

**PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP
KONDISI DEBIT SUNGAI DI DAS MAMASA MENGGUNAKAN
MODEL SWAT**

ASRIANTO

G041191075



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP
KONDISI DEBIT SUNGAI DI DAS MAMASA
MENGUNAKAN MODEL SWAT**

**ASRIANTO
G041 19 1075**



Skripsi
Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian
Pada
Departemen Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP KONDISI DEBIT SUNGAI DI DAS MAMASA MENGUNAKAN MODEL SWAT

Disusun dan diajukan oleh

ASRIANTO

G041191075

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas
Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal 28 Juli 2023 dan dinyatakan telah
memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

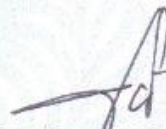
Pembimbing Utama :

Pembimbing Pendamping



Ir. Samsuar, S.TP., M.Si.

NIP. 19850709 201504 1 001



Dr. Ir. Daniel Useng, M. Eng., Sc.

NIP. 19620201 199002 1 002

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian



Diyah Yumeina, S.TP., M.Agr, Ph.D.

NIP. 19810129 200912 2 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Asrianto
NIM : G041191075
Program Studi : Teknik Pertanian
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Kondisi Debit Sungai di DAS Mamasa Menggunakan Model SWAT adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 20 Agustus 2023

Yang Menyatakan



(Asrianto)

ABSTRAK

ASRIANTO (G041191075). *Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Kondisi Debit Sungai di DAS Mamasa Menggunakan Model SWAT*. Pembimbing: SAMSUAR dan DANIEL USENG

Perubahan tutupan lahan yang terjadi pada suatu DAS akan mempengaruhi ekosistem pada wilayah tersebut. Model SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) adalah model yang dapat digunakan untuk memprediksi dampak penggunaan lahan terhadap air, sedimentasi dan jumlah bahan kimia pada suatu DAS. Wilayah DAS Mamasa merupakan salah satu sub DAS dari DAS Saddang dengan luas ± 105.253 ha. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan di DAS Mamasa dan dampaknya terhadap debit air di DAS Mamasa menggunakan model SWAT. Terdapat beberapa tahap yang dilakukan yaitu melakukan interpretasi citra untuk mendapatkan gambaran tutupan lahan pada tahun 2011, 2016 dan 2020 serta digunakan dalam pembentukan HRU (*Hydrology Response Unit*). Selanjutnya untuk *Running* SWAT dilakukan delineasi batas DAS, pendefinisian HRU, penggabungan data iklim dan HRU, *running* SWAT dan validasi. Hasil klasifikasi tutupan lahan dari 2011 ke 2016 menunjukkan penambahan hutan lahan sekunder sebanyak 4.896,68 ha (4,65%) dan penurunan semak belukar 9.500,60 ha (9,03%). Klasifikasi tutupan lahan 2016 ke 2020 menunjukkan hutan lahan kering sekunder berkurang 6.349,43 ha (6,03%), penambahan luas penggunaan lahan terjadi pada Sawah 3.141,92 ha (3%). Perubahan tutupan lahan tersebut menunjukkan ketersediaan air yang cenderung menurun dapat dilihat pada fluktuasi debit yang meningkat dari 16,50 menjadi 21,65 sesuai dengan hasil simulasi SWAT yang semakin meningkat dari 6,73 di tahun 2011 menjadi 9,93 pada tahun 2020. Hasil validasi model SWAT tahun 2011 menunjukkan nilai *Nash-Sutcliffe Efficiency* (NSE) sebesar 0,58 dan R^2 sebesar 0,61, hasil validasi tahun 2016 menunjukkan NSE sebesar 0,6 dan R^2 sebesar 0,68 dan validasi tahun 2020 NSE sebesar 0,6 dan R^2 sebesar 0,65. Ketiga validasi tersebut menunjukkan kategori memuaskan, sehingga model SWAT dapat digunakan dalam mensimulasikan debit DAS Mamasa.

Kata Kunci: Tutupan Lahan, Debit, SWAT, DAS Mamasa.

ABSTRACT

ASRIANTO (G041191075). *Effects of Land Cover Change on River Discharge Conditions in the Mamasa Watershed Using the SWAT Model*. Supervisors: SAMSUAR and DANIEL USENG

Land cover changes that occur in a watershed will affect the ecosystem in the area. The SWAT (Soil and Water Assessment Tool) model is a model that can be used to predict the impact of land use on water, sedimentation and the amount of chemicals in a watershed. The Mamasa watershed is one of the sub-watersheds of the Saddang watershed with an area of $\pm 105,253$ Ha. This research aims to determine land cover changes in the Mamasa watershed and its impact on water discharge in the Mamasa watershed using SWAT model. There are several stages carried out, namely image interpretation to get a picture of land cover in 2011, 2016 and 2020 and used in the formation of HRU (Hydrology Response Unit). Furthermore, for SWAT Running, watershed boundary delineation, HRU definition, merging of climate and HRU data, SWAT running and validation are carried out. The results of land cover classification from 2011 to 2016 showed an increase in secondary land forest of 4,896.68 ha (4.65%) and a decrease in shrubs of 9,500.60 ha (9.03%). The 2016 to 2020 land cover classification shows secondary dryland forest decreased by 6,349.43 ha (6.03%), the increase in land use area occurred in rice fields 3,141.92 ha (3%). The change in land cover shows that water availability tends to decrease, which can be seen in the increasing fluctuation of discharge SWAT simulation results from 6.73 in 2011 to 9.93 m³/s in. The 2011 SWAT model validation results showed a Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) value of 0.58 and R² 0.61, the 2016 validation results showed NSE 0.6 and R² 0.68 and 2020 validation NSE 0.6 and R² 0.65. The three validations show a satisfactory category, so that the SWAT model can use in simulating the Mamasa watershed discharge.

Keywords: Land Cover, Discharge, SWAT, Mamasa Watershed.

PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Penulis menyadari bahwa dengan selesainya penulisan skripsi ini tidak lepas dari doa dan dukungan, bantuan serta semangat dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ayah **Lantong** dan Ibu **Hani**, atas setiap doa yang senantiasa selalu dipanjatkan di setiap sujudnya, nasehat, motivasi yang selalu membuat penulis selalu semangat dan pantang menyerah serta dukungan dan pengorbanan keringat yang diberikan kepada penulis mulai dari kecil hingga penulis sampai ketahap ini.
2. **Ir. Samsuar, S.TP., M.Si.** dan **Dr. Ir. Daniel Useng, M.Eng., Sc.** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran, kritikan, petunjuk dan segala arahan yang telah diberikan dari tahap penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi selesai.
3. **Dr. Ir. Sitti Nur Faridah, MP.** dan **Dr. Ir. Iqbal, S.TP., M.Si., IPM.** yang telah meluangkan waktunya untuk menjadi penguji saya agar penulisan skripsi saya jauh lebih baik dari sebelumnya.
4. **Ir. Samsuar, S.TP., M.Si., Dr. Ir. Mahmud Achmad, MP. Dr. Suhardi S.TP., MP.,** dan **Husnul Mubarak, S.TP., M.Si.** yang telah mengikut sertakan saya dalam kegiatan *project* sehingga memberikan kepada saya pengalaman yang sangat berharga.
5. Segenap teman-teman **HIMAGER** dan **TOUR GANK** yang memberikan dukungan dan bantuan terkhusus untuk **Ansar** dan **A. Refi Mustaqim** yang telah meminjamkan laptopnya kepada saya untuk mengerjakan penelitian saya. Serta teman seperjuangan **A. Muhammad Ilham** dan **Sulhikmah Ramadhan** yang telah membantu dalam proses pengerjaan dokumen wisuda.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas segala kebaikan mereka dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 20 Agustus 2023

Asrianto

RIWAYAT HIDUP



ASRIANTO, lahir di Pinrang 20 November 2002, dari pasangan bapak Lantong dan ibu Hani, anak ketiga dari tiga bersaudara. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan di SD Inpres Tansie, pada tahun 2007-2013.
2. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah pertama di SMP Negeri 2 Cempa pada tahun 2013-2016.
3. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas di SMA Negeri 9 Pinrang, pada tahun 2016 sampai tahun 2019
4. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian pada tahun 2019

Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi daerah sebagai anggota Badan Pengurus Harian (BPH KMP UNHAS) periode 2020/2021. Penulis juga aktif menjadi asisten praktikum Ilmu Ukur Wilayah (2021 & 2022) dan praktikum Hidrologi Teknik (2022 & 2023). Penulis juga pernah ikut serta dalam *project* dosen yaitu Desain Drainase Perkebunan Tebu Pabrik Gula Bone, Camming dan Takalar.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERSANTUNAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan	2
2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Hidrologi.....	3
2.2 Debit	3
2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	4
2.4 Perubahan Tutupan Lahan	5
2.5 Citra Satelit.....	6
2.6 Klasifikasi Citra	7
2.7 SWAT (<i>Soil and Water Assesment Tool</i>).....	7
3. METODOLOGI PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Tempat.....	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.3 Prosedur Penelitian	10
3.4 Bagan Alir	14
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1 DAS Mamasa	15
4.2 Perubahan Tutupan Lahan	15
4.3 Peta Jenis Tanah	19
4.4 Peta Kemiringan Lereng.....	20

4.5 HRU (<i>Hydrology Response Unit</i>)	21
4.6 Debit Sungai.....	22
4.7 Simulasi dan Validasi	23
4.8 Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Debit Sungai	27
5. PENUTUP	29
Kesimpulan	29
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta lokasi penelitian.....	10
Gambar 2. Diagram alir penelitian	14
Gambar 3. Peta penggunaan lahan tahun 2011	16
Gambar 4. Peta penggunaan lahan tahun 2016	17
Gambar 5. Peta penggunaan lahan tahun 2020	18
Gambar 6. Peta jenis tanah	20
Gambar 7. Peta kemiringan lereng	20
Gambar 8. Peta <i>Hydrology Response Unit</i> (HRU)	21
Gambar 9. Hubungan debit dan curah hujan	23
Gambar 10. Perbandingan debit aktual dan simulasi tahun 2011	24
Gambar 11. Analisis regresi debit aktual dan simulasi tahun 2011	24
Gambar 12. Perbandingan debit aktual dan simulasi tahun 2016	25
Gambar 13. Analisis regresi debit aktual dan simulasi tahun 2016	25
Gambar 14. Perbandingan debit aktual dan simulasi tahun 2020	26
Gambar 15. Analisis regresi debit aktual dan simulasi tahun 2020	26
Gambar 16. Grafik debit aktual dan simulasi tahun 2011.....	33
Gambar 17. Grafik debit aktual dan simulasi tahun 2016.....	34
Gambar 18. Grafik debit aktual dan simulasi tahun 2020.....	35

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penggunaan lahan DAS Mamasa tahun 2011	16
Tabel 2. Penggunaan lahan DAS Mamasa tahun 2016	17
Tabel 3. Penggunaan lahan DAS Mamasa tahun 2020	18
Tabel 4. Perubahan tutupan lahan	19
Tabel 5. Klasifikasi jenis tanah	19
Tabel 6. Klasifikasi kemiringan lereng.....	20
Tabel 7. Data debit DAS Mamasa.....	23
Tabel 8. Hasil simulasi SWAT pada tiap kondisi tutupan lahan.....	27
Tabel 9. Data curah hujan stasiun di sekitar DAS Mamasa	36
Tabel 10. <i>Input</i> tutupan lahan pada model SWAT	37
Tabel 11. <i>Input</i> jenis tanah pada model SWAT	38
Tabel 12. Data debit observasi tahun 2011	39
Tabel 13. Data debit observasi tahun 2012	40
Tabel 14. Data debit observasi tahun 2013	41
Tabel 15. Data debit observasi tahun 2014.....	42
Tabel 16. Data debit observasi tahun 2015.....	43
Tabel 17. Data debit observasi tahun 2016.....	44
Tabel 18. Data debit observasi tahun 2017	45
Tabel 19. Data debit observasi tahun 2018.....	46
Tabel 20. Data debit observasi tahun 2019.....	47
Tabel 21. Data debit observasi tahun 2020.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Grafik Debit Simulasi dan Observasi.	33
Lampiran 2. Data Curah Hujan Setiap Stasiun	36
Lampiran 3. Tabel <i>Input</i> Tutupan Lahan pada SWAT	37
Lampiran 4. Jenis Tanah pada SWAT	38
Lampiran 5. Tabel Data Debit Observasi DAS Mamasa 2011-2020.	39

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

DAS (Daerah Aliran Sungai) menjadi suatu wilayah tangkapan air yang memiliki pengaruh besar terhadap ketersediaan air suatu daerah, sehingga pengelolaan DAS membutuhkan perencanaan yang baik. Ketersediaan air merupakan jumlah air yang dibutuhkan baik dalam kehidupan sehari-hari masyarakat atau dalam industri, dimana air tersebut berasal dari hujan, air tanah, air sungai dan danau. Pengelolaan DAS adalah salah satu cara untuk mengoptimalkan pemanfaatan tanah, vegetasi dan air untuk mengurangi dampak dari erosi kekeringan, meningkatkan hasil pertanian serta meningkatkan ketersediaan air.

DAS Mamasa adalah sub DAS dari DAS Saddang, dimana DAS saddang adalah salah satu DAS yang diprioritaskan untuk dilakukan pemulihan. Sungai mamasa terletak di dua provinsi yaitu Sulawesi Barat untuk bagian hulu dan Sulawesi Selatan untuk bagian hilir tepatnya di Kabupaten Pinrang. Pada tahun 2018 berdasarkan penentuan tutupan lahan Sub DAS Mamasa masih didominasi oleh pertanian lahan kering campur semak 49,64% (Dara, 2018). Hasil penentuan penutupan lahan pada tahun 2020 pada wilayah Sub DAS Mamasa, menunjukkan pembukaan lahan untuk pertanian lahan kering 60,32% sedangkan untuk jenis tutupan lahan hutan primer dan hutan sekunder yaitu 23,5%. Perubahan lahan yang terjadi tersebut tentu akan berdampak kepada masyarakat disekitar wilayah DAS Mamasa kedepannya (Selawati, 2022).

Dalam perencanaan penegelolaan DAS, perubahan tutupan lahan menjadi aspek yang perlu diperhatikan karena memiliki pengaruh terhadap kondisi hidrologi pada DAS bagian hulu dan hilir. Kondisi tutupan lahan yang optimal dan sifat biofisik DAS secara signifikan dapat mempengaruhi pengelolaan air pada DAS karena memiliki pengaruh terhadap debit puncak dan sedimentasi. Pengelolaan DAS yang buruk seperti terjadinya perubahan tutupan lahan yang terjadi pada suatu wilayah DAS dapat menyebabkan lahan-lahan terdegradasi karena kurangnya daerah resapan air sehingga menyebabkan tingginya tingkat erosi, aliran permukaan, banjir dan kekeringan di wilayah DAS (Salim et al., 2019).

SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) adalah *software* yang terintegrasi dengan *software* GIS, bersifat terbuka (*open source*) dan model tersebut telah dikembangkan dan digunakan di berbagai negara. *Software* SWAT dapat digunakan dalam melakukan analisis debit sungai terhadap suatu wilayah dengan data yang relevan dan representatif. Penggunaan model SWAT di Indonesia perlu dilakukan kalibrasi dan validasi yang sesuai dengan ketersediaan data sehingga *output* dari model dapat sesuai kondisi lapangan. Tahap tersebut penting dilakukan karena karakteristik dari setiap DAS bervariasi, sehingga perlu diperhitungkan standar deviasi dan efisiensi model (Rau et al., 2015)

Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan di DAS Mamasa dan dampaknya terhadap kondisi debit air di DAS tersebut.

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengetahui perubahan tutupan lahan di DAS Mamasa dan dampaknya terhadap debit air di DAS Mamasa menggunakan model hidrologi SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*).

Adapun kegunaan dari penelitian ini sebagai bahan informasi bagi pemerintah dalam upaya pengelolaan tutupan lahan untuk menjaga ketersediaan air di DAS Mamasa.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan siklus air yang tidak pernah berhenti dan berproses secara kontinyu. Air akan mengalami proses evaporasi dari lautan, danau, sungai, dan permukaan tanah ke atmosfer. Ketika di atmosfer uap air akan mengalami kondensasi dan jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan. Sebelum hujan tersebut sampai ke bumi, sebagian hujan mengalami evaporasi ke atmosfer, sedangkan air yang sampai ke bumi sebagian terintersepsi oleh vegetasi, masuk ke dalam tanah melalui permukaan (*infiltrasi*), mengalir sebagai aliran bawah permukaan (*subsurface flow*) dan aliran permukaan (*surface runoff*) menjadi debit. Air yang diinfiltrasi dapat terperkolasi ke lapisan tanah yang lebih dalam dan mengisi air bawah tanah, kemudian muncul sebagai mata air di sungai dan akhirnya kembali ke laut atau menguap ke atmosfer (Hamdan, 2010).

Dalam sistem DAS keseimbangan hidrologi adalah keseimbangan antara total masukan (*input*) dengan total *output*. Keseimbangan hidrologi dapat digambarkan sebagai hubungan antara hujan sebagai *input*, debit sebagai *output* dan karakteristik serta proses sebagai struktur sistemnya. *Output* dari sistem keseimbangan DAS tidak hanya terbatas pada debit, tetapi juga berupa zat kimia dan sedimen yang ikut terbawa aliran (Hamdan, 2010).

2.2 Debit

Debit air merupakan tinggi muka air sungai yang diukur menggunakan alat pengukur tinggi muka air sungai. Pengukuran tinggi muka air dilakukan setiap hari dengan kata lain debit merupakan laju aliran (volume air) yang mengalir pada suatu penampang sungai persatuan waktu. Dalam Satuan Internasional (SI) besaran debit dinyatakan dalam meter kubik per detik (m^3/s) (Maidah, 2018).

Debit aliran merupakan satuan yang dilakukan untuk pendekatan nilai-nilai hidrologi yang terjadi pada lapangan. Debit aliran dapat dijadikan alat untuk memantau dan evaluasi neraca air pada suatu wilayah dengan pendekatan sumber daya air yang ada. Perubahan volume debit dan tinggi muka air yang terdapat pada

sungai sering terjadi terutama ketika musim hujan yang dapat mempengaruhi volume air yang mengalir pada anak sungai ke sungai utama (Neno et al. 2016).

Faktor yang mempengaruhi debit yang terdapat pada suatu DAS dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu dinamis dan statis. Faktor dinamis merupakan sebuah faktor yang berpengaruh terhadap perubahan nilainya dalam setiap satuan waktu tertentu, sedangkan faktor statis yaitu faktor yang nilainya tidak berubah pada waktu tertentu. Faktor dinamis terdiri dari vegetasi, intensitas hujan, curah hujan dan nilai koefisien aliran, sedangkan faktor statis terdiri dari topografi, jenis tanah dan luas DAS (Utami, 2021).

Perubahan debit sungai dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tutupan lahan dan perubahan curah hujan. Hubungan hujan dan debit memiliki hubungan yang berbanding lurus. Apabila nilai hujan yang turun di suatu wilayah meningkat tentu nilai debit yang dihasilkan akan meningkat, dengan catatan kondisi fisik daerah tangkapan sama. Saat nilai limpasan yang dihasilkan sama dengan nilai hujan yang turun (limpasan = hujan), ini berarti suatu wilayah tidak dapat meresapkan air dengan baik (Pribadi *et al.*, 2020).

Indikator dalam mengevaluasi kondisi suatu DAS yaitu nilai fluktuasi/KRA. Nilai fluktuasi debit diperoleh dari perbandingan antara debit maksimum terhadap debit minimum. Bila kemampuan menyimpan air dari suatu daerah masih bagus maka fluktuasi debit air pada musim hujan dan kemarau adalah kecil. Fluktuasi debit sebagai indikator kunci stabilitas sistem DAS, nilai fluktuasi debit yang tinggi menunjukkan besarnya aliran permukaan yang terjadi pada musim penghujan dan debit aliran pada musim kemarau sangat kecil (menunjukkan kekeringan). Indikator tersebut sangat dipengaruhi oleh penutupan lahan sedangkan penutupan lahan sangat dipengaruhi oleh aktifitas manusia didalamnya (Pratama *et al.*, 2016).

2.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu kesatuan siklus air yang meliputi suatu wilayah dalam suatu cekungan pendistribusian air. Air hujan yang jatuh pada wilayah tersebut akan mengalir melewati pola aliran permukaan menuju titik *outlet* air. Dalam pengelolaan, DAS dibagi menjadi 3 bagian yaitu bagian hulu, bagian tengah dan bagian hilir. DAS pada bagian hulu berada di titik tertinggi, bagian hilir

berada pada tempat yang rendah dan daerah yang berdekatan dengan jalur air keluar (*outlet*), sedangkan bagian tengah terletak diantara hulu dan hilir (Upadani, 2017).

DAS merupakan wilayah yang dikelilingi serta dibatasi oleh topografi berupa punggung bukit. Satu DAS dapat memiliki beberapa sub DAS dimana tempat berkumpulnya air hujan yang turun ke suatu sistem aliran sungai sehingga bentuk DAS sangat berpengaruh terhadap kondisi DAS tersebut. DAS memiliki bentuk karakteristik yaitu jalur sungai akan mengalir ke sungai utama. Pola aliran yang terbentuk dalam jalur tersebut terdapat berbagai macam yaitu pola radial, pola trellis dan pola paralel. Pola radial adalah pola yang menyebar secara radial melalui suatu titik tertentu. Pola aliran trellis memiliki bentuk pola aliran berbentuk pagar serta dikontrol terhadap kondisi geologi, pola sejajar, memiliki pola sejajar, mengalir searah kemiringan lereng dan tegak lurus terhadap saluran utama. Sedangkan pola aliran paralel, pola alirannya terbentuk karena lereng yang curam maka bentuk alirannya lurus dan mengikuti arah lereng (Utama, 2017).

2.4 Perubahan Tutupan Lahan

Perubahan tata guna lahan berarti mengubah fungsi atau pemanfaatan lahan dari yang sebelumnya. Perubahan penggunaan lahan dapat disebabkan oleh adanya aktivitas manusia seperti pembangunan atau pemanfaatan lahan untuk fungsi lain seperti daerah hutan menjadi lahan pertanian atau pemukiman serta industri. Hal yang diakibatkan oleh perubahan tata guna lahan tanpa pertimbangan yang baik akan berdampak negatif pada karakteristik hidrologi dari suatu wilayah DAS. Hal ini terjadi karena adanya perubahan tutupan lahan seperti kurangnya tutupan vegetasi yang mempengaruhi infiltrasi dan selanjutnya akan berdampak langsung terhadap debit dan aliran permukaan (*runoff*). Adanya perubahan debit dan aliran permukaan akan berimplikasi terhadap wilayah DAS itu sendiri seperti bencana banjir dan kekeringan (Bunga, 2021).

Perubahan tutupan lahan memiliki dampak terhadap karakteristik hidrologi dalam hal ini adalah volume limpasan dan debit sungai. Dalam hal tersebut banyak parameter yang dapat mempengaruhi seperti karakteristik tanah, iklim dan beberapa parameter lainnya. Perubahan fungsi penutupan lahan area dengan vegetasi yang rapat mejadi area yang dikelola manusia seperti pertanian lahan

kering, menyebabkan berkurangnya area resapan air di wilayah DAS dan meningkatnya volume limpasan permukaan sehingga volume air akan lebih cepat naik dan menyebabkan banjir (Harifah *et al.*, 2017).

2.5 Citra Satelit

Data Citra Satelit merupakan hasil penginderaan jauh oleh wahana satelit melalui pengukuran energi gelombang elektromagnetik tertentu yang dipancarkan oleh objek di permukaan bumi. Citra satelit Tidak ada kontak fisik secara langsung dengan objek atau fenomena yang dikaji dalam pengukurannya. Respon radiasi dari masing-masing spektrum gelombang elektromagnetik berasosiasi dengan karakteristik material objek. Respon masing-masing spektrum gelombang elektromagnetik dikumpulkan dalam bentuk rekaman citra *multispektral*. Data tersebut sebagai acuan informasi dalam segala aspek eksplorasi seperti eksplorasi awal panas bumi. Untuk mendapatkan data tersebut, dapat diperoleh secara gratis di *website* USGS (*United States Geological Survey*) (Purwanto *et al.*, 2016).

Citra satelit Landsat-7 ETM adalah satelit bumi dengan membawa instrumen ETM (*Enhanced Thematic Mapper*) yang menyajikan delapan *sailorman multispektral scanning* radiometer. Terdapat banyak aplikasi dari data Landsat manfaatnya adalah untuk pemetaan penutupan lahan, pemetaan penggunaan lahan, pemetaan geologi, pemetaan suhu permukaan laut dan lain-lain. Untuk pemetaan penutupan dan penggunaan lahan dapat memilih data Landsat TM karena terdapat band infra merah menengah. Landsat TM adalah satu-satunya satelit non-meteorologi yang mempunyai band inframerah thermal. Data thermal diperlukan untuk studi proses-proses energi pada permukaan bumi seperti variabilitas suhu tanaman dalam areal yang di irigasi (Suwargana, 2013).

Citra Landsat 8 adalah generasi terbaru menggantikan Landsat 7 yang memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 dengan kanal 1 sampai 9 berada pada OLI dan kanal 10. Data citra Landsat 8 memiliki resolusi spasial 30 m untuk kanal 1 sampai 9, sedangkan kanal panchromatic memiliki resolusi spasial 15 m. Selain beresolusi spasial 30 m dan 15 m, Kelebihan data Landsat 8 adanya kanal *Near Infra Red* dengan menggunakan kombinasi RGB (Sukristiyanti, 2008).

2.6 Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra merupakan teknik yang digunakan untuk menghasilkan tutupan lahan dan penggunaan lahan yang mencakup informasi pada skala yang berbeda. Sebagian besar klasifikasi dilakukan dengan menggunakan piksel citra yang dilabeli dengan kelas tutupan lahan penggunaan lahan tunggal. Klasifikasi citra secara terbimbing terdapat berbagai macam algoritma seperti *minimum distance*, *maximum likelihood*, *parallelepiped*, *mahalanobis distance*. *Maximum likelihood* merupakan metode yang banyak digunakan karena ampuh apabila dilengkapi *training data*. Namun pada klasifikasi citra berbasis piksel dapat terjadi *salt and paper* pada peta karena bercampurnya piksel (Maksum et al., 2016).

Menurut Kholifah (2019) klasifikasi citra dilakukan untuk mengelompokkan atau segmentasi terhadap kenampakan-kenampakan yang sama pada citra. Klasifikasi citra digital dapat dilakukan dengan dua cara yaitu klasifikasi secara terbimbing (*supervised*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised*). Klasifikasi *supervised* merupakan metode klasifikasi yang terlebih dahulu dilakukan pembuatan *training area* terhadap setiap jenis tutupan lahan. Klasifikasi *unsupervised* yaitu metode klasifikasi yang lebih dikenal dengan istilah *clustering*, pada klasifikasi jenis ini dilakukan klasifikasi jenis tutupan lahan tanpa adanya *training area*.

Klasifikasi citra dilakukan menggunakan 2 jenis metode yaitu klasifikasi *supervised* dan klasifikasi *unsupervised*. klasifikasi *supervised* memiliki keunggulan dalam menentukan titik kontrol informasi klasifikasi berdasarkan *training sample*, namun kekurangannya yaitu interpretasi data yang dipaksakan, *training sampel* yang dipilih belum tentu *representative* karena adanya kelas spektral yang tidak teridentifikasi. Klasifikasi *unsupervised* memiliki keunggulan yaitu kesalahan operator dapat diminimalisir dan *unique classes* dianggap sebagai *distinct units*. Kekurangannya yaitu nilai korespondensi tidak jelas terhadap informasi *class* serta kontrol *class* terbatas (Septiani et al., 2019).

2.7 SWAT (*Soil and Water Assesment Tool*)

Model SWAT adalah model yang dikembangkan oleh USDA *Agriculture Research Service* (USDA-ARS) dan merupakan model skala DAS terdistribusi dan waktu

kontinyu. Model SWAT terdiri dari beberapa model yaitu model Simulator Sumber Daya Air di Pedesaan (SWRRB), modul perhitungan aliran sungai dari model *Routing Outputs to Outlet* (ROTO) dan Sumber Daya Air di Daerah Aliran Sungai (SWRRB) meliputi model *Groundwater Loading Effects of Agricultural Management Systems* (GLEAMS), model *Chemicals, Runoff*, dan Erosi dari Sistem Manajemen Pertanian (CREAMS). Model SWAT dapat dilakukan simulasi waktu harian dan dirancang khusus untuk memprediksi dampak penggunaan dan pengelolaan lahan terhadap air, sedimen, dan hasil kimia pertanian di DAS yang kondisinya sulit untuk diukur (Wang *et al.*, 2019).

SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*) adalah model terdistribusi yang terhubung ke Sistem Informasi Geografis (SIG) dan mengintegrasikan Spasial DSS (Sistem Pendukung Keputusan). Model SWAT yang beroperasi pada interval waktu harian menunjukkan dampak jangka panjang dari praktik pengelolaan lahan pada sumber daya air, dan sedimen di daerah aliran sungai yang besar dan kompleks di bawah berbagai skenario tanah, penggunaan lahan, dan pengelolaan. Model SWAT dapat dilakukan pengembangan beberapa skenario untuk menentukan kondisi perencanaan pengelolaan DAS dengan baik dengan perencanaan yang disesuaikan terhadap fase pengelolaan DAS (Junaidi dan Tarigan, 2012).

Siklus hidrologi yang digambarkan didasarkan pada persamaan keimbangan air di DAS yaitu:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{t=i}^t (R_{\text{day}} - Q_{\text{surf}} - E_a - W_{\text{seep}} - Q_{\text{gw}}) \quad (1)$$

Keterangan:

SW_t : kandungan akhir air tanah (mm)

SW_0 : kandungan air tanah awal pada hari ke-i (mm)

R_{day} : jumlah presipitasi hari ke-i (mm)

Q_{surf} : jumlah limpasan permukaan pada hari ke-i (mm)

E_a : jumlah evapotranspirasi pada hari ke-I (mm)

W_{seep} : jumlah air yang memasuki *vadose zone* pada profil tanah hari ke-i (mm)

Q_{gw} : jumlah air yang kembali hari ke-i (mm).

Metode yang digunakan SWAT untuk mengestimasi limpasan permukaan seperti persamaan di atas dan infiltrasi *Green and Ampt*. SCS-CN merupakan

fungsi dari permeabilitas tanah, tata guna lahan dan kondisi air tanah. Besarnya laju W_{seep} dan Q_{gw} ditung dengan persamaan (Neitsch *et al.*, 2004):

$$W_{seep} = W_{percy, ly=n} + W_{crk.btm} \quad (2)$$

Keterangan:

W_{seep} : jumlah air yang memasuki *vadose zone* pada profil tanah hari ke-i (mm)

$W_{percy, ly=n}$: jumlah air perkolasi yang keluar dari lapisan terbawah (mm)

$W_{crk, btm}$: jumlah air yang mengalir melewati lapisan yang lebih bawah dari muka tanah untuk mengalirkan aliran pada hari ke-i.

$$Q_{gw} = 800\mu.a_{gw}.h_{wtbl} \quad (3)$$

Keterangan:

Q_{gw} : jumlah air yang kembali pada hari ke-I (mm)

μ : *specific yield* dari akuifer dangkal (m/m)

α_{gw} : konstantas resesi aliran mantap

h_{wtbl} : tinggi muka air pada *waterable* (m).

Pada penentuan nilai evapotranspirasi, model SWAT melakukan perhitungan berdasarkan tiga metode, yaitu metode Penman-Monteith, metode Priestley and Taylor, serta metode Hargreaves. Metode Penman-Monteith merupakan salah satu metode perhitungan besar evapotranspirasi potensial dari permukaan air terbuka maupun permukaan vegetasi. Model ini membutuhkan lima parameter iklim, yaitu suhu, kelembaban relatif, kecepatan angin, tekanan uap jenuh, dan radiasi matahari.