

SKRIPSI

**ANALISIS ALIRAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN
MODEL SWAT (*Soil Water Assessment Tool*)
DI SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI MALINO
DAERAH ALIRAN SUNGAI JENEBERANG**

Disusun dan diajukan oleh

BUNGA SARI IRIYANTO

M111 16 320



**PROGRAM STUDI KEHUTANAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS ALIRAN PERMUKAAN MENGGUNAKAN MODEL SWAT (SOIL WATER ASSESSMENT TOOL) DI SUB DAERAH ALIRAN SUNGAI MALINO DAERAH ALIRAN SUNGAI JENEBERANG

Disusun dan diajukan oleh

BUNGA SARI IRIYANTO

M111 16 320

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 08 Februari 2021 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. Forest, Muhammad Alif K.S., S.Hut., M.Si
NIP. 19770831200812 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bunga Sari Iriyanto
NIM : M11116320
Program Studi : Kehutanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul

Analisis Aliran Permukaan Menggunakan Model SWAT (Soil Water Assessment Tool) di Sub Daerah Aliran Sungai Malino Daerah Aliran Sungai Jeneberang

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan 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, 18 Februari 2021

Yang menyatakan



Bunga Sari Iriyanto

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan rahmat-Nya sehingga skripsi dengan judul **“Analisis Aliran Permukaan Menggunakan Model SWAT (*Soil Water Assesment Tool*) di Sub Daerah Aliran Sungai Malino Daerah Aliran Sungai Jeneberang”** dapat terselesaikan.

Penyelesaian penyusunan skripsi ini dapat terjadi karena bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, dihanturkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu khususnya kepada Andang Suryana Soma, S.Hut., M.P., Ph.D., dan Wahyuni, S.Hut., M.Hut., selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah mencurahkan tenaga, waktu dan pikiran dalam mengarahkan dan membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Prof.Dr.Ir.Daud Malamassam,M.Agr., dan Ir.Adrayanti Sabar, S.Hut, MP.IPM., selaku penguji atas segala saran, koreksi dan perbaikan demi kesempurnaan skripsi ini.

Rasa hormat dan ucapan terima kasih yang tulus juga penulis sampaikan kepada seluruh staf pengajar Bapak/Ibu dosen beserta staf tata usaha Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bimbingan serta pengetahuan selama menempuh pendidikan.

Secara khusus, ucapan terima kasih dan rasa hormat penulis sampaikan kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta Iriyanto dan Arni Djamain atas doa, kerja keras dan usahanya dalam membesarkan dan membimbing putri tunggalnya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Terima kasih kepada saudara dan saudari L16NUM atas kebersamaannya selama ini. Terima kasih juga kepada semua saudara seperjuangan se-lab DAS “Watershed 27” terkhusus (Riska Sariyani, Dandy Rachmat, Tri Alma Putri, Agnes Sarce, Musdalifah, Rahmatia, Fajriansyah, Tri Aprilia, Nur Ikhwan, Fathan) yang senantiasa mendukung dan membantu penulis. Selain itu penulis juga berterima kasih kepada partner diskusi tentang segala hal Sahrul Muslim S.T., yang menemani dan membantu penulis dalam proses menuju S.Hut.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan walau penulis telah berusaha untuk menyempurnakan

penulisan skripsi ini. Maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk demi penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan khususnya kepada penulis tersendiri.

Makassar, Januari 2021

Penulis

ABSTRAK

Bunga Sari Iriyanto (M111 16 320). Analisis Aliran Permukaan Menggunakan Model SWAT (*Soil Water Assessment Tool*) di Sub Daerah Aliran Sungai Malino Daerah Aliran Sungai Jeneberang dibawah bimbingan Andang Suryana Soma dan Wahyuni.

Aliran permukaan merupakan air yang tidak dapat masuk kedalam tanah akibat kejenuhan tanah yang menghambat proses infiltrasi. Oleh karena itu, penggunaan model sangat dibutuhkan untuk membantu memprediksi proses-proses yang terjadi di dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Salah satu model yang dapat digunakan adalah model SWAT (*Soil Water Assesement Tool*) dengan tujuan dapat menganalisis aliran permukaan dan pengaruh tutupan lahan terhadap besarnya aliran permukaan. Sub DAS Malino merupakan salah satu Sub DAS dari DAS Jeneberang yang terletak di Kabupaten Gowa. Parameter yang digunakan dalam metode SWAT diantaranya yaitu (1) Peta RBI, (2) Citra Sentinel-2B , (3) Peta Jenis Tanah , (4) Citra DEMNAS dan (5) Data Iklim. Hasil penelitian menunjukkan total aliran permukaan pada Sub DAS Malino DAS Jeneberang sebesar 491,5 mm atau 25,02% dari total curah hujan yang terjadi di sub DAS Malino DAS Jeneberang dan setelah dihitung koefisien limpasannya, Sub DAS Malino DAS Jeneberang berada pada kondisi sedang serta penutupan lahan yang memberikan kontribusi paling besar terhadap aliran permukaan adalah pemukiman, pertanian lahan kering campur semak dan juga sawah sebesar 24%, 20% dan 17%. Pemukiman sebagian besar berada pada bagian tengah Sub DAS Malino dan sebagian kecil lainnya berada pada hilir Sub DAS sedangkan pertanian lahan kering campur semak dan sawah berada pada hulu, tengah dan hilir Sub DAS Malino. Hasil identifikasi potensi aliran permukaan di Sub DAS Malino DAS Jeneberang menunjukkan bahwa Desa Pattapang dan Desa Malino merupakan daerah dengan potensi terbesar sebagai penyumbang aliran permukaan.

Kata kunci : Sub DAS Malino, Aliran Permukaan, SWAT

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	vi
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.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Daerah Aliran Sungai	3
2.2. Aliran Permukaan dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi.....	7
2.3. SWAT.....	9
III. METODE PENELITIAN.....	11
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.3. Alat dan Bahan	11
3.4. Prosedur Penelitian.....	13
3.3.1. Tahap Persiapan dan Pengumpulan Data.....	13
3.3.2. Tahap Observasi.....	15
3.3.3. Analisis Pengolahan Data Model SWAT.....	15
3.3.4. Kerangka Pikir Penelitian	16
IV. KEADAAN UMUM LOKASI	17
4.1. Letak dan Luas	17
4.2. Kondisi Iklim.....	18
4.3. Kelerengan.....	19
4.4. Jenis Tanah.....	20
4.5. Penutupan Lahan	21
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	22

5.1.	Deliniasi Batas Sub DAS.....	22
5.2.	Input Data Swat	22
5.2.1.	Data Spasial.....	22
5.2.2.	Data Teks	24
5.3.	Pengolahan Data dan Simulasi SWAT	24
5.4.	Analisis Aliran Permukaan.....	25
5.4.1.	Pengaruh Curah Hujan Terhadap-Aliran Permukaan	27
5.5.	Analisis Pengaruh Tutupan Lahan terhadap Aliran Permukaan.....	28
5.6.	Koefisien Limpasan (C)	30
VI.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
6.1.	Kesimpulan.....	32
6.2.	Saran.....	32
	DAFTAR PUSTAKA	33

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 1.	<i>Confusion Matrix</i>	14
Tabel 2.	Rincian Luas berdasarkan Data Administrasi Desa Sub DAS Malino ...	18
Tabel 3.	Data Curah Hujan Sub DAS Malino Tahun 2010-2019	18
Tabel 4.	Jumlah Bulan Basah, Bulan Lembab dan Bulan Kering Sub DAS Malino pada Tahun 2010-2019.....	19
Tabel 5.	Rincian Luas berdasarkan Kelas Lereng Sub DAS Malino.....	19
Tabel 6.	Rincian Jenis Tanah berdasarkan Kelas Lereng Sub DAS Malino.....	20
Tabel 7.	Penutupan Lahan Sub DAS Malino	21
Tabel 8.	Luas Sub-sub DAS Malino	22
Tabel 9.	Data Aliran Permukaan, Curah Hujan dan Jumlah Air berdasarkan Sub- sub DAS yang dihasilkan Model SWAT Tahun 2019	26
Tabel 10.	Rincian Aliran Permukaan berdasarkan Tutupan Lahan Sub DAS Malino Tahun 2019	29
Tabel 11.	Klasifikasi Koefisien Limpasan (C) Tahunan.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 1.	Segitiga Tekstur Tanah.....	6
Gambar 2.	Peta Lokasi Penelitian	11
Gambar 3.	Prosedur Penelitian.....	16
Gambar 4.	Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	17
Gambar 5.	Hasil Simulasi Kondisi Hidrologi Sub DAS Malino	25
Gambar 6.	Peta Aliran Permukaan.....	27
Gambar 7.	Grafik Perbandingan Curah Hujan dan Aliran Permukaan Tahun 2019	28
Gambar 8.	Peta Aliran Permukaan berdasarkan Tutupan Lahan	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Peta Desa Sub DAS Malino.....	35
Lampiran 2.	Peta Kelas Lereng Sub DAS Malino	36
Lampiran 3.	Peta Jenis Tanah Sub DAS Malino.....	37
Lampiran 4.	Peta Penutupan Lahan Sub DAS Malino.....	38
Lampiran 5.	Peta Deliniasi Batas DAS	39
Lampiran 6.	Karakteristik Tanah	39
Lampiran 7.	Pembangkit Data Iklim.....	42
Lampiran 8.	Tabel <i>Confusion Matrix</i>	43
Lampiran 9.	Dokumentasi Pengujian Sampel Tanah.....	44

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Degradasi lahan yang terjadi di Indonesia umumnya disebabkan oleh erosi air hujan. Erosi oleh pengaruh air hujan dapat menghilangkan lapisan permukaan tanah yang subur. Selain air hujan, faktor lain yang mempengaruhi erosi adalah sifat tanah, antara lain kadar bahan organik tanah, bobot isi dan tekstur. Dampak dari degradasi lahan akan menstimulasi besarnya aliran air permukaan yang memberi dampak pada pengurangan kapasitas resapan sehingga akan meningkatkan laju aliran permukaan yang dapat berpotensi menghasilkan banjir (Hanifah, 2016).

Pada siklus hidrologi, jatuhnya air hujan ke permukaan bumi merupakan sumber air yang dapat dipakai untuk keperluan makhluk hidup. Dalam siklus tersebut, secara alami air hujan yang jatuh ke permukaan bumi sebagian akan masuk ke dalam tanah dan sebagian lagi akan tertampung sementara dalam cekungan menjadi aliran permukaan. Aliran permukaan berasal dari kelebihan infiltrasi, hal ini terjadi bila intensitas hujan yang besar melebihi laju infiltrasi (Hutomo, 2017).

Aliran permukaan merupakan air yang tidak dapat masuk ke dalam tanah akibat kejenuhan tanah yang menghambat proses infiltrasi. Apabila kapasitas infiltrasi lebih kecil daripada curah hujan maka akan terjadi aliran permukaan yang selanjutnya menyebabkan banjir (Staddal, 2016). Aliran permukaan merupakan faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan konservasi sumber daya lahan (Sudira dkk., 2002). Kegiatan konservasi lahan pada prinsipnya adalah melakukan manipulasi terhadap tata guna lahan yang pada akhirnya mempengaruhi hasil air (*wateryield*) suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). DAS mempunyai karakteristik yang spesifik dan berkaitan erat dengan unsur utamanya seperti tanah, tata guna lahan, topografi dan kemiringan sungai (Asdak, 2010). Aliran permukaan yang dihasilkan merupakan efek gabungan dari penggunaan lahan dan tindakan konservasi lahan. Efek konservasi terhadap hasil air memerlukan waktu sehingga diperlukan model hidrologi untuk memprediksi

kontribusi aliran permukaan pada tiap tutupan lahan pada suatu DAS (Ismawardi dkk., 2003).

Sub DAS Malino merupakan salah satu Sub DAS dari DAS Jeneberang. Secara administrasi sub DAS ini terletak di Kecamatan Tinggi Moncong Kabupaten Gowa dan memiliki luas 8.683 ha atau sekitar 10,96% dari luas DAS Jeneberang Kementerian Kehutanan, 2012 dalam (Ashab, 2014). Pertambahan jumlah penduduk akan mendorong masyarakat untuk melakukan alih fungsi lahan yang awalnya hutan menjadi lahan pertanian pada Sub DAS Malino (Ashab, 2014). Farida dan Noordwijk (2004) mengatakan bahwa alih fungsi lahan mempengaruhi fungsi hidrologi DAS terutama fungsi tata air dalam ekosistem DAS.

Perubahan penutupan lahan menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kondisi hidrologis. Intensitas hujan yang tinggi merupakan salah satu penyebab terjadinya debit sungai yang tinggi. Debit sungai yang tinggi ini berdampak dalam terjadinya banjir. Oleh karena itu, penggunaan model sangat dibutuhkan untuk membantu memprediksi proses-proses yang terjadi di dalam suatu DAS. Salah satu model yang dapat digunakan dan telah banyak digunakan di Indonesia adalah *Soil and Water Assessment Tool* (SWAT). Model SWAT dapat menganalisis aliran permukaan secara spasial sehingga daerah yang menghasilkan aliran permukaan terbesar akan diketahui dan lebih mudah untuk dilakukan penanganan lebih dini.

1.2. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis aliran permukaan di Sub DAS Malino DAS Jeneberang
2. Menganalisis pengaruh tutupan lahan terhadap besarnya aliran permukaan di Sub DAS Malino DAS Jeneberang.

Kegunaan dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan bahan masukan bagi instansi terkait yang berhubungan dengan program pengelolaan DAS Jeneberang secara umum dan sub DAS Malino secara khusus.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Aliran Sungai

Konsep daerah aliran sungai atau yang sering disingkat dengan DAS merupakan dasar dari semua perencanaan hidrologi. Mengingat DAS yang besar pada dasarnya tersusun dari DAS-DAS kecil dan DAS kecil ini juga tersusun dari DAS-DAS yang lebih kecil lagi. Secara umum DAS dapat didefinisikan sebagai suatu wilayah yang dibatasi oleh batas alam seperti punggung-punggung bukit atau gunung, maupun batas buatan seperti jalan atau tanggul, dimana air hujan yang turun di wilayah tersebut memberi kontribusi aliran ke titik control (*outlet*) (Suripin, 2001).

Daerah Aliran Sungai (DAS) yang merupakan daerah tangkapan air yang menjadi salah satu bagian penting dalam mendukung ketersediaan air di suatu wilayah (Tanika dkk., 2013). Daerah Aliran Sungai (DAS) 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 laut secara alami yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas di daratan (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 2004). Sedangkan, Sub DAS adalah bagian DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama (Peraturan Menteri Kehutanan RI No P.39/Menhut-II/2009 2009).

Pengelolaan DAS merupakan masalah serius karena meningkatnya luas lahan kritis sebagai dampak dari pengelolaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuannya dan perubahan pola penggunaan lahan bervegetasi (Nurdin dkk., 2014). Pengelolaan DAS diartikan sebagai upaya manusia di dalam mengendalikan hubungan timbal balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya sehingga terjadi keserasian ekosistem serta dapat meningkatkan kemanfaatan bagi manusia (Departemen Kehutanan, 2001). Tujuan pengelolaan DAS adalah untuk mewujudkan kondisi lingkungan yang baik sesuai dengan peruntukkan dan kemampuannya dari sumberdaya alam

sehingga mampu memberikan manfaat secara maksimum dan berkesinambungan (Departemen Kehutanan, 2006).

Ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terdiri atas komponen-komponen yang saling berintegrasi sehingga membentuk suatu kesatuan. Sistem tersebut mempunyai sifat tertentu tergantung pada jumlah dan jenis komponen yang menyusunnya. Besar-kecilnya ukuran ekosistem tergantung pada pandangan dan batas yang diberikan pada ekosistem tersebut (Asdak 2010).

Asdak (2010) menyatakan bahwa komponen-komponen DAS terdiri dari vegetasi, tanah, sungai dan manusia dengan segala aktivitasnya.

a. 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. Oleh karena kebutuhan manusia akan pangan, sandang dan permukiman, maka semua tanah tidak dapat dibiarkan tertutup hutan dan padang rumput (Arsyad, 2010).

Styczen dan Morgan (1995) dalam Arsyad (2010) menyatakan bahwa vegetasi mempengaruhi siklus hidrologi melalui pengaruhnya terhadap air hujan yang jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi, ke tanah dan batuan di bawahnya. Oleh karena itu, vegetasi mempengaruhi volume air yang masuk ke sungai dan danau, ke dalam tanah dan cadangan air bawah tanah. Bagian vegetasi yang ada di atas 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 atas sistem perakaran, meningkatkan kekuatan mekanik tanah.

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).

b. Tanah

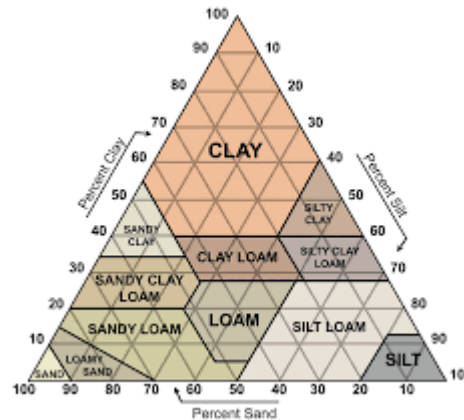
Tanah adalah suatu benda alami heterogen yang terdiri atas komponen-komponen padat, cair dan gas yang mempunyai sifat dan perilaku yang dinamik. Ilmu tanah memandang tanah dari dua konsep utama, yaitu sebagai hasil pelapukan bahan induk melalui proses biofisika kimia dan sebagai habitat tumbuhan (Arsyad, 2010).

Berbagai tipe tanah mempunyai kepekaan terhadap erosi yang berbeda-beda. Kepekaan erosi tanah atau mudah tidaknya tanah tererosi adalah fungsi berbagai interaksi sifat-sifat dan kimia tanah. Sifat-sifat fisik dan kimia tanah yang mempengaruhi erosi adalah (1) sifat-sifat tanah yang mempengaruhi infiltrasi, permeabilitas dan kapasitas menahan air dan (2) sifat-sifat tanah yang mempengaruhi ketahanan struktur tanah terhadap dispersi dan penghancuran agregat tanah oleh tumbukan butir-butir hujan dan aliran permukaan (Arsyad, 2010).

Sifat fisik tanah terdiri dari partikel-partikel mineral dan organik dengan berbagai ukuran. Partikel-partikel tersebut tersusun dalam bentuk matriks yang pori-porinya kurang lebih 50% sebagian terisi oleh air dan sebagian terisi oleh udara. Secara esensial, semua penggunaan tanah dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik tanah. Dalam kaitannya dengan konservasi tanah dan air, sifat fisik tanah yang berpengaruh meliputi ; tekstur, struktur, infiltrasi dan kandungan bahan organik (Suripin 2004).

Tekstur tanah merupakan satu-satunya sifat fisik tanah yang tetap dan tidak mudah diubah oleh tangan manusia. Tekstur tanah dikelompokkan atas berbagai kelas berdasarkan perbandingan antara pasir, debu dan liat seperti dilihat pada Gambar 1. Erosi dapat menyebabkan berubahnya tekstur tanah karena terkikisnya tanah lapisan permukaan atau diendapkannya tanah yang terkikis dari tempat lain yang lebih tinggi sehingga adanya perbedaan kelerengan juga memungkinkan terjadinya perbedaan tekstur tanah, dimana pada kelerengan curam fraksi liat mulai berkurang karena sebagian telah terbawa menuju ke lereng di bawahnya oleh aliran permukaan pada saat terjadinya hujan. Batang, ranting dan kerapatan tajuk pohon berkayu berperan menghalangi tumbukan air hujan secara langsung ke permukaan tanah sehingga mencegah hancurnya agregat tanah.

Sistem akar-akaran secara fisik mengikat atau menahan partikel tanah, sedangkan bagian yang berada di atas tanah menyaring sedimen ke luar aliran permukaan (Hardiyatmo, 2002).



Gambar 1. Segitiga Tekstur Tanah

c. Sungai

Sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkannya ke laut. Sungai dapat juga digunakan dalam berbagai aspek seperti pembangkit tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan dan lain-lain. Dalam bidang pertanian, sungai berfungsi sebagai sumber air yang penting untuk irigasi.

Air sungai berasal dari hujan yang masuk ke dalam sungai dalam bentuk aliran permukaan, aliran air bawah permukaan, air bawah tanah dan butir-butir air hujan yang langsung jatuh di permukaan sungai. Debit aliran sungai akan naik setelah terjadi hujan yang cukup, kemudian akan turun kembali setelah hujan selesai (Arsyad, 2010).

d. Manusia dan Segala Aktivitasnya

Pertumbuhan manusia yang cepat menyebabkan perbandingan antara jumlah penduduk dengan lahan pertanian tidak seimbang. Hal ini telah menyebabkan kepemilikan lahan semakin sempit. Keterbatasan lapangan kerja dan kendala keterampilan yang terbatas telah menyebabkan kecilnya pendapatan petani. Keadaan tersebut seringkali mendorong sebagian petani merambah hutan dan lahan yang tidak produktif lainnya sebagai lahan pertanian (Asdak 2010).

Perambahan hutan untuk kegiatan pertanian telah meningkatkan koefisien air larian, yaitu meningkatkan jumlah air hujan menjadi air larian, dan dengan

demikian, meningkatkan debit sungai. Perambahan hutan juga mengakibatkan hilangnya serasah dan humus yang dapat menyerap air hujan. Dalam skala besar, dampak kejadian tersebut adalah terjadi gangguan perilaku aliran sungai. Pada musim hujan debit air sungai meningkat tajam, sedangkan pada musim kemarau debit air sangat rendah. Dengan demikian, akan terjadi resiko banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau meningkat (Asdak 2010).

2.2. Aliran Permukaan dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi

Aliran permukaan (*run-off*) adalah bagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah menuju ke sungai, danau dan laut. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah ada yang masuk ke dalam tanah atau disebut air infiltrasi. Sebagian lagi tidak sempat masuk ke dalam tanah dan oleh karenanya mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah. Ada juga bagian air hujan yang telah masuk ke dalam tanah terutama pada tanah yang hampir atau telah jenuh. Air tersebut keluar ke permukaan tanah lagi dan lalu mengalir ke bagian yang lebih rendah. Kedua fenomena aliran air permukaan yang disebut terakhir tersebut disebut aliran permukaan (Asdak, 2010).

Aliran permukaan adalah air yang mengalir di atas permukaan tanah atau bumi. Bentuk aliran inilah yang paling penting sebagai penyebab erosi. Dalam bahasa Inggris dikenal kata *runoff* yang berarti bagian air hujan yang mengalir ke sungai atau saluran, danau atau laut, berupa aliran di atas permukaan tanah atau aliran di bawah permukaan tanah. Akan tetapi, di dalam hidrologi istilah *runoff* digunakan untuk aliran di atas permukaan tanah bukan aliran di bawah permukaan tanah (Arsyad 2010). Aliran permukaan berasal dari kelebihan infiltrasi, hal ini terjadi bila intensitas hujan yang besar melebihi laju infiltrasi. Menurut Sinukaban (2007), laju infiltrasi merupakan banyaknya air per satuan waktu yang masuk melalui permukaan tanah, dinyatakan dalam mm/jam atau cm/jam. Konversi lahan dapat menimbulkan perubahan karakteristik hidrologi yang berkaitan dengan kapasitas infiltrasi. Pengurangan kapasitas infiltrasi akan menyebabkan kenaikan bagian hujan yang beralih menjadi aliran permukaan.

Menurut (Asdak 2010), bagian penting dari aliran permukaan yang perlu diketahui dalam kaitannya dalam rancang bangun pengendali aliran permukaan

adalah besarnya debit puncak (*peak flow*), waktu tercapainya debit puncak, volume dan penyebaran aliran permukaan. Sebelum air dapat mengalir di atas permukaan tanah, curah hujan harus terlebih dahulu memenuhi keperluan air untuk evaporasi, intersepsi, infiltrasi, berbagai bentuk cekungan air (*surface detentions*) dan bentuk penampung air lainnya. Aliran permukaan berlangsung ketika jumlah curah hujan melampaui laju infiltrasi air ke dalam tanah. Setelah laju infiltrasi terpenuhi, air mulai mengisi cekungan-cekungan pada tanah permukaan. Setelah pengisian air pada cekungan tersebut selesai, air kemudian dapat mengalir di atas permukaan tanah dengan bebas. Ada bagian aliran permukaan yang berlangsung agak cepat untuk selanjutnya membentuk aliran debit. Namun, ada juga aliran permukaan yang telah melewati cekungan-cekungan permukaan tanah yang memerlukan waktu beberapa hari atau bahkan beberapa minggu sebelum akhirnya menjadi aliran debit. Kondisi aliran air permukaan yang berbeda akan menentukan bentuk dan besaran hidrograf aliran (bentuk hubungan grafis antara debit dan waktu) suatu daerah aliran sungai.

Komponen hidrologi yang terkena dampak kegiatan pembangunan di dalam DAS meliputi koefisien aliran permukaan, koefisien regim sungai, nisbah debit maksimum-maksimum, kadar lumpur atau kandungan sedimen layang sungai, laju, frekuensi dan periode banjir serta keadaan air tanah. Koefisien aliran permukaan yang biasa diberi notasi C merupakan bilangan yang menyatakan perbandingan antara besarnya aliran permukaan terhadap jumlah curah hujan. Sebagai contoh $C = 0,65$ artinya 65% dari curah hujan akan mengalir secara langsung sebagai aliran permukaan (*surface run off*). Nilai C yang kecil menunjukkan kondisi DAS masih baik, sebaliknya C yang besar menunjukkan DAS-nya sudah rusak. Nilai terbesar C sama dengan 1 (Suripin, 2001).

Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat aliran permukaan yang pertama adalah curah hujan dengan jumlah intensitas dan distribusi sebagai parameter, yang kedua temperatur, ketiga tanah dengan tipe, jenis sub stratum dan topografi sebagai parameter, kemudian yang keempat yaitu luas dari daerah aliran, sebagaimana diketahui bahwa laju aliran permukaan akan lebih rendah pada lahan yang luas penutupan tanahnya besar dibanding dari lahan yang luas penutupannya kecil, selanjutnya kelima adalah tanaman atau tumbuhan penutup tanah dan yang

terakhir adalah sistem pengelolaan tanah (Arsyad, 2010). Sedangkan dari penelitian Martua (2006), serasah berpengaruh menurunkan aliran permukaan pada hutan pegunungan Lau Kawar. Faktor-faktor seperti kelerengan dan ketebalan humus juga berpengaruh dalam besar-kecilnya aliran permukaan yang terjadi.

2.3. SWAT

SWAT merupakan model terdistribusi yang terhubung dengan SIG (Sistem Informasi Geografis) dan mengintegrasikan dengan DSS (*Decision Support System*). Model SWAT dioperasikan pada interval waktu harian dan dirancang untuk memprediksi dampak jangka panjang dari praktek pengelolaan lahan terhadap sumberdaya air, sedimen dan hasil agrochemical pada DAS besar dan kompleks dengan berbagai skenario tanah, penggunaan lahan dan pengelolaan berbeda (Pawitan, 2004). SWAT memungkinkan sejumlah proses fisik yang berbeda untuk disimulasikan pada suatu DAS.

Model SWAT berbasis fisik, efisien secara komputerisasi dan mampu membuat simulasi untuk jangka waktu yang panjang. Komponen utama model adalah iklim, tanah, tutupan lahan termasuk pola tanam dan pengelolaan tanaman, kelerengan, suhu dan curah hujan. Dalam SWAT, DAS dibagi menjadi beberapa subbasin yang kemudian dibagi lagi ke dalam unit respon hidrologi (*Hydrologic Response Units = HRU*) yang memiliki karakteristik tutupan lahan, kelerengan dan tanah yang homogen. HRU didistribusikan pada subbasin secara spasial dalam simulasi SWAT (Neitsch dkk., 2011).

Untuk prediksi secara akurat terhadap debit dan sedimen, siklus hidrologi yang disimulasikan oleh model harus dikonfirmasi dengan proses yang terjadi di dalam DAS. Simulasi hidrologi DAS dapat dipisahkan menjadi dua bagian utama. Bagian pertama adalah siklus hidrologi dari fase lahan, yang mana fase lahan pada siklus hidrologi mengontrol jumlah air, sedimen, unsur hara dan pestisida yang bergerak menuju saluran utama pada masing-masing Sub DAS. Bagian kedua adalah fase air atau penelusuran dari siklus hidrologi yang dapat didefinisikan sebagai pergerakan air, sedimen dan lainnya melalui jaringan sungai dalam DAS menuju ke *outlet* (Neitsch dkk., 2011).

Parameter input faktor iklim yang digunakan dalam SWAT adalah curah hujan harian, suhu udara maksimum dan minimum, data radiasi matahari, kelembaban relatif dan data kecepatan angin yang dapat diambil dari catatan pengukuran atau data observasi. Kelembaban relatif dan kecepatan angin diperlukan dalam menghitung evapotranspirasi yang terjadi. Input suhu maksimum dan minimum yang digunakan untuk memperhitungkan suhu tanah dan air harian. Output SWAT terangkum dalam file-file yang terdiri dari file HRU, SUB dan RCH. File HRU berisikan output dari masing-masing HRU, sedangkan SUB berisikan output dari masing-masing sub DAS dan RCH merupakan output dari masing-masing sungai utama pada setiap sub DAS. Informasi output pada file SUB dan file HRU adalah luas area (AREA km²), jumlah curah hujan (PRECIP mm), evapotranspirasi actual (ET mm H₂O), kandungan air (SW), aliran permukaan (SURQ mm) aliran lateral (LATQ), aliran dasar (GWQ) dan hasil sedimen (SED ton/ha) (Adrionita, 2011).