sistem computer. Sub systems dalam SIG ini merelasikan data spasial dengan data non spasial, sehingga *user* bisa mengolah data tersebut sesuai peruntukannya seperti membuat peta, *overlay* berbagai macam peta, lalu kemudian mendapatkan informasi dari data yang diolah tersebut (Sujatmoko *dkk.*, 2022)

Sistem informasi geografis dapat digunakan untuk mendeskripsikan obyek, fenomena atau proses yang terjadi dipermukaan bumi prinsip dasar sistem informasi geografis (SIG) adalah setiap data spasial/geografis berkaitan dengan letak (positions) dan atribut. Data yang berkaitan dengan letak geografis digambarkan sebagai titik (point), garis (arc) dan area (poligon). Sedangkan atribut menerangkan fenomena yang menyertai titik, garis dan poligon tersebut (Harjadi, 2010).

## **2.5 Model SWAT (Soil Water Assessment Tool)**

*Soil and Water Assessment Tool* (SWAT) merupakan salah satu model hidrologi yang dikembangkan untuk melakukan prediksi dampak dari manajemen lahan pertanian terhadap air, sedimentasi dan jumlah bahan kimia pada suatu area DAS dengan mempertimbangkan variasi jenis tanahnya, tata guna lahan, serta kondisi manajemen suatu DAS setelah melalui periode yang lama (Neitsc *dkk.*, 2011) SWAT sendiri adalah model yang dikembangkan oleh Dr. Jeff Arnold pada awal tahun 1990-an untuk pengembangan *Agricultural Research Service* (ARS) dari USDA.

SWAT digunakan untuk memperkirakan dengan model fisik yaitu memperhitungkan data seperti iklim, sifat tanah, topografi, tutupan lahan dan manajemen, dan menghasilkan output dengan menggunakan persamaan hidrologi umum (M. Pikounis, *dkk.*, 2003). SWAT mudah digunakan dan telah diterapkan untuk DAS di banyak negara, wilayah dan daerah penelitian meliputi penelitian hidrologi, migrasi polutan, dampak perubahan iklim, sensitivitas, kalibrasi dan analisis ketidakpastian (Zhang *dkk.*, 2011). Hal tersebut sejalan dengan Varanou,

dkk.(2002) bahwa SWAT dapat digunakan untuk mengetahui siklus air harian yang lebih rinci dan kompleks yang dikembangkan untuk menilai dampak jangka panjang dari penggunaan lahan dan pengelolaan pada DAS sehingga dengan demikian memberikan pendekatan yang lebih holistic untuk hasil air.

Model SWAT dianggap sebagai salah satu model yang paling cocok untuk memprediksi dampak jangka panjang melalui tindakan pengelolaan di atas lahan, air, sedimen dan hasil kimia pertanian (hilangnya nutrisi) di daerah aliran sungai dengan tanah yang kompleks, kondisi penggunaan dan manajemen lahan (Ullrich, dkk., 2009). SWAT telah berhasil diterapkan diseluruh dunia untuk memecahkan berbagai proses termasuk aliran sungai, perubahan iklim, erosi dan sedimentasi, pencemaran sumber non-point pertanian, sumberdaya air dan pengelolaan lahan (Zhu H. dkk., 2015). Model SWAT digunakan sebagai alat untuk mendukung GIS dan karena potensinya yang berkaitan dengan isu perubahan iklim, perencanaan wilayah, pengelolaan daerah aliran sungai, konservasi sumberdaya alam dan lain-lain, menunjukkan bahwa hal tersebut sangat membantu dalam memberikan masukan dalam pengambilan keputusan (Paraza-Castro M., dkk.,2015)

SWAT biasanya beroperasi pada langkah harian dengan membagi DAS menjadi Sub DAS, selanjutnya dibagi menjadi satu atau lebih *hydrologic response units* (HRU). Setiap HRU terdiri dari jenis tanah, kemiringan lereng dan tata guna lahan (Serpa dkk., 2015). Model SWAT membutuhkan data berikut : *digital elevation model* (DEM), penggunaan lahan, jenis tanah, dan data iklim harian untuk mensimulasikan model (Omran, 2019).

Output SWAT terangkum dalam file-file yang terdiri dari file HRU, SUB, dan RCH. File RHU berisikan output dari masing-masing HRU, sedangkan SUB berisikan output dari masing-masing Sub DAS dan RCH merupakan output dari 12 masing-masing sungai utama pada setiap Sub DAS. Informasi output pada file SUB dan file HRU adalah luas area (AREA km<sup>2</sup>), jumlah curah hujan (PRECIP mm), evapotranspirasi aktual (ET mm H<sub>2</sub>O), kandungan air (SW), aliran permukaan (SURW mm) aliran lateral (LATQ), aliran dasar (CWQ), hasil sedimen (SED ton/ha) (Adrionita, 2011).