

PENDUGAAN EROSI DAN PERENCANAAN TUTUPAN LAHAN DI HULU DAS JENEBERANG, PROVINSI SULAWESI SELATAN

BALQIS NUR AISYAH



**PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi! Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul Pendugaan Erosi dan Perencanaan Tutupan Lahan Di Hulu Das Jeneberang, Provinsi Sulawesi Selatan adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2021

Balqis Nur Aisyah
NIM A155170071

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

BALQIS NUR AISYAH. Pendugaan Erosi Dan Perencanaan Tutupan Lahan Di Hulu DAS Jeneberang, Provinsi Sulawesi Selatan. Dibimbing oleh DWI PUTRO TEJO BASKORO dan KUKUH MURTILAKSONO.

Erosi merupakan penyebab utama terjadinya degradasi lahan. Degradasi lahan adalah penurunan produktivitas lahan, baik sementara atau selamanya. DAS Jeneberang sebagai salah satu DAS prioritas di Indonesia memiliki permasalahan erosi yang tinggi di daerah hulu. Kondisi hulu DAS Jeneberang dianggap penting karena fungsinya sebagai daerah tangkapan air waduk Bili-bili yang memiliki manfaat publik sebagai pengendali banjir, untuk suplai air baku, sumber air irigasi, dan penyedia energi listrik tenaga air.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis tutupan lahan dan perubahannya di hulu DAS Jeneberang, menduga erosi dan sedimen di hulu DAS Jeneberang dan menyusun rekomendasi perencanaan tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang dengan indikator erosi yang diperbolehkan. Penelitian ini dilakukan dengan metode tumpang susun peta, prediksi tutupan lahan dengan model *Markov* dan *CA Markov*, pendugaan erosi tanah dengan persamaan *Universal Soil Loss Equation* (USLE), pendugaan sedimen dengan pendekatan SDR, menyusun skenario tutupan lahan dan simulasi perhitungan erosi dugaan skenario untuk mendapatkan tutupan lahan yang memiliki erosi tanah dibawah erosi yang diizinkan. Skenario tutupan lahan terdiri atas: skenario (1) Tutupan lahan tahun 2030 BAU; (2) Tutupan lahan tahun 2030 dengan intervensi kebijakan lahan hutan yang berada dalam kawasan hutan harus dipertahankan dan penggunaan lahan bukan kehutanan yang terlanjur berada di dalam kawasan hutan dihentikan penambahannya; (3) Tutupan lahan peta kawasan hutan, dan (4) Tutupan lahan peta RTRW kabupaten Gowa tahun 2012-2032. Hasil simulasi skenario yang memiliki erosi dugaan terkecil dilakukan modifikasi faktor tindakan konservasi tanah untuk memperoleh skenario terbaik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang periode tahun 2006 sampai 2018 mengalami penambahan dan pengurangan luas. Penambahan lahan terbesar adalah tegalan seluas 158,4 ha, dan penambahan lainnya pada pemukiman, sawah serta semak belukar. Tutupan lahan yang mengalami pengurangan luas adalah hutan, kebun campuran, lahan terbuka. Rata-rata erosi dugaan eksisting di hulu DAS Jeneberang sebesar 807,5 ton/ha/tahun dengan erosi yang ditoleransi hanya 28,9 ton/ha/tahun.

Berdasarkan hasil simulasi perhitungan erosi dugaan, penerapan tutupan lahan skenario RTRW Kabupaten Gowa tahun 2012-2032 menghasilkan erosi dugaan paling kecil. Karena erosi yang diperoleh masih lebih besar dari erosi yang diperbolehkan, maka dilakukan tindakan konservasi tanah untuk memperoleh skenario terbaik dalam pengelolaan DAS di hulu DAS Jeneberang. Rata-rata erosi dugaan skenario yang diperoleh sebesar 27,8 ton/ha/tahun atau sebesar 667.270 ton per tahun. Skenario ini mampu menekan laju erosi dibawah erosi yang diperbolehkan dan menghasilkan sedimen dugaan dibawah sedimen target sebesar 96,6 % dari kondisi eksisting.

Kata kunci: DAS Jeneberang, erosi, perubahan tutupan lahan, skenario

SUMMARY

BALQIS NUR AISYAH. Erosion Prediction and Land Cover Planning in The Upstream of Jeneberang Watershed, South Sulawesi Province by DWI PUTRO TEJO BASKORO and KUKUH MURTI LAKSONO.

Erosion is one of the problems that causes land degradation. Land degradation is the reducing of land productivity, either temporarily or permanently. The upstream watershed is prioritized for land use as soil conservation area and erosion control. The problems in the upper of Jeneberang watershed are land use changes and erosion. The upstream condition of the Jeneberang watershed is considered important because of its function as a water catchment area for the Bilibili reservoir which has public benefits as flood control, raw water supply, irrigation water sources, and hydroelectric energy supply.

This study aims to (a) analyze land cover change period of 2006-2018, (b) simulate the land cover of 2030, (c) predict the soil erosion and sediment based on existing condition, and d) develop an ideal land cover scenario to control soil erosion and sedimentation that was carried out at the upstream of Jeneberang watershed. Overlaying map; CA Markov; USLE equation; SDR approach; and compiling land cover scenarios and simulating the calculation of estimated erosion scenarios were applied in this study for analysing land cover change; simulating the land cover; predicting the erosion; forecasting the sediment; and simulating erosion scenario, respectively. There are 4 land cover scenarios in this study, which are (1) Land cover in 2030 BAU; (2) Land cover in 2030 with policy intervention on forest land located in forest areas; (3) Land cover map of forest area, and (4) Land cover map of Gowa Regency Spatial Planning 2012-2032. The simulation results of scenarios that have the least estimated erosion are carried out by modifying the soil conservation action factor to obtain the best scenario.

The results showed that land cover change in the upstream of Jeneberang watershed for period 2006 to 2018 always changing. The largest increasing of land is annual dry land an area of 158,4 ha, and other increasing to settlements, rice fields and shrubs. The land cover that has decreased in area is forest, mixed garden, open land. The average estimated erosion in the upper Jeneberang watershed is 813,1 ton/ha/year with tolerable erosion of only 28,9 ton/ha/year.

Based on the simulation results of the estimated erosion calculation, the application of the land cover scenario of the Gowa regency Spatial Planning 2012-2032 resulted the least estimated erosion. Since the erosion rate is still greater than the allowable erosion, soil conservation measures are applied to obtain the best scenario in the management of the watershed in the upstream Jeneberang watershed. The estimated average erosion rate for this best scenario is about 27,8 ton/ha/year or 667.270 ton/year. This rate of erosion is lower than the allowable erosion and produce presumptive sediment below the target sediment by 96,6% of the existing conditions

Keywords: Jeneberang watershed, erosion, land cover change, scenario

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2021
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PENDUGAAN EROSI DAN PERENCANAAN TUTUPAN LAHAN DI HULU DAS JENEBERANG, PROVINSI SULAWESI SELATAN

BALQIS NUR AISYAH

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai

**PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

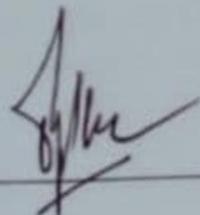
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi pada Ujian Tesis: Dr. Ir. Suria Darma Tarigan, M.Sc

Judul Tesis : Pendugaan Erosi Dan Perencanaan Tutupan Lahan Di Hulu
DAS Jeneberang, Provinsi Sulawesi Selatan
Nama : Balqis Nur Aisyah
NIM : A155170071

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Dwi Putro Tejo Baskoro, MSc.Agr



Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Kukuh Murtilaksono, MS

Almarhum

Diketahui oleh

Ketua Departemen:
Dr. Ir. Baba Barus, MSc
NIP. 196101011987031004



Dekan Fakultas/Sekolah Pascasarjana:
Prof. Dr Ir Anas Miftah Fauzi, MEng
NIP. 196004191985031002

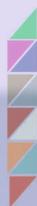


Tanggal Ujian: 06 Januari 2021

Tanggal Lulus: 29 JAN 2021

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi! Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Pendugaan Erosi Dan Perencanaan Tutupan Lahan Di Hulu DAS Jeneberang, Provinsi Sulawesi Selatan.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Bapak Dr. Ir. Dwi Putro Tejo Baskoro, MSc.Agr dan Bapak Prof. Dr. Ir. Kukuh Murtilaksono, MS yang telah membimbing dan banyak memberi saran dalam penyusunan karya ilmiah ini. Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Dr. Ir. Suria Darma Tarigan, M.Sc sebagai penguji yang telah banyak memberi saran dan masukan dalam penyelesaian tesis ini dan juga memberikan bimbingan dan nasehat selama masa studi penulis. Terima kasih juga kepada semua dosen di lingkup Institut Pertanian Bogor, khususnya di Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan atas ilmunya yang bermanfaat. Penulis sampaikan rasa terima kasih yang terdalam kepada kedua orang tua, saudara, serta keluarga yang telah memberikan motivasi, doa, materi dan dukungan semangat untuk menyelesaikan tesis ini. Kepada teman-teman DAS angkatan 2017 dan teman-teman Fordas terima kasih atas segala bantuan, motivasi, kebersamaan, perhatian, dan dukungannya serta kepada teman-teman Ilmu Tanah Unhas terima kasih atas dukungan dan bantuannya dalam pengambilan sampel tanah di lapangan. Penulis menyadari bahwa dalam tesis ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis membuka diri dengan mengharapkan saran dan masukan dari semua pihak. Akhirnya, semoga tesis ini dapat bermanfaat pada bidang pengelolaan daerah aliran sungai dan yang membutuhkan

Bogor, Januari 2021

Balqis Nur Aisyah



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi! Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Kerangka Pikir	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Daerah Aliran Sungai	5
2.2 Tutupan Lahan dan Perubahannya	5
2.3 Erosi Tanah dan Sedimentasi	7
2.4 Perencanaan Penggunaan Lahan	8
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Analisis Data	13
IV KONDISI UMUM WILAYAH	19
4.1 Letak Geografis dan Kondisi Umum DAS Jeneberang	19
4.2 Iklim	20
4.3 Topografi	20
4.4 Geologi dan Karakteristik Tanah	21
V HASIL DAN PEMBAHASAN	23
6.1 Perubahan Tutupan Lahan Hulu DAS Jeneberang	23
6.2 Erosi dan Sedimen Dugaan Hulu DAS Jeneberang	27
6.3 Arahan Penerapan Tutupan Lahan	35
VI SIMPULAN DAN SARAN	43
7.1 Simpulan	43
7.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	48
RIWAYAT HIDUP	65



DAFTAR TABEL

1.	Jenis data yang digunakan dalam penelitian	11
2.	Kode struktur tanah	14
3.	Kode permeabilitas profil tanah	14
4.	Nilai indeks faktor LS di hulu DAS Jeneberang	14
5.	Klasifikasi laju erosi	16
6.	Skenario Arahan Penerapan Tutupan Lahan	17
7.	Rata-rata curah hujan, bulan kering (BK) dan bulan basah (BB) wilayah hulu DAS Jeneberang tahun 2007 sampai 2017	19
8.	Keadaan topografi dan luas penyebarannya di hulu DAS Jeneberang tahun 2018	20
9.	Tutupan lahan hulu DAS Jeneberang Tahun 2018	20
10.	Jenis satuan tanah hulu DAS Jeneberang	23
11.	Luas dan persentase perubahan tutupan lahan hulu DAS Jeneberang tahun 2006 sampai 2018	24
12.	Matriks probabiliti prediksi tutupan lahan tahun 2030 hulu DAS Jeneberang	24
13.	Perbandingan luas tutupan lahan tahun 2018 dengan tahun 2030 di hulu DAS Jeneberang	25
14.	Curah hujan rata-rata bulanan dan nilai R tahun 2007-2017 di hulu DAS Jeneberang dan sekitarnya	27
15.	Nilai indeks faktor LS di hulu DAS Jeneberang	29
16.	Nilai indeks faktor C dan P di hulu DAS Jeneberang tahun 2018	30
17.	Hasil pendugaan erosi di hulu DAS Jeneberang berdasarkan tutupan lahan dan kemiringan lereng tahun 2018	32
18.	Luas lahan klasifikasi laju erosi dan nilai rata-rata erosi dugaan dengan penerapan skenario tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang	35
19.	Luas tutupan lahan berdasarkan skenario tutupan lahan kawasan hutan di hulu DAS Jeneberang	37
20.	Luas tutupan lahan berdasarkan RTRW kabupaten Gowa Tahun 2012-2032 di hulu DAS Jeneberang	38
21.	Alternatif tutupan lahan dengan pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah di hulu DAS Jeneberang	39

DAFTAR GAMBAR

1. Kerangka pikir penelitian	4
2. Lokasi penelitian	10
3. Bagan alir tahapan penelitian	
4. Peta sebaran kemiringan lereng hulu DAS Jeneberang	21
5. Peta sebaran satuan tanah hulu DAS Jeneberang	22
6. Peta tutupan lahan hulu DAS Jeneberang tahun 2018	23
7. Grafik penambahan dan penurunan luas tiap tutupan lahan tahun 2018-2030 hulu DAS Jeneberang	26
8. Distribusi wilayah hujan hulu DAS Jeneberang	28
9. Nilai erodibilitas tanah (K) hulu DAS Jeneberang tahun 2018	29
10. Peta klasifikasi laju erosi di hulu DAS Jeneberang tahun 2018	32
11. Sebaran tutupan lahan skenario RTRW kabupaten Gowa tahun 2012-2032 dengan penerapan konservasi tanah di hulu DAS Jeneberang	41
12. Peta klasifikasi laju erosi di hulu DAS Jeneberang dengan penerapan tutupan lahan skenario terbaik	42

DAFTAR LAMPIRAN

1. Nilai faktor C (pengelolaan tanaman)	48
2. Nilai faktor P untuk berbagai tindakan konservasi tanah khusus	48
3. Curve number	49
4. Nilai faktor kedalaman 30 sub-order tanah Hummer (1981)	50
5. Laju pembentukan tanah (LPT) pada berbagai kondisi iklim	
6. Kedalaman tanah minimum berbagai tanaman	51
7. Nilai Kstandar	52
8. Perhitungan Nilai SDR di hulu DAS Jeneberang tahun 2018	52
9. Perhitungan pendugaan erosi kondisi tutupan lahan eksisting 2018 hulu DAS Jeneberang	54
10. Perubahan tutupan lahan eksisting 2018 menjadi tutupan lahan skenario tahun 2030 BAU di hulu DAS Jeneberang	59
11. Perubahan tutupan lahan eksisting 2018 menjadi tutupan lahan skenario tahun 2030 BAU intervensi kebijakan di hulu DAS Jeneberang	60
12. Perubahan tutupan lahan eksisting 2018 menjadi tutupan lahan skenario kawasan hutan di hulu DAS Jeneberang	62
13. Perubahan tutupan lahan eksisting 2018 menjadi tutupan lahan skenario RTRW kabupaten Gowa tahun 2012-2032 di hulu DAS Jeneberang	63



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi! Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang terus mengalami peningkatan mengakibatkan kebutuhan lahan semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan lahan cenderung akan memicu terjadinya perubahan fungsi lahan. Anaba *et al.* (2017) menerangkan bahwa perubahan penggunaan dan penutupan lahan adalah penyebab signifikan atas terjadinya polusi air, tanah dan udara. Tanah dan air sebagai sumber daya alam dalam daerah aliran sungai (DAS) mudah mengalami kerusakan atau degradasi (Arsyad 2010; FAO dan UNEP 1999). Lahan yang telah terdegradasi berat dan menjadi lahan kritis luasnya sekitar 48,3 juta ha atau 25,1% dari luas wilayah Indonesia (Wahyunto dan Dariah 2014). Kerusakan tanah bisa terjadi karena hilangnya unsur hara, penjenjuran tanah, dan erosi. Hal ini mengakibatkan tanah mengalami penurunan produktifitas dan kehilangan kemampuannya dalam mengatur keseimbangan air. Kubangun (2016) menyatakan bahwa degradasi lahan akibat erosi yang dipercepat disebabkan oleh aktivitas manusia dalam menggunakan lahan, alih fungsi lahan, serta penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan dan peruntukannya dalam suatu kawasan daerah aliran sungai.

Indonesia memiliki 108 DAS kritis dan terdapat 15 DAS prioritas yang masuk dalam rencana aksi strategis perencanaan pembangunan jangka menengah Ditjen PDAS-HL 2015-2019 (Ditjen PDAS-HL 2015). DAS Jeneberang adalah salah satu DAS kritis prioritas. Luas DAS Jeneberang kurang lebih 78 883.90 ha yang berhulu di Kabupaten Gowa daerah Gunung Bawakaraeng dan Gunung Lompobattang sedang hilirnya di wilayah Selat Makassar. Penampungan air (*reservoir*) utama DAS Jeneberang yaitu waduk Bili-bili. Dalam Achsan *et al.* (2015); Asrib *et al.* (2011); Sejati *et al.* (2016) menyatakan bahwa waduk Bili-bili memiliki manfaat publik sebagai pengendali banjir, untuk suplai kebutuhan air baku, irigasi, dan pembangkit listrik tenaga air.

DAS bagian hulu sebagai daerah aliran yang terbatas, dimana lebih dari 70% dari permukaan lahan DAS diprioritas pemanfaatan lahannya sebagai lahan konservasi tanah dan pengendalian erosi (KLHK 2014). Namun, bagian hulu DAS seringkali mengalami konflik kepentingan dalam penggunaan lahan. Rudiarto dan Doppler (2013) menyatakan bahwa lahan pertanian pada daerah dataran tinggi biasanya diikuti oleh pembukaan lahan di beberapa daerah lereng curam, yang mengakibatkan sebagian besar wilayah dataran tinggi di Indonesia menghadapi tingkat erosi tanah yang sangat besar karena tutupan lahan. Tola (2012), menambahkan bahwa perubahan penggunaan lahan di hulu DAS Jeneberang pada tahun 2004 sampai tahun 2010 didominasi oleh ladang bercampur semak yang meningkat sebesar 14,52% dan terjadi penurunan luasan hutan sekitar 13,22%.

Salah satu indikator kerusakan DAS di hulu DAS Jeneberang adalah memiliki permasalahan erosi yang sangat tinggi. Dari hasil studi Nurdin *et al.* (2014) mengemukakan bahwa akibat adanya perubahan penggunaan lahan memberikan dampak peningkatan erosi pada beberapa lahan di sub DAS Jeneberang hulu. Besarnya luas lahan yang memiliki laju erosi sangat tinggi diatas 480 ton/ha/tahun mencapai 3.390,2 ha. Tingginya laju erosi didominasi areal ladang/tegalan pada kawasan penyangga dengan nilai laju erosi 1.516,7 ton/ha/tahun. Dari hasil

klasifikasi tingkat kerentanan atau degradasi di sub DAS Jeneberang hulu, terdapat lahan kritis dengan kategori tinggi seluas 5.826,9 ha. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian ini untuk melihat informasi data terbaru pendugaan laju erosi dan sedimen sebagai target indikator dalam menyusun arahan tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang sehingga menjadi informasi tambahan dalam pengelolaan DAS Jeneberang.

1.2 Perumusan Masalah

Kerusakan DAS sering diawali oleh peningkatan lahan terdegradasi akibat alih fungsi lahan, penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan peruntukannya, serta pengelolaan lahan tanpa mempertimbangkan kemampuan tanah mengakibatkan terjadinya erosi lahan yang cukup besar, fluktuasi debit sungai dan menurunnya produktivitas lahan. DAS Jeneberang merupakan salah satu DAS prioritas di Indonesia yang memiliki permasalahan kerusakan DAS. Tola (2012) melaporkan bahwa secara keseluruhan di hulu DAS Jeneberang terjadi peningkatan luasan lahan ladang bercampur semak dan terjadi penurunan luas hutan. Hasil penelitian Supratman *et al.* (2004) dan Karim *et al.* (2011) menambahkan permasalahan di DAS Jeneberang diantaranya adalah meningkatnya debit puncak di wilayah DAS karena berkurangnya daerah resapan air akibat perubahan penggunaan lahan yang tidak terencana dengan baik serta tidak berwawasan lingkungan. Berkurangnya daerah resapan air pada lahan akan berpotensi meningkatkan laju erosi pada lahan akibat meningkatnya energi aliran permukaan yang menghancurkan struktur tanah dan mengangkut butiran tanah.

BPDAS Jeneberang (2010) melaporkan bahwa akibatnya laju erosi hulu DAS Jeneberang menuju bendungan Bili-bili terus meningkat. Jumlah erosi yang tertampung di bendungan setiap tahun mencapai 30 ton/ha. Sementara daya tampungnya hanya 18 ton/ha. Kondisi ini dikhawatirkan mempengaruhi daya tahan bendungan. Hasil penelitian Sejati *et al.* (2016) menunjukkan bahwa laju sedimen sebesar 605.772 m³ per tahun, mengakibatkan usia guna waduk Bili-bili kurang dari usia yang ditargetkan dan bahkan usia guna habis.

Hulu DAS diprioritaskan untuk pemanfaatan lahan sebagai lahan konservasi tanah dan pengendalian erosi. Melihat dari pembagian fungsi kawasan di dalam DAS, maka kawasan hulu DAS memegang peranan yang sangat penting terhadap kesehatan DAS. Jika kawasan hulunya rusak dan fungsinya tidak dapat berjalan, maka seluruh dampaknya akan diakumulasikan di kawasan hilir sebagai daerah penampungan dan pengendapan. Untuk itu, dilakukan penelitian pendugaan erosi dan sedimen kaitannya terhadap perubahan tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang sebagai salah satu informasi dasar penyusunan arahan penerapan tutupan lahan dalam pengelolaan DAS. Adapun pertanyaan penelitian yang berusaha untuk dijawab dalam penelitian ini diantaranya:

1. Bagaimana perubahan tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang?
2. Bagaimana besar laju erosi dan sedimen di hulu DAS Jeneberang?
3. Bagaimana arahan penerapan tutupan lahan yang sesuai dengan target erosi dan sedimen di hulu DAS Jeneberang?

1.3 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan latar belakang dan perumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengkaji perubahan tutupan lahan hulu DAS Jeneberang;
2. Menduga erosi dan sedimen hulu DAS Jeneberang; dan
3. Menyusun arahan penerapan tutupan lahan pada hulu DAS Jeneberang.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan informasi ilmiah mengenai keadaan umum dan tutupan lahan hulu DAS Jeneberang kondisi eksisting, pendugaan laju erosi lahan dan sedimen serta arahan penerapan tutupan lahan yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam tindakan pengelolaan hulu DAS Jeneberang.

1.5 Kerangka Pikir

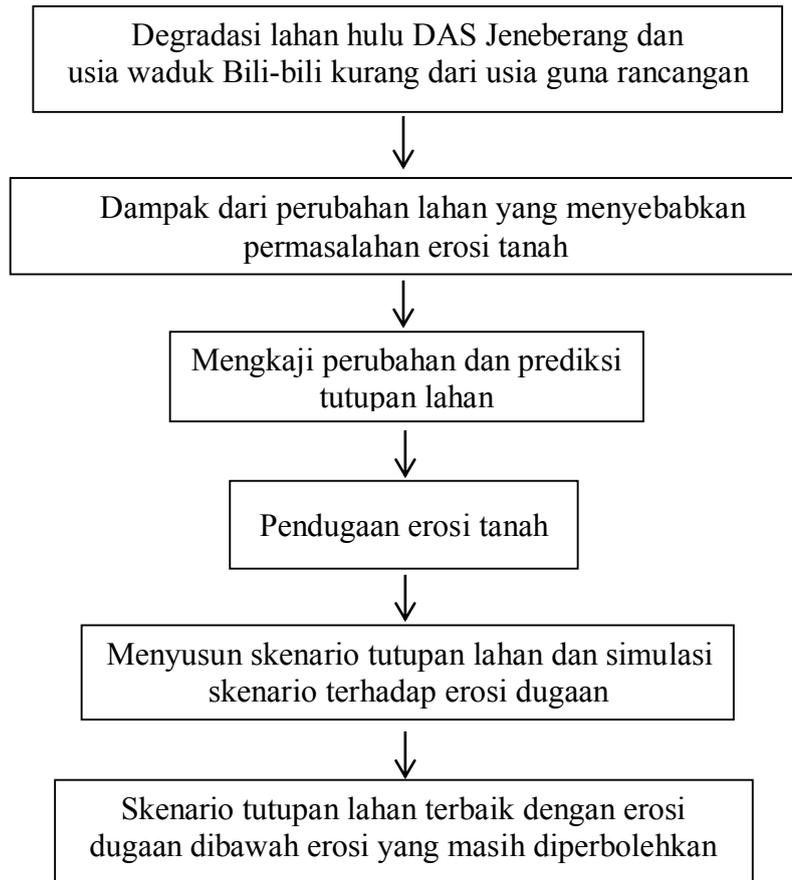
DAS merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Pengelolaan DAS adalah suatu proses formulasi dan implementasi kegiatan atau program yang bersifat memanipulasi sumberdaya alam dan manusia yang terdapat di suatu DAS untuk memperoleh produksi dan jasa tanpa menyebabkan terjadinya kerusakan sumberdaya air dan tanah. Pemahaman mengenai permasalahan biofisik lahan pada suatu DAS merupakan hal yang penting agar pengelolaan DAS dapat dikelola dengan benar.

Permasalahan yang sering kali ditemui menyebabkan kerusakan lahan pada suatu DAS adalah erosi tanah. Erosi tanah adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat yang lain oleh air atau angin. Di negara tropis seperti Indonesia, pengangkutan tanah disebabkan oleh media air hujan. Selain hujan, faktor penyebab erosi lainnya adalah tanah, topografi, vegetasi dan faktor manusia. Faktor erosi yang dapat diubah adalah faktor vegetasi dan faktor manusia.

DAS Jeneberang merupakan salah satu DAS kritis di Indonesia yang memiliki permasalahan terhadap erosi, khususnya di wilayah bagian hulu. Kondisi topografi di hulu DAS Jeneberang banyak didominasi oleh perbukitan dengan tingkat kemiringan lereng curam. Selain itu, wilayah hulu DAS Jeneberang memiliki curah hujan yang tinggi. Kondisi ini sangat memungkinkan terjadi potensi erosi yang tinggi. Sehingga perlu perencanaan tutupan lahan dan tindakan pengelolaan tanah untuk menekan potensi erosi yang terjadinya.

Analisis dalam penelitian ini adalah perubahan tutupan lahan dan pendugaan erosi yang terjadi di hulu DAS Jeneberang. Dengan melihat erosi dugaan yang terjadi dan menganalisis erosi yang diperbolehkan dapat dilihat atau direncanakan tindakan apa yang bisa dilakukan untuk mengurangi erosi agar bisa ditekan dibawah dari erosi yang diperbolehkan.

Unit analisis erosi tanah dalam penelitian ini diperoleh dari hasil overlay peta tutupan lahan, tanah dan kemiringan lereng. Unit analisis dibuat sebagai acuan dalam pengambilan sampel tanah di lapangan dan sebagai dasar dalam proses analisis parameter-parameter erosi. Kemudian dilakukan penyusunan skenario tutupan lahan dan simulasi erosi dugaan skenario untuk memperoleh tutupan lahan terbaik sebagai rekomendasi perencanaan tutupan lahan yang dapat digunakan dalam pengelolaan DAS dengan indikator erosi yang diperbolehkan dan sedimen target pada waduk. Kerangka pikir penelitian ini dirangkum dalam bentuk diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1 Kerangka pikir penelitian

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) adalah kawasan yang dibatasi oleh pemisah topografi yang menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya beserta sedimen dan bahan larut lainnya ke dalam sungai yang akhirnya bermuara ke danau atau ke laut (Sinukaban 2007). Pengertian lainnya, 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 ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (PP No.37 tahun 2012 dan Seyhan 1977).

DAS dibagi menjadi daerah hulu, tengah, dan hilir. Secara biogeofisik, daerah hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng lebih besar (>15%), bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase, dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan. Daerah hilir DAS merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, merupakan daerah kemiringan lereng kecil sampai dengan sangat kecil (< 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi, dan jenis vegetasi didominasi hutan bakau/gambut. Sementara daerah tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik biogeofisik daerah hulu dan hilir (Asdak 2014).

Pengelolaan DAS merupakan upaya mengelola hubungan timbal balik antar sumber daya alam terutama vegetasi, tanah dan air dengan sumber daya manusia dan segala aktivitasnya untuk mendapatkan manfaat ekonomi dan jasa lingkungan bagi kepentingan pembangunan dan kelestarian ekosistem DAS sehingga mampu mempertahankan kebutuhan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pengelolaan DAS bertujuan untuk mengkonservasi tanah pada lahan pertanian, memanen atau menyimpan kelebihan air pada musim hujan dan memanfaatkannya pada musim kemarau, memacu usaha tani berkelanjutan dan menstabilkan hasil panen melalui perbaikan pengelolaan sistem pertanian, dan memperbaiki keseimbangan ekologi.

Kerusakan DAS di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya sehingga menimbulkan eksek yang sangat merugikan. Setiap tahun selalu terjadi adanya banjir, tanah longsor, kekeringan dan bencana lainnya. Salah satu penyebab kerusakan DAS karena perencanaan bentuk penggunaan lahan dan praktek pengelolaan yang tidak sesuai (Nugroho 2003). Tingkat kerusakan daerah aliran sungai dapat diketahui dari beberapa indikator, yaitu rasio debit sungai maksimum/minimum, koefisien limpasan (*run-off*), erosi dan sedimentasi, muka air tanah, dan debit mata air (Prastowo 2011).

2.2 Tutupan Lahan dan Perubahannya

Penutupan lahan (*land cover*) merupakan perwujudan fisik objek yang menutupi lahan tanpa mempersoalkan kegiatan manusia terhadap objek tersebut, sedangkan penggunaan lahan (*land use*) merupakan perwujudan fisik objek yang

menutupi lahan dan terkait kegiatan manusia pada suatu lahan (Lillesand dan Kiefer 1990). Menurut Lambin *et al.* (2001), tutupan lahan adalah atribut biofisik dari permukaan bumi pada suatu wilayah seperti rumput, tanaman, bangunan. Segala campur tangan manusia, baik secara permanen maupun secara siklus terhadap suatu kelompok sumberdaya alam dan sumber daya buatan secara keseluruhan dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan-kebutuhannya baik secara kebendaan maupun spiritual ataupun dua-duanya disebut penggunaan lahan (Malingreau 1977). Penggunaan lahan biasanya meliputi segala jenis kenampakan dan sudah dikaitkan dengan aktivitas manusia dalam memanfaatkan lahan. Penggunaan lahan merupakan aspek penting karena penggunaan lahan mencerminkan tingkat peradaban manusia yang menghuninya. Penggunaan lahan suatu wilayah bersifat dinamis, mengikuti waktu dan jumlah serta profesi penduduk dalam wilayah tersebut (Arsyad 2010).

Kondisi penutupan lahan identik dengan keadaan vegetasi yang terdapat pada suatu areal. Keadaan tajuk tanaman baik horizontal maupun vertikal merupakan faktor yang sangat menentukan untuk mengurangi energi aliran, meningkatkan kekasaran, mengurangi kecepatan aliran permukaan dan selanjutnya akan mengurangi kemampuan aliran untuk mengikis tanah dan mengangkut sedimen. Efektifitas tanaman sebagai media penutup lahan dalam mencegah erosi tergantung pada tinggi dan kontinuitas kanopi, kerapatan penutup lahan dan kerapatan perakaran. Seperti yang diketahui bahwa makin tinggi tempat jatuh butiran hujan makin tinggi kecepatannya pada saat mencapai permukaan tanah. Oleh karenanya ketinggian tanaman berperan sangat penting, semakin tinggi tanaman akan semakin besar energi kinetik butiran air hujan yang jatuh dari tanaman itu (Rahmad 2013).

Perubahan lahan terdiri atas perubahan lahan yang bersifat tetap dari lahan yang bersifat sementara. Perubahan yang bersifat tetap artinya perubahan dari satu jenis penggunaan menjadi penggunaan lahan jenis lain, sedangkan perubahan sementara artinya yang berubah hanya tutupan lahannya, jenis penggunaan lahannya tetap (Lo 1995). Lillesand dan Kiefer (1990) menyatakan bahwa perubahan penutupan lahan merupakan keadaan suatu lahan yang karena manusia mengalami kondisi yang berubah pada waktu yang berbeda.

Deteksi perubahan lahan mencakup penggunaan fotografi udara berurutan di wilayah tertentu dan dari data tersebut penggunaan lahan untuk setiap waktu dapat dipetakan dan dibandingkan (Lo 1995). Analisis perubahan tutupan lahan dapat dilakukan melalui pendekatan model yang berbasis spasial berdasarkan perubahan penutupan atau penggunaan lahan. Model adalah penyederhanaan suatu sistem tertentu di dunia nyata (Purnomo 2012). Salah satu pendekatan pemodelan yang dapat digunakan untuk eksplorasi analisis perubahan penggunaan lahan adalah model *CA markov*. Dengan menggunakan perangkat lunak Idrisi Selva ada tiga tahapan yang perlu dilakukan, yakni (1) tahap analisis perubahan; (2) tahap pemodelan perubahan penggunaan lahan; dan (3) Proyeksi penggunaan lahan ke depan menggunakan metode *CA markov* dengan asumsi bahwa perubahan yang terjadi di masa depan memiliki pola dan peluang serupa dengan pola perubahan yang terjadi selama periode data yang digunakan.

Hasil proyeksi penggunaan lahan yang dihasilkan dari model kemudian divalidasi dengan peta penggunaan lahan eksisting. Untuk mengetahui akurasi dari prediksi ini digunakan metode kappa yang memperhitungkan semua elemen pada baris dan kolom dari matriks pengujian (Altman 1991). Nilai kappa 0.81-1.00

menunjukkan adanya kesepakatan yang sangat baik; nilai 0.61-0.80 adalah baik; sedang dengan nilai 0.41-0.60; kurang dari sedang dengan nilai 0.21-0.40; dan dikatakan buruk dengan nilai kurang dari 0.21

Kerusakan secara fisik, kimia dan biologis tanah dapat mengakibatkan terjadinya erosi dan tanah longsor di daerah hulu, serta terjadinya banjir dan sedimentasi pada daerah hilir (Sitorus 2012). Perubahan dalam pengelolaan lahan banyak menyebabkan hutan-hutan menjadi gundul karena mengalami alih fungsi menjadi lahan pertanian, perumahan dan lainnya. Alih fungsi kawasan hutan menurunkan luasan kawasan hutan, sehingga mengakibatkan berkurangnya sumber mata air, terjadinya longsor, pendangkalan sungai, sehingga membawa dampak perubahan ke arah lahan kritis (Harini *et al.* 2012).

2.3 Erosi Tanah dan Sedimentasi

Erosi tanah adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat yang lain oleh air atau angin. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat terkikis dan terangkut kemudian diendapkan pada suatu tempat lain (Arsyad 2010). Di daerah tropis seperti Indonesia, Dariah *et al.* (2004) menyatakan bahwa proses erosi merupakan proses penghancuran agregat tanah akibat kekuatan jatuh air hujan dan kemampuan aliran permukaan menggerus permukaan tanah yang kemudian diangkut oleh aliran permukaan mengikuti gaya gravitasi sampai ke tempat pengendapan.

Proses terjadinya erosi oleh air dibedakan menjadi empat proses, yaitu penggerusan oleh energi kinetik butiran hujan, pengangkutan oleh percikan butiran hujan, penggerusan oleh aliran permukaan serta pengangkutan oleh aliran permukaan (Banuwa 2013). Tanah yang tererosi mengalami kemunduran sifat-sifat kimia dan fisika tanah seperti kehilangan bahan organik dan unsur hara, meningkatnya kepadatan serta ketahanan penetrasi tanah, menurunnya kapasitas infiltrasi tanah serta kemampuan tanah menahan air (Arsyad 2010).

Besarnya erosi ditentukan oleh faktor iklim, topografi, vegetasi, tanah dan manusia. Faktor-faktor tersebut ada yang dapat diubah dan tidak dapat diubah oleh manusia. Iklim, tipe tanah dan kecuraman lereng merupakan faktor yang tidak dapat diubah. Sedangkan faktor yang dapat diubah oleh manusia yaitu vegetasi di atas tanah, panjang lereng, sebagian sifat tanah seperti kesuburan tanah ketahanan agregat dan kapasitas infiltrasi tanah (Arsyad 2010).

Erosi sangat menentukan berhasil tidaknya suatu pengelolaan lahan. Oleh karena itu erosi merupakan faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan penggunaan lahan dan pengelolaannya, dimana salah satu alat bantu yang dapat digunakan dalam perencanaan penggunaan lahan adalah model prediksi erosi. Prediksi erosi merupakan cara untuk memperkirakan laju erosi yang akan terjadi pada tanah yang dipergunakan dalam penggunaan lahan dan pengelolaan tertentu.

Salah satu model untuk menduga erosi dengan model persamaan *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Model ini merupakan model empiris yang didapatkan dari penelitian dan pengamatan selama proses erosi terjadi. Wischmeier dan Smith (1978) telah merangkum data dari ribuan plot dan daerah aliran sungai dengan mempertimbangkan persamaan kehilangan tanah karena hujan. Untuk itu

persamaan USLE mengkombinasikan faktor-faktor utama penyebab erosi dan hubungan kuantitatif untuk memprediksi besarnya erosi lembar dan alur akibat air hujan dan aliran permukaan pada suatu daerah tertentu. Penggunaan model ini bisa dihitung dengan bantuan sistem informasi geografis. Setyawan *et al.* (2017) menyatakan bahwa aplikasi sistem informasi geografis memiliki kemampuan yang baik untuk digunakan sebagai alat bantu dalam perhitungan prediksi erosi melalui pemodelan penggunaan lahan.

Kelebihan model USLE adalah sederhana, nilai-nilai parameter sudah tersedia pada beberapa tempat (Sinukaban 1997). Mudah dikelola, relatif sederhana dan jumlah parameter yang dibutuhkan relatif sedikit (Schmidtz dan Tameling 2000). Selain itu, juga berguna untuk menentukan kelayakan tindakan konservasi tanah dalam perencanaan lahan dan untuk memprediksi nonpoint sediment losses dalam hubungannya dengan program pengendalian polusi (Lal 1994). Pada tingkat lapangan, USLE sangat berguna untuk merumuskan rekomendasi atau perencanaan yang berkaitan dengan bidang agronomi karena dapat digunakan sebagai dasar untuk pemilihan penggunaan lahan dan tindakan konservasi tanah yang ditujukan untuk menurunkan on-site effect dari erosi (ICRAF 2001 dalam Akbar 2006).

Sedangkan kekurangan dari model USLE adalah (a) tidak akurat untuk prediksi per kejadian hujan (*single storm event*) karena nilai R merupakan rata-rata tahunan, (b) model erosi untuk *agriculture field-scale* kurang mengakomodasi deposisi dan produksi sedimen untuk *catchment scale*, dan (c) tidak memperhitungkan erosi dari *hot spots* seperti erosi parit, *channel erosion*, longsor dll (Sinukaban 1997). Adaptasi model tersebut pada lingkungan yang baru memerlukan investasi sumber daya dan waktu untuk mengembangkan database yang dibutuhkan untuk menjalankannya (Nearing *et al.* 1994).

Sedimen adalah tanah dan bagian tanah yang terangkut dari satu tempat yang tererosi. Sedimen dihasilkan dari proses erosi dan terbawa oleh suatu aliran yang akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat dan kemudian berhenti (Arsyad 2010). Sedangkan sedimentasi merupakan proses erosi tanah yang berjalan secara normal, namun proses pengendapannya berlangsung masih dalam batas-batas yang diperkenankan atau dalam keseimbangan alam dari proses degradasi dan agradasi pada perataan kulit bumi akibat pelapukan.

Pengukuran sedimen dapat dilakukan secara langsung maupun melalui pendekatan prediksi erosi (Auliyani dan Wahyu 2017). Pengukuran secara langsung dilakukan melalui kuantifikasi hasil sedimen yang keluar bersama aliran sungai melalui outlet DAS, sedangkan pengukuran tidak langsung dilakukan melalui pendekatan hasil prediksi erosi yang terjadi dengan mempertimbangkan nilai *Sediment Delivery Ratio* (SDR) dari DAS. Nilai SDR merupakan bilangan yang menunjukkan perbandingan antara nilai jumlah sedimen yang terangkut ke dalam sungai terhadap jumlah erosi yang terjadi di dalam DAS (Arsyad 2010).

2.4 Perencanaan Penggunaan Lahan

Perencanaan pada dasarnya merupakan kegiatan yang berkaitan dengan upaya pemanfaatan sumber daya dan faktor-faktor produksi yang terbatas untuk dapat mencapai hasil yang optimal sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Menurut FAO (1985), perencanaan penggunaan lahan merupakan penilaian yang

sistematik terhadap lahan untuk mendapatkan alternatif penggunaan lahan dan memperoleh opsi yang terbaik dalam memanfaatkan lahan agar terpenuhi kebutuhan manusia dengan tetap menjaga agar lahan tetap dapat digunakan pada masa yang akan datang.

Sasaran umum yang ingin dicapai dalam pengelolaan DAS meliputi (1) rehabilitasi lahan terlantar atau lahan yang masih produktif tetapi digarap dengan cara yang tidak mengindahkan prinsip-prinsip konservasi tanah dan air; (2) perlindungan terhadap lahan-lahan yang umumnya sensitif terhadap terjadinya erosi atau tanah longsor atau lahan-lahan yang diperkirakan memerlukan tindakan rehabilitasi di kemudian hari; dan (3) peningkatan atau pengembangan sumber daya air (Asdak 2010). Menurut Nasution (2005), evaluasi lahan merupakan suatu proses analisis untuk mengetahui potensi lahan untuk penggunaan tertentu yang berguna untuk membantu perencanaan penggunaan dan pengelolaan lahan. Evaluasi lahan meliputi interpretasi data fisik kimia tanah, potensi penggunaan lahan sekarang dan sebelumnya (Jones *et al.* 1990), yang bertujuan untuk memecahkan masalah jangka panjang terhadap penurunan kualitas lahan yang disebabkan oleh penggunaannya saat memperhitungkan dampak penggunaan lahan, merumuskan alternatif penggunaan lahan dan mendapat cara pengelolaan yang lebih baik (Sys 1985).

Dalam usaha optimalisasi penggunaan lahan dan meningkatkan produktivitas lahan pertanian yang berwawasan lingkungan maka berbagai pertimbangan terhadap kemungkinan penggunaan lahan yang lebih sesuai dan menguntungkan sangat diperlukan. Pengambilan keputusan tersebut hanya dapat dilaksanakan apabila melalui proses perencanaan penggunaan lahan yang terarah. Dalam hal ini pemanfaatan lahan harus disesuaikan dengan daya dukung dan potensi lahannya (*carrying capacity*) mempunyai peranan yang cukup penting. Optimalisasi penggunaan lahan pertanian & peningkatan produktivitas lahan yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan harus mempertimbangkan: 1) aspek biofisik dalam suatu kawasan ekologi termasuk daya dukung dan potensi lahan; 2) aspek sosial ekonomi, 3) aspek konservasi dan kelestarian lingkungan untuk kelangsungan penggunaan di masa yang akan datang (Irawan 2013). Permintaan lahan yang terus meningkat mengakibatkan semakin intensifnya penggunaan lahan, maka pemanfaatan lahan secara optimal tanpa mengganggu lingkungan hanya dapat dilaksanakan apabila lahan digunakan menurut kesesuaian, dan daya dukungnya (Subagyo *et al.* 2000).

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

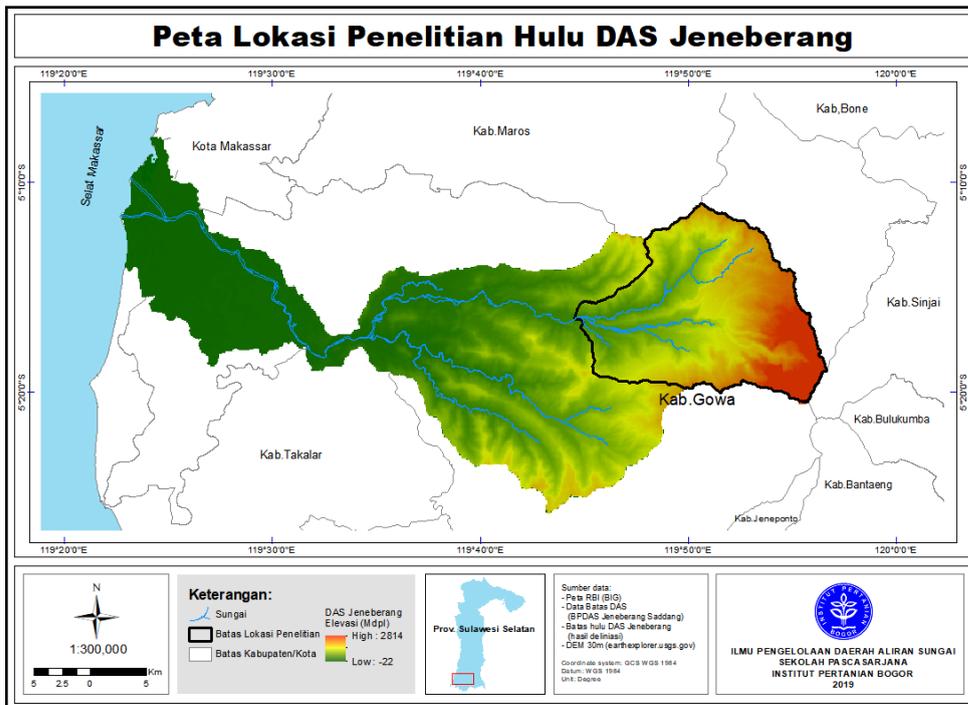
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

III METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif dan deskriptif untuk mengkaji perubahan tutupan lahan hulu DAS Jeneberang, survei lapangan dan analisis laboratorium untuk memperoleh data parameter pendugaan erosi dan sedimen yang dihitung dengan metode empiris, serta analisis teori untuk arahan penerapan tutupan lahan hulu DAS Jeneberang berdasarkan indikator erosi dan sedimen.

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai Maret 2019 hingga Maret 2020, dilaksanakan di hulu DAS Jeneberang Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografis terletak pada posisi 119°44'31,28" Bujur Timur sampai 119°56'39,36" Bujur Timur dan 5°11'0,81" Lintang Selatan sampai 5°20'30,48" Lintang Selatan (Gambar 2) dengan luas wilayah sebesar 24.007,5 ha atau 30,7% dari total luas DAS Jeneberang.



Gambar 2 Lokasi penelitian di hulu DAS Jeneberang

Analisis sifat fisik dan kimia tanah dilakukan di Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah serta Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin - Makassar.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah perangkat komputer, *software* ArcGIS 10.1 dan Idrisi Selva, GPS, alat pengambilan sampel tanah, ring sampel, plastik sampel, kamera, ATK dan peralatan laboratorium yang diperlukan pada analisis tanah.

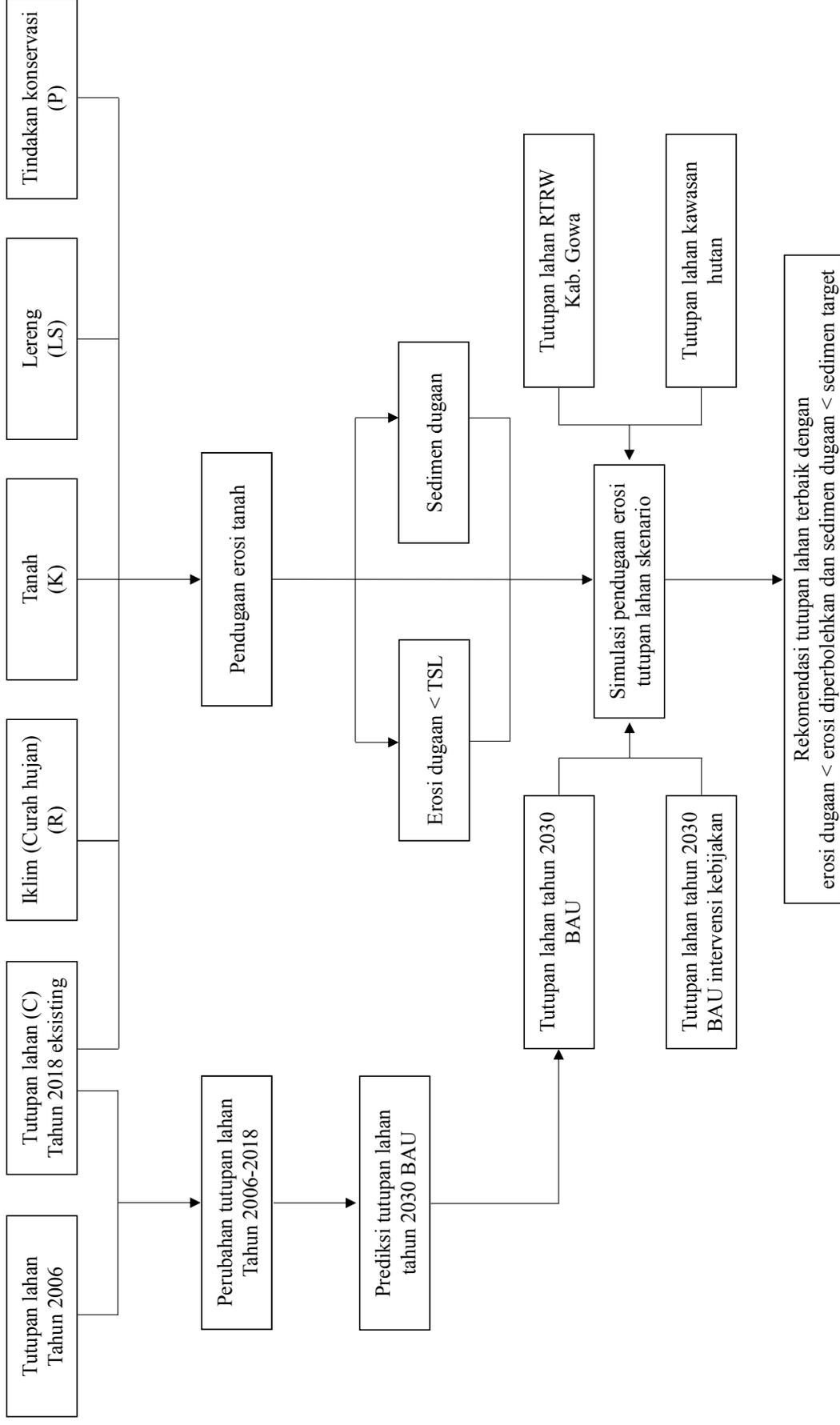
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan mempernyanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Bahan yang digunakan adalah peta dan data tutupan lahan, peta dan data tanah, data curah hujan, data DEM, Data Citra Landsat Tahun 2006 dan 2018, peta RTRW kabupaten Gowa Tahun 2012-2032, peta kawasan hutan DAS Jeneberang. Rincian jenis data yang dibutuhkan dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini untuk lebih jelas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Jenis data yang digunakan dalam penelitian

No.	Tujuan	Jenis data	Sumber data	Analisis data dan keluaran
1.	Menganalisis karakteristik lahan hulu DAS Jeneberang.	- Peta jenis tanah; - DEM; - Peta tutupan lahan.	- Balitbangtan; - Portal earth explorer https://earthexplorer.usgs.gov/ ; - Bappeda Kab. Gowa.	Overlay peta; Observasi dan survei lapangan; analisa parametrik dan deskriptif. Keluaran berupa satuan lahan, data karakteristik tanah, dan keadaan umum lahan hulu DAS Jeneberang.
2.	Menganalisis perubahan tutupan lahan hulu DAS Jeneberang.	- Peta tutupan lahan; - Peta administrasi DAS Jeneberang; - Citra Landsat tahun 2006, 2012 dan 2018 dan Spot 6 tahun 2018.	- Bappeda Kab. Gowa; - BPDAS Jeneberang; - Portal earth explorer https://earthexplorer.usgs.gov/ ; LAPAN.	Analisis perubahan tutupan lahan dengan model <i>marcov</i> dan <i>CA-markov</i> . Perubahan tutupan lahan hulu DAS Jeneberang tahun 2006-2008; prediksi tutupan lahan tahun 2030.
3.	Menduga erosi dan sedimen hulu DAS Jeneberang.	- Peta tutupan lahan, - Peta topografi, - Peta tanah, - DEM, - Data curah hujan, - Data tanah dan lahan.	- Bappeda Kab. Gowa; - Balitbangtan; - Portal earth explorer https://earthexplorer.usgs.gov/ ; - BBWS Pompangan Jeneberang; BPDAS Jeneberang; - Survei lapangan dan analisis laboratorium	Pendugaan erosi dengan metode USLE; menghitung sedimen dengan pendekatan SDR. Nilai erosi dan sedimen dugaan.
4.	Memberikan arahan penerapan tutupan lahan hulu DAS Jeneberang.	- Tutupan lahan tahun 2030; - Peta RTRW kab. Gowa tahun 2012-2032; - Peta kawasan hutan DAS Jeneberang.	- Keluaran tujuan 1; - Bappeda Kab. Gowa; - BPDAS Jeneberang.	Menyusun skenario dan simulasi pendugaan erosi; membandingkan erosi skenario dengan TSL dan sedimen skenario dengan sedimen target. Arahan penerapan tutupan lahan hulu DAS Jeneberang.



Gambar 3 Bagan alir tahapan penelitian

3.3 Prosedur Analisis Data

Prosedur penelitian secara garis besar terdiri atas beberapa tahapan analisis data yaitu analisis perubahan lahan, pendugaan erosi dan penyusunan skenario tutupan lahan. Bagan alir penelitian disajikan pada Gambar 3.

3.3.1 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan adalah data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer berupa data tanah dan keadaan lahan diperoleh dari survei lapangan di setiap unit lahan. Unit lahan ditentukan dari hasil tumpang susun peta topografi, peta tutupan lahan, dan peta tanah dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS 10.1. Pada survei lapangan dilakukan pengambilan sampel tanah terganggu dan tanah utuh pada masing-masing unit lahan perwakilan, kemudian dianalisis di laboratorium. Data sekunder diperoleh dari instansi pemerintahan terkait. Adapun jenis dan sumber data primer dan sekunder yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

3.3.2 Analisis Tutupan Lahan

Analisis tutupan lahan menggunakan data citra direktifikasi atau koreksi geometrik untuk memperbaiki citra akibat kesalahan geometris. Dalam penelitian ini digunakan teknik rektifikasi citra-ke-peta (*image-to-map rectification*). Data referensi yang digunakan dalam proses rektifikasi adalah Peta Rupa Bumi Indonesia kabupaten Gowa. Selanjutnya dilakukan analisis citra satelit secara visual berdasarkan atas sifat fisik yang tampak pada citra. Keberhasilan di dalam penafsiran citra sangat bervariasi bergantung kepada pengalaman interpreter, sifat objek yang diinterpretasikan dan kualitas citra yang digunakan (Lillesand dan Kiefer 1990). Proses interpretasi citra satelit meliputi rona atau warna, tekstur, bentuk, pola, ukuran, bayangan, asosiasi dan situs. Klasifikasi tutupan lahan dilakukan secara terbimbing dengan penentuan kelas tutupan lahan didasarkan pada peta tutupan lahan yang diperoleh dari Bappeda kabupaten Gowa. Selanjutnya analisis spasial menggunakan ArcGIS 10.1 dengan melakukan tumpang tindih (*overlay*) dari peta tutupan lahan tahun 2006 dan 2018 untuk memperoleh data perubahan tutupan lahan.

3.3.3 Prediksi Tutupan Lahan

Tutupan lahan yang akan diproyeksi adalah tutupan lahan tahun 2030 *business as usual* (BAU), yang berarti bahwa prediksi ini dikaji sebagai referensi perubahan tutupan lahan tanpa adanya intervensi faktor penghambat dan pendorong terjadinya perubahan tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang. Proyeksi tutupan lahan dengan asumsi bahwa perubahan berjalan sesuai dengan model yang terjadi pada masa lalu. Hal ini dianggap perlu dilakukan untuk mensimulasikan kemungkinan laju erosi yang terjadi pada tutupan lahan tahun proyeksi. Analisis perubahan dan prediksi tutupan lahan dilakukan dengan perangkat lunak Idrisi Selva 17 melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Analisis perubahan tutupan lahan dengan *overlay* peta tutupan lahan titik tahun 2006 dan 2018.

2. Menjalankan model *markov* untuk mendapatkan matriks transisi perubahan tutupan lahan tahun 2018 yang didasarkan pada perilaku kecenderungan perubahan tutupan lahan pada selang waktu 2006-2018.
3. Menjalankan model *CA-Markov* untuk prediksi perubahan tutupan lahan tahun 2018 menggunakan matriks transisi 2006-2018.
4. Memvalidasi keakuratan tutupan lahan 2018 hasil model dengan tutupan lahan 2018 eksisting dengan menghitung keakuratan model menggunakan nilai Kappa atau nilai K standar.
5. Menjalankan model *CA-Markov* untuk prediksi perubahan tutupan lahan tahun 2030 didasarkan pada perilaku kecenderungan perubahan tutupan lahan pada selang waktu 2006-2018.

3.3.4 Pendugaan Erosi dan Sedimen

Analisis pendugaan erosi di hulu DAS Jeneberang menggunakan metode parametrik yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978), dengan persamaan *Universal Soil Loss Equation* (USLE), sedangkan pendugaan sedimen dihitung melalui pendekatan hasil pendugaan erosi yang dikalikan dengan nisba pelepasan sedimen atau *sediment delivery ratio* (SDR) yang dikembangkan oleh Williams (1977). Pendugaan ini dihitung berdasarkan nilai parameter persamaan yang diperoleh melalui pengumpulan data lapangan dan hasil analisis sampel tanah di laboratorium. Untuk itu dilakukan kegiatan survei lapangan pada unit-unit lahan tertentu. Unit lahan diperoleh dari hasil tumpang susun peta topografi, peta tutupan lahan, dan peta tanah dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS 10.1 untuk menentukan unit lokasi pengambilan sampel tanah pada survei lapang.

Adapun analisis pendugaan erosi dan sedimen yang dilakukan sebagai berikut:

1) Perhitungan pendugaan erosi

Pendugaan erosi tanah dihitung berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran parameter faktor erosi dengan model persamaan USLE, yaitu:

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

Dimana:

- A adalah laju erosi ($\text{ton ha}^{-1} \text{ tahun}^{-1}$).
- R adalah erosivitas hujan. Data yang dikumpulkan adalah curah hujan bulanan, jumlah hari hujan, curah hujan. Untuk menghitung nilai erosivitas hujan digunakan rumus Bols (1978) dalam Arsyad (2010) sebagai berikut:

$$EI_{30} = 6,119 (\text{RAIN})^{1,21} (\text{DAYS})^{-0,47} (\text{MAXP})^{0,53}$$

EI_{30} adalah indeks erosi hujan bulanan, RAIN adalah curah hujan rata-rata bulanan (cm), DAYS adalah jumlah hari hujan rata-rata per bulan, dan MAXP adalah curah hujan maksimum selama 24 jam dalam bulan bersangkutan (cm). Selanjutnya erosivitas dihitung dengan persamaan:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^j (EI_{30})_i}{N}$$

(EI^{30})_i adalah EI_{30} untuk hujan ke-*i*; *j* adalah jumlah kejadian hujan dalam periode waktu; dan *N* adalah jumlah tahun.

- *K* adalah erodibilitas tanah. Data erodibilitas meliputi tekstur, struktur, permeabilitas dan kandungan bahan organik tanah. Persamaan untuk menentukan nilai erodibilitas tanah sebagai berikut:

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

Dimana, *M* adalah tekstur tanah (% debu + % pasir sangat halus) × (100 - % liat); *a* adalah kandungan bahan organik; *b* adalah kelas struktur tanah (Tabel 2); *c* adalah kelas permeabilitas tanah (Tabel 3).

Tabel 4 Kode permeabilitas profil tanah

Kelas permeabilitas	Kecepatan (cm jam ⁻¹)
Sangat lambat	< 0,5
Lambat	0,5 - 2,0
Lambat sampai sedang	2,0 - 6,3
Sedang	6,3 - 12,7
Sedang sampai cepat	12,7 - 25,4
Cepat	> 25,4

Sumber: Arsyad (2010).

Tabel 3 Kode struktur tanah

Kelas struktur tanah (ukuran diameter)	Kode
Granular sangat halus (< 1 mm)	1
Granular halus (1 - 2 mm)	2
Granular sedang sampai kasar (2 - 10 mm)	3
Berbentuk <i>blok</i> , <i>blocky</i> , <i>plat</i> , dan <i>masif</i>	4

Sumber: Arsyad (2010).

- *LS* adalah panjang dan kemiringan lereng. Penetapan nilai panjang dan kemiringan lereng berdasarkan Tabel 4. Sutapa (2010) menyatakan bahwa dalam praktek lapangan, nilai panjang lereng sering dihitung sekaligus dengan faktor kecuraman sebagai faktor *LS*. Hasil penelitian Simanjuntak *et al.* (2017) mengkonfirmasi bahwa penentuan faktor *LS* dengan metode input nilai tabel merupakan metode paling sederhana dan menghasilkan nilai *LS* terkecil yang paling sesuai untuk menduga erosi menggunakan data vektor.

Tabel 2 Nilai indeks faktor *LS* di hulu DAS Jeneberang

Kemiringan lereng (%)	Nilai <i>LS</i>
0-8	0.4
8-15	1.4
15-25	3.1
25-40	6.8
>40	9.5

Sumber: Kironoto (2003) dalam Sutapa (2010)

- *C* adalah pengelolaan tanaman, yaitu nisbah antara jumlah erosi pada lahan yang bervegetasi dengan jumlah erosi pada lahan yang diberakan tanpa

tanaman dengan jenis tanah, kemiringan lereng dan panjang lereng yang identik. Penetapan nilai C mengacu pada nilai faktor C dalam Arsyad (2010) yang merupakan hasil dari berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Lampiran 1), yang kemudian disesuaikan dengan peta tutupan lahan dan hasil survei lapangan.

- P adalah pengelolaan lahan, yaitu nisbah antara jumlah erosi pada lahan dengan tindakan konservasi tertentu dengan jumlah erosi pada lahan yang diolah menurut lereng dibawah kondisi yang identik. Penetapan nilai P didasarkan atas berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya (Lampiran 2) dengan memperhatikan hasil cek lapangan.

Berdasarkan pengukuran dan pengamatan kelima faktor erosi metode USLE diatas, kemudian dilakukan penetapan nilai faktor erosi pada setiap unit lahan dengan segala atributnya yang diperoleh dari tumpang tindih layer di dalam sistem informasi geografis dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS 10.1. Selanjutnya dilakukan analisis pendugaan erosi dengan memperhatikan parameter-parameter USLE pada setiap unit lahan. Erosi dugaan rata-rata per tahun diperoleh dengan menjumlahkan seluruh hasil laju erosi pada setiap unit lahan di hulu DAS Jeneberang.

2) Perhitungan pendugaan sedimen

Tidak semua tanah yang tererosi hasil pendugaan USLE ditransfortasikan masuk ke dalam sungai tetapi sebagian terdeposisikan pada daerah datar atau cekungan, sehingga hasil erosi yang keluar dari outlet DAS harus dikalikan dengan SDR (*sediment delivery ratio*). SDR dihitung dengan persamaan:

$$SDR = 4,40 \times 10^{-12} A^{-0,217} (R_b/L)^{0,3940} (CN)^{5,680}$$

Dimana, A menyatakan luas DAS, R_b adalah relief DAS (selisih antara elevasi maksimal terhadap elevasi outlet), L adalah panjang lereng dan CN adalah *Curve Number* pada Lampiran 3 (Williams 1977). Untuk memperoleh jumlah sedimen (*sediment yield*), digunakan persamaan (Wischmeier dan Smith 1978):

$$Sediment\ yield = SDR \times A \text{ (laju erosi)}$$

Pendugaan sedimen dengan pendekatan nilai SDR pada penelitian ini ditentukan dengan menetapkan satu nilai SDR untuk seluruh wilayah penelitian. Hasil erosi rata-rata tertimbang di hulu DAS Jeneberang sebagai A (laju erosi) dalam satuan ton per hektar per tahun dikalikan dengan nilai SDR sehingga diperoleh sedimen dugaan rata-rata di hulu DAS Jeneberang.

3.3.5 Erosi yang Diperbolehkan (TSL)

Penetapan erosi tanah yang masih dapat ditoleransi atau *tollerable soil loss* (TSL) menggunakan kriteria oleh Wood dan Dent (1983) dalam Banuwa (2013). Kriteria ini menggunakan konsep dengan mempertimbangkan kedalaman ekuivalen (*equivalent depth*), laju pembentukan tanah, dan umur guna (*resources life*). Untuk menetapkan nilai TSL digunakan persamaan berikut:

$$TSL = \frac{De - Dmin}{UGT} + LPT$$

Dimana TSL merupakan besarnya erosi yang ditoleransikan dalam (mm/tahun); De adalah kedalaman tanah ekuivalen, dari hasil perkalian kedalaman efektif tanah (mm) dengan nilai faktor kedalaman tanah (mm) (Lampiran 4); Dmin adalah kedalaman tanah minimum yang dipertahankan (Lampiran 5); LPT adalah laju pembentukan tanah (Lampiran 6); dan UGT adalah umur guna tanah (350 tahun).

Nilai erosi dugaan hasil dari perhitungan menggunakan metode USLE dinyatakan dalam ton/ha/tahun, sedangkan nilai TSL dinyatakan dalam milimeter per tahun. Untuk mengkonversi menjadi ton per hektar per tahun, maka nilai TSL (mm/tahun) dikalikan dengan nilai bobot isi tanah dan dikali 10.

3.3.6 Klasifikasi Laju Erosi

Klasifikasi laju erosi dari modifikasi tingkat bahaya erosi (TBE) Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.32/MENHUT-II/2009 yang menunjukkan tingkat ancaman yang dapat ditimbulkan dengan adanya kejadian erosi tanpa memperhitungkan kedalaman solum tanah. Klasifikasi laju erosi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Klasifikasi laju erosi

Laju erosi (ton/ha/tahun)	Kelas
< 15	Sangat rendah
15 – 60	Rendah
60 – 180	Sedang
180 – 480	Tinggi
> 480	Sangat tinggi

Keterangan: Modifikasi Permenhut Nomor P.32/Menhut-II/2009 (2009)

3.3.7 Menyusun Skenario Arahan Penerapan Tutupan Lahan

Penyusunan arahan penerapan tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang berdasarkan target indikator erosi yang ditoleransi dan target sedimen pada waduk. Dalam Arsyad (2010) besarnya erosi aktual yang merupakan hasil erosi dugaan dari tanah dalam kondisi penanaman dengan atau tanpa tindakan konservasi hasil perhitungan menggunakan persamaan USLE harus lebih kecil atau sama dengan TSL.

$$A \text{ aktual (R.K.LS.C P)} \leq \text{TSL}$$

Untuk menjaga agar kerusakan tanah tidak terjadi dan tanah dapat digunakan secara lestari, besar erosi potensial harus ditekan menjadi sama atau lebih kecil dari TSL. Erosi potensial yaitu erosi yang terjadi dari sebidang tanah yang terbuka tanpa adanya tanaman dan tindakan konservasi tanah lebih kecil dari TSL. Besarnya erosi potensial ditekan dengan memodifikasi dan menerapkan tanaman atau pola tanam (C) dan tindakan konservasi tanah (P) yang sesuai. Nilai maksimum dari CP yang digunakan dihitung dengan cara:

$$CP_{\text{maks}} \leq \text{TSL} / \text{RKLS}$$

Simulasi pendugaan erosi dilakukan pada beberapa skenario yang disusun berdasarkan tutupan lahan yang berbeda untuk mendapatkan rekomendasi tutupan lahan terbaik di hulu DAS Jeneberang (Tabel 6). Skenario arahan tutupan lahan untuk menekan laju erosi yang terjadi di wilayah penelitian. Adapun skenario yang ditetapkan, yaitu: penerapan tutupan lahan eksisting,

penerapan tutupan lahan hasil proyeksi tutupan lahan tahun 2030 BAU dengan intervensi kebijakan, penerapan tutupan lahan kawasan hutan, dan penerapan tutupan lahan RTRW kabupaten Gowa.

Tabel 6 Skenario arahan tutupan lahan hulu DAS Jeneberang

No	Skenario Tutupan Lahan	Deskripsi
1.	Eksisting	Menggambarkan kondisi tutupan lahan eksisting (saat ini) dengan tutupan lahan tahun 2018.
2.	Tahun 2030 BAU	Penerapan tutupan lahan hasil proyeksi tahun 2030 <i>Business as usual</i> (BAU). Dari skenario tutupan lahan ini dapat dilihat bagaimana potensi erosi tanah di hulu DAS Jeneberang dengan adanya perubahan lahan di tahun mendatang.
3.	Tahun 2030 BAU dengan intervensi kebijakan	Penerapan tutupan lahan hasil proyeksi tahun 2030 BAU dengan intervensi kebijakan kawasan hutan dipertahankan, yang mana lahan dalam kawasan hutan tidak mengalami perubahan pada saat dilakukan proyeksi tutupan lahan tahun 2030.
4.	Kawasan hutan	Mengimplementasikan tutupan lahan sesuai dengan peta kawasan hutan di hulu DAS Jeneberang berdasarkan fungsi kawasan menurut Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: P.50/Menhut-II/2009 tentang Penegasan Status dan Fungsi Kawasan Hutan
5.	RTRW	Mengimplementasikan tutupan lahan sesuai dengan rencana tata ruang wilayah (RTRW) kabupaten Gowa Tahun 2012 sampai 2032 di wilayah hulu DAS Jeneberang.

Hasil simulasi pendugaan erosi masing-masing skenario tutupan lahan pada Tabel 6 kemudian dipilih dan ditetapkan sebagai skenario terbaik yang memenuhi syarat erosi dugaan lebih kecil dari erosi yang diperbolehkan. Namun, apabila hasil simulasi erosi dugaan dari semua skenario tidak memenuhi syarat erosi dugaan lebih kecil dari erosi yang diperbolehkan, maka dipilih skenario tutupan lahan yang menghasilkan nilai erosi dugaan paling rendah untuk kemudian dilakukan modifikasi faktor tindakan konservasi tanah pada unit-unit lahan yang memiliki nilai erosi sedang sampai sangat tinggi sehingga nilai P dapat diturunkan menjadi lebih kecil dari nilai sebelumnya. Disamping target erosi dugaan, diharapkan skenario terbaik akan menghasilkan sedimen dugaan lebih kecil dari sedimen target yang diperbolehkan di waduk Bili-bili.

IV KONDISI UMUM WILAYAH

4.1 Letak Geografis dan Kondisi Umum DAS Jeneberang

Secara geografis wilayah penelitian terletak pada posisi 119°44'03" sampai 119°56'39" Bujur Timur dan 5°11'01" sampai 5°20'30" Lintang Selatan. Berada pada ketinggian 600 – 2.833 mdpl, mencakup beberapa wilayah administrasi kecamatan di kabupaten Gowa. Sebagian besar wilayah penelitian berada pada wilayah Kecamatan Tinggi Moncong dan Kecamatan Parigi, yaitu masing-masing 64,81% dan 27,64% dari total luas wilayah penelitian. Sedangkan 7,54% masuk pada wilayah Kecamatan Manuju, Parangloe, Bungaya, Bontolempangan, Tombolo Pao, dan wilayah Kecamatan Tompobulu.

DAS Jeneberang merupakan salah satu dari 108 DAS kritis di Indonesia dan termasuk dalam 15 DAS prioritas berdasarkan rencana aksi strategis perencanaan pembangunan jangka menengah Ditjen PDAS-HL 2014-2019 (Ditjen PDAS-HL 2015). DAS ini memiliki luas kurang lebih 78.883,9 ha, berhulu di Kabupaten Gowa daerah Gunung Bawakaraeng dan Gunung Lompobattang sedang hilirnya di wilayah Kabupaten Takalar dan Kota Makassar yaitu Selat Makassar. Terdapat daerah penampungan air (*reservoir*) utama yaitu bendungan Bili-bili. Bencana alam yang sering terjadi diantaranya adalah tanah longsor dan erosi. Nurdin *et al.* (2014), menyatakan bahwa longsor terjadi karena proses alami, yakni adanya gangguan kestabilan pada tanah penyusun lereng yang dipengaruhi oleh kondisi geomorfologi terutama faktor kemiringan lereng. Peluang terjadinya erosi dan longsor makin besar dengan makin curamnya lereng. Makin curam lereng makin besar pula volume dan kecepatan aliran permukaan yang berpotensi menyebabkan erosi.

Asrib *et al.* (2011) menyatakan bahwa terjadi perubahan pemanfaatan lahan dan juga terjadinya longsoran dinding kaldera pada tahun 2004 yang merupakan hulu DAS Jeneberang. Potensi sedimen akibat longsor yang cukup besar akan mengalir ke hilir bila intensitas hujan tinggi sehingga rawan terjadi aliran debit dengan konsentrasi tinggi. Kondisi sungai Jeneberang yang masih kontinyu mengalirkan sedimen pada saat terjadi banjir dan mengendap di sepanjang alur sungai sampai ke bendungan. Akibatnya terjadi peningkatan sedimen di bendungan Bili-bili sehingga bendungan mengalami pendangkalan yang pada akhirnya akan mengurangi umur operasi bendungan dan mengancam keberlanjutan fungsi bendungan.

Bendungan Bili-bili yang merupakan salah satu bendungan terbesar di Propinsi Sulawesi Selatan terletak di bagian tengah DAS Jeneberang mulai diresmikan penggunaannya pada tahun 1999. Bendungan ini merupakan bendungan serbaguna yang dibangun dengan tujuan untuk pengendalian banjir, pemenuhan kebutuhan air irigasi, suplai air baku dan pembangkit listrik tenaga air. Bendungan Bili-bili memiliki luas tangkapan air sebesar 384,4 km² dengan perencanaan umur guna 50 tahun. Luas genangan 18,5 km² dan kedalaman efektif 36,6 m. Adapun volume tampungan total bendungan Bili-bili yang dapat dibendung adalah sebesar 375.000.000 m³ dengan volume tampungan efektif sebesar 346.000.000 m³ dan volume tampungan sedimen sebesar 29.000.000 m³ (JICA 2005).

4.2 Iklim

Kondisi iklim didekati dari hasil pencatatan data curah hujan harian selama 11 tahun (2007 sampai 2017) pada pantauan stasiun Malino, Pimbola dan Tanralili dengan rata-rata curah hujan wilayah tahunan yaitu 3.516,3 mm/tahun (Tabel 7). Curah hujan wilayah tahunan maksimum terjadi pada tahun 2010, yaitu 4.806 mm/tahun, sedangkan curah hujan tahunan wilayah minimum terjadi pada tahun 2006, yaitu 1.574 mm/tahun. Curah hujan rata-rata wilayah bulanan tertinggi terjadi pada bulan Januari, yaitu 715,9 mm per bulan. Curah hujan rata-rata wilayah bulanan terendah terjadi pada bulan Agustus, yaitu 39,1 mm per bulan.

Tabel 7 Rata-rata curah hujan, bulan kering (BK) dan bulan basah (BB) wilayah hulu DAS Jeneberang tahun 2007 sampai 2017

Bulan/ Tahun	Curah hujan (mm)										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Januari	645	563	756	930	800	463	1117	1028	756	285	532
Februari	566	362	514	453	614	185	637	448	485	395	809
Maret	263	173	252	365	672	361	533	371	811	335	371
April	352	191	246	287	495	220	445	321	421	364	326
Mei	137	70	219	322	295	108	324	183	209	211	253
Juni	301	89	165	147	172	66	294	193	109	94	250
Juli	31	23	59	222	117	32	249	93	0	183	121
Agustus	21	51	20	138	27	0	60	64	0	30	19
September	33	49	56	159	14	15	64	12	1	107	85
Oktober	165	236	212	339	58	5	89	42	0	270	188
November	360	452	380	576	355	38	151	122	59	272	447
Desember	588	605	484	868	651	81	674	424	607	318	679
BK (bulan)	3	3	3	0	3	5	1	2	5	1	1
BB (bulan)	9	7	9	12	9	5	9	8	7	10	10

$$Q = \text{rata-rata BK} / \text{rata-rata BB} = 2,45 / 8,64 = 0,284$$

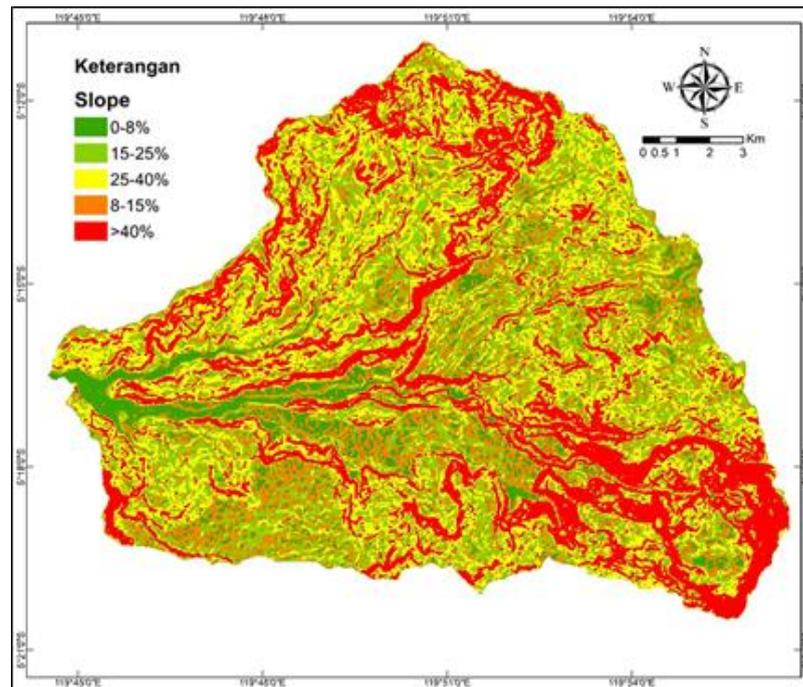
Kategori tipe iklim berdasarkan sistem klasifikasi Schmidt dan Ferguson ditetapkan dengan menentukan nilai Q, yaitu perbandingan rata-rata bulan kering (BK) dengan jumlah rata-rata bulan basah (BB) dikalikan 100%. Rata-rata jumlah BK (curah hujan < 60 mm/bulan) adalah 2,45 bulan dan rata-rata jumlah BB (curah hujan > 100 mm/bulan) adalah 8,64 bulan. Nilai Q yang diperoleh di hulu DAS Jeneberang sebesar 0,284 yaitu termasuk dalam tipe iklim B atau daerah dengan vegetasi hutan hujan tropis.

4.3 Topografi

Bentuk wilayah pada dasarnya ada yang datar, landai, bergelombang, berbukit, bergunung dan curam. Keadaan topografi wilayah hulu DAS Jeneberang sangat bervariasi dengan kontur datar sampai sangat curam. Data diperoleh dari olahan data DEM 30m x 30m dengan menetapkan 5 kelas interval kemiringan lahan yaitu datar (0 sampai 8%), landai (8 sampai 15%), agak curam (15 sampai 25%), curam (25 sampai 40%) dan sangat curam (lebih besar dari 40%). Kelas lereng yang mendominasi adalah kelas lereng curam dengan luas 7.694,9 ha. Data luas penyebaran kemiringan lereng di hulu DAS Jeneberang disajikan pada Tabel 8 dan dispasialkan pada Gambar 4.

Tabel 8 Keadaan topografi dan luas penyebarannya di hulu DAS Jeneberang tahun 2018

Kelas lereng	Kemiringan lereng (%)	Luas	
		Ha	%
Datar	0-8	1.756,3	7,3
Landai	8-15	1.787,8	7,5
Agak curam	15-25	5.328,1	22,2
Curam	25-40	7.694,9	32,1
Sangat curam	>40	7.440,4	30,9



Gambar 4 Peta sebaran kemiringan lereng hulu DAS Jeneberang

4.4 Geologi dan Karakteristik Tanah

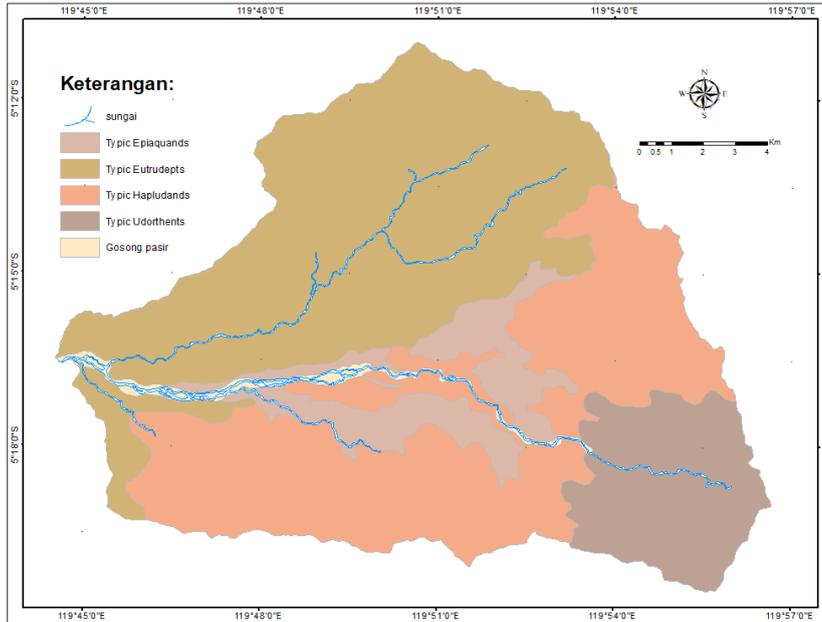
Keadaan geologi wilayah hulu DAS Jeneberang terdiri atas formasi camba dengan bahan induk batuliat berkapur berselingan dengan batuan gunung api basalt sebesar 18,5% dari luas wilayah penelitian, 59,6% lava andesit basalt dan 18,9% berasal dari bahan induk lava breksi, tufa, konglomerat.

Tabel 9 Jenis satuan tanah hulu DAS Jeneberang

Jenis satuan tanah	Luas	
	ha	%
Typic Epiaquands	2.059,2	8,6
Typic Eutrudepts	10.202,6	42,5
Typic Hapludans	8.228,4	34,3
Typic Udorthents	2.911,6	12,1

Sumber: BPSDLH (2016)

Karakteristik tanah di lokasi penelitian berdasarkan peta tanah semi detail kabupaten Gowa yang diperoleh dari BPSDLH (2016) terdapat empat satuan tanah yang dominan, yaitu Typic Eutrudepts, Typic Hapludans, Typic Epiaquands dan Typic Udorthents dengan total persentase luasan 97,5% dari total luas wilayah penelitian, sedangkan 2,5% merupakan tubuh air dan gosong pasir. Persentase luasan tiap satuan tanah disajikan pada Tabel 9. Satuan tanah Typic Eutrudepts yang mendominasi wilayah hulu DAS Jeneberang adalah dengan luasan 10.202,6 ha. Sebaran secara spasial dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Peta sebaran satuan tanah hulu DAS Jeneberang

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

V HASIL DAN PEMBAHASAN

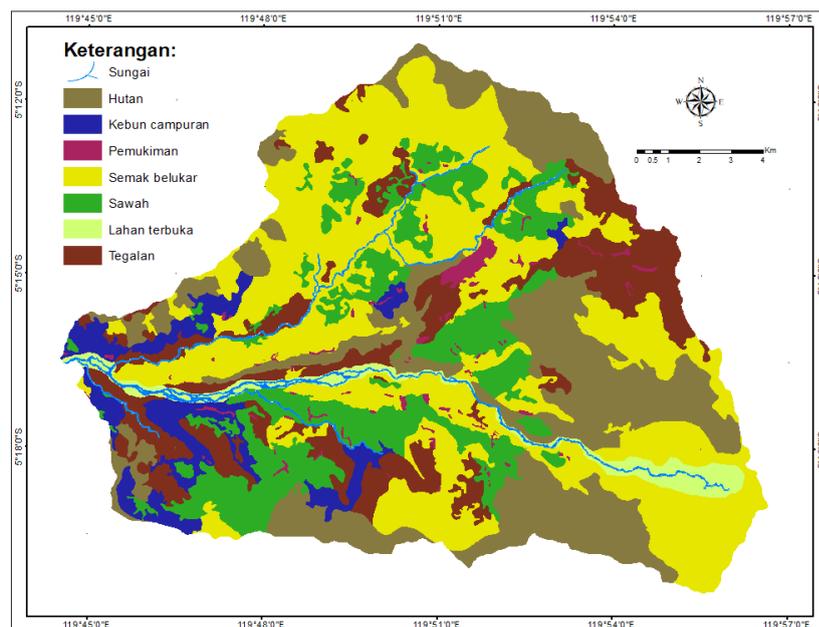
5.1 Perubahan Tutupan Lahan Hulu DAS Jeneberang

Tutupan lahan di lokasi penelitian dibagi dalam delapan kelas tutupan lahan, yaitu hutan, kebun campuran, lahan terbuka, pemukiman, sawah, tegalan, semak belukar dan tubuh air. Hasil analisis *overlay* tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang secara spasial menunjukkan perubahan berupa penambahan dan pengurangan luas lahan pada rentang tahun 2006 sampai tahun 2018. Demikian halnya untuk tutupan lahan tahun 2030 hasil proyeksi BAU diperoleh perubahan luasan tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang.

5.1.1 Perubahan Tutupan Lahan Hulu DAS Jeneberang Tahun 2006-2018

Kondisi tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang pada tahun 2006 didominasi oleh semak belukar seluas 8.856,1 ha atau 36,9 %, diikuti tutupan lahan hutan 5.613 ha. Tutupan lahan lainnya terdiri atas lahan sawah, tegalan, kebun campuran, lahan terbuka, pemukiman dan badan air. Secara berurutan masing-masing memiliki luas lahan sebesar 15,1 %; 13,1 %; 5,5 %; 3,6 %; 1,2 % dan 1,1 % dari total wilayah hulu DAS Jeneberang.

Demikian halnya dengan kelas tutupan lahan tahun 2006 di hulu DAS Jeneberang, tutupan lahan tahun 2018 didominasi oleh semak belukar. Luas tutupan lahan ini sebesar 8.873 ha atau 37 % dari total luas wilayah penelitian. Diikuti oleh tutupan lahan hutan dengan luas sebesar 5.593,5 ha atau 23,3 %. Sebaran tutupan lahan lainnya terdiri atas lahan sawah, tegalan, kebun campuran, lahan terbuka, pemukiman dan badan air dengan luasan masing-masing sebesar 15,1 %; 13,8 %; 5,5 %; 2,8 %; 1,3 % dan 1,1 % dari total wilayah penelitian. Sebaran tutupan lahan tahun 2018 di hulu DAS Jeneberang secara spasial dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Peta tutupan lahan hulu DAS Jeneberang tahun 2018

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang pada rentang tahun 2006 sampai tahun 2018 mengalami penambahan dan pengurangan luas lahan. Lahan yang mengalami penurunan luas paling besar adalah tanah terbuka, yaitu sebesar 158,4 ha. Diikuti oleh tutupan lahan hutan dan kebun campuran, masing-masing seluas 19,5 ha dan 1,5 ha. Tutupan lahan yang mengalami penambahan paling besar adalah tegalan dengan luas 158,4 ha. Diikuti oleh tutupan lahan pemukiman, semak belukar dan sawah masing-masing seluas 19,9 ha; 16,9 ha; dan 7,8 ha. Penambahan luas pemukiman dan lahan pertanian tidak terpisahkan dari aspek pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat sehingga cenderung memicu terjadinya alih fungsi lahan untuk memenuhi kebutuhan hidup. Putiksari *et al.* (2014) menyatakan bahwa meningkatnya kebutuhan rumah tangga dari waktu ke waktu menuntut aktifitas pertanian semakin meningkat, sehingga mendorong peningkatan luas kebutuhan lahan yang berakibat pada konversi di berbagai penutupan lahan menjadi lahan budidaya. Perubahan luas tutupan lahan pada rentang tahun 2006 sampai tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Luas dan persentase perubahan tutupan lahan hulu DAS Jeneberang tahun 2006 sampai 2018

Tutupan lahan	Tahun 2006		Tahun 2018		Selisih	
	ha	%	ha	%	ha	%
Hutan	5.613,0	23,4	5.593,5	23,3	-19,5	-0,1
Kebun campuran	1.327,1	5,5	1.325,6	5,5	-1,5	0,0
Lahan terbuka	859,9	3,6	677,8	2,8	-182,0	-0,8
Permukiman	295,7	1,2	315,5	1,3	19,9	0,1
Sawah	3.626,8	15,1	3.634,6	15,1	7,8	0,0
Semak belukar	8.856,1	36,9	8.873,0	37,0	16,9	0,1
Sungai	272,6	1,1	272,6	1,1	0,0	0,0
Tegalan	3.156,3	13,1	3.314,7	13,8	158,4	0,7
Jumlah	24.007,5	100,0	24.007,5	100,0	0,0	0,0

Keterangan: tanda minus (-) menunjukkan penurunan luas tutupan lahan.

5.1.2 Tutupan Lahan Hulu DAS Jeneberang Tahun 2030

Prediksi tutupan lahan pada penelitian ini dikaji sebagai referensi perubahan tutupan lahan tanpa adanya intervensi faktor penghambat dan pendorong terjadinya perubahan tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang. Perubahan pada tahun-tahun mendatang diasumsikan berjalan sesuai dengan model yang terjadi pada masa lalu. Ilyas *et al.* (2014) menyatakan prediksi perubahan penggunaan lahan dengan membuat model perubahan penggunaan lahan yang menggunakan data penggunaan lahan tahun-tahun sebelumnya merupakan alat untuk memahami dan menjelaskan dinamika perubahan penggunaan lahan. Ramlan *et al.* (2015) menambahkan bahwa prediksi perubahan penggunaan lahan sangat penting untuk mengantisipasi dampak akibat implementasi sebuah kebijakan pengalokasian ruang.

Tutupan lahan tahun 2030 diproyeksi berdasarkan laju rata-rata perubahan luas dan pola perubahan tutupan lahan periode tahun 2006 sampai tahun 2018. Metode yang digunakan dalam memprediksi tutupan lahan 2030 BAU adalah CA-Markov, dengan input data tutupan lahan tahun 2018 sebagai tahun awal dan

transition probability matrix tahun 2006-2018 (Tabel 11) sebagai matriks transisinya dengan iterasi 12. Hasil prediksi tutupan lahan tahun 2018 hasil model dibandingkan dengan tutupan lahan tahun 2018 eksisting menghasilkan nilai Kstandar 0,93 (Lampiran 7). Nilai ini menunjukkan akurasi kesepakatan yang sangat baik. Oleh karena itu, model dianggap layak untuk digunakan memprediksi tutupan lahan 2030.

Tabel 11 Matriks probabiliti prediksi tutupan lahan tahun 2018 dan 2030 hulu DAS Jeneberang

Tutupan lahan 2006	Tutupan lahan 2018						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0,8474	0,0000	0,1281	0,0000	0,0000	0,0245	0,0000
2	0,0212	0,8449	0,0000	0,0000	0,1339	0,0000	0,0000
3	0,0000	0,0000	0,8477	0,0000	0,0475	0,1048	0,0000
4	0,0000	0,0000	0,1600	0,8400	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,0000	0,0000	0,0000	0,1504	0,8496	0,0000	0,0000
6	0,0043	0,0000	0,1296	0,0245	0,0029	0,8387	0,0000
7	0,0000	0,0000	0,0872	0,0000	0,0000	0,2012	0,7116

Keterangan: 1 = hutan; 2 = kebun campuran; 3 = tegalan; 4 = pemukiman; 5 = sawah; 6 = semak belukar; 7 = lahan terbuka.

Hasil prediksi tutupan lahan menunjukkan bahwa masing-masing kelas memiliki peluang untuk mengalami peningkatan atau penurunan luasan. Tutupan lahan hutan yang mengalami penurunan persentase luasan lahan paling besar yaitu 3,3 % dari luas wilayah penelitian. Tutupan lahan lainnya yang mengalami penurunan luas area adalah kebun campuran, semak belukar dan lahan terbuka. Sedangkan tegalan, pemukiman dan sawah mengalami peningkatan luas yaitu masing-masing sebesar 6,1 %; 0,4 % dan 1,3 % dari total luas wilayah penelitian. Matriks transisi perubahan luas tutupan lahan tahun 2018 dan 2030 di hulu DAS Jeneberang dapat dilihat pada Tabel 12.

Table 12 Matriks transisi perubahan luas tutupan lahan tahun 2018 dan 2030 di hulu DAS Jeneberang

Tutupan lahan 2018	Tutupan lahan 2030 BAU (ha)						
	1	2	3	4	5	6	7
1	4.764,6	1,4	724,8	0,2	3,1	98,9	0,4
2	30,0	1.106,1	4,8	0,9	182,2	1,1	0,7
3	0,0	4,8	3.149,5	0,8	159,3	0,3	0,1
4	0,0	0,0	0,0	315,5	0,0	0,0	0,0
5	5,2	0,3	2,5	28,7	3.579,6	16,6	1,8
6	7,0	1,1	795,0	102,1	26,3	7.941,1	0,2
7	0,3	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	676,2

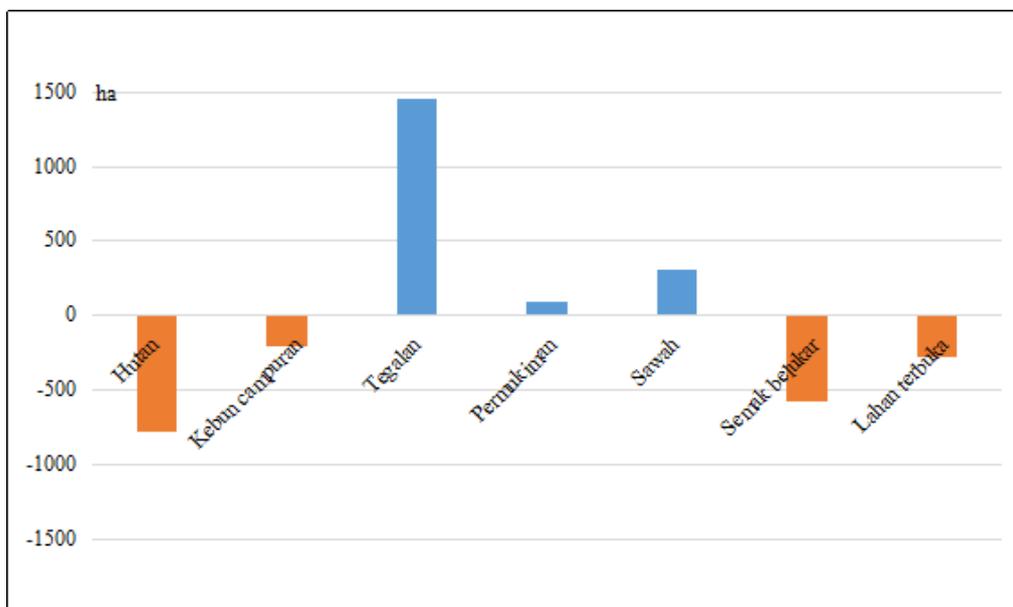
Keterangan: 1 = hutan; 2 = kebun campuran; 3 = tegalan; 4 = pemukiman; 5 = sawah; 6 = semak belukar; 7 = lahan terbuka.

Tabel 13 Perbandingan luas tutupan lahan tahun 2018 dengan tahun 2030
BAU hasil *modeling* di hulu DAS Jeneberang

Tutupan lahan	2018		2030		Selisih	
	ha	%	ha	%	ha	%
Hutan	5.593,5	23,3	4.808,6	20,0	-784,9	-3,3
Kebun campuran	1.325,6	5,5	1.117,9	4,7	-207,8	-0,9
Tegalan	3.314,7	13,8	4.771,9	19,9	1.457,1	6,1
Permukiman	315,5	1,3	406,6	1,7	91,0	0,4
Sawah	3.634,6	15,1	3.937,2	16,4	302,6	1,3
Semak belukar	8.873,0	37,0	8.292,1	34,5	-580,8	-2,4
Lahan terbuka	677,8	2,8	400,7	1,7	-277,2	-1,2

Keterangan: tanda minus (-) menunjukkan penurunan luas tutupan lahan.

Tutupan lahan yang mengalami penambahan luasan di tahun 2030 adalah tegalan, pemukiman dan sawah. Penambahan paling besar pada lahan tegalan sebesar 1.457,1 ha atau 6,1 % dari luas wilayah penelitian. Pertumbuhan penduduk yang semakin bertambah mengakibatkan kebutuhan pangan sehingga bertambah, sehingga memicu terjadinya penambahan lahan pertanian seperti tegalan dan sawah. Demikian halnya pada penambahan lahan pemukiman karena dipicu oleh pertumbuhan penduduk yang terus meningkat. Luas dan persentase perbandingan tutupan lahan 2018 dengan luas tutupan lahan 2030 dapat dilihat pada Tabel 13, sedangkan grafik penambahan dan penurunan luas tiap tutupan lahan pada Gambar 7.



Gambar 7 Grafik penambahan dan penurunan luas tiap tutupan lahan tahun 2018-2030 *modeling* hulu DAS Jeneberang

Prediksi tutupan lahan tahun-tahun yang akan datang dianggap perlu dilakukan untuk melihat kemungkinan erosi yang terjadi dengan perubahan tutupan lahan yang mengikuti peluang perubahan tahun-tahun sebelumnya. Menurut Rosnila (2004), perubahan penggunaan lahan tidak dapat dihindari dalam suatu proses pelaksanaan pembangunan wilayah. Perubahan tersebut terjadi karena adanya keperluan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang semakin meningkat terhadap penggunaan lahan.

5.2 Erosi dan Sedimen Dugaan Hulu DAS Jeneberang

Pendugaan erosi tanah di hulu DAS Jeneberang dianalisis pada masing-masing unit lahan menggunakan nilai parameter faktor-faktor erosi tanah dari persamaan USLE. Faktor-faktor erosi yang menentukan meliputi erosivitas hujan, erodibilitas tanah, lereng, vegetasi dan pengelolaan tanah. Hasil penetapan nilai masing-masing faktor erosi diuraikan sebagai berikut:

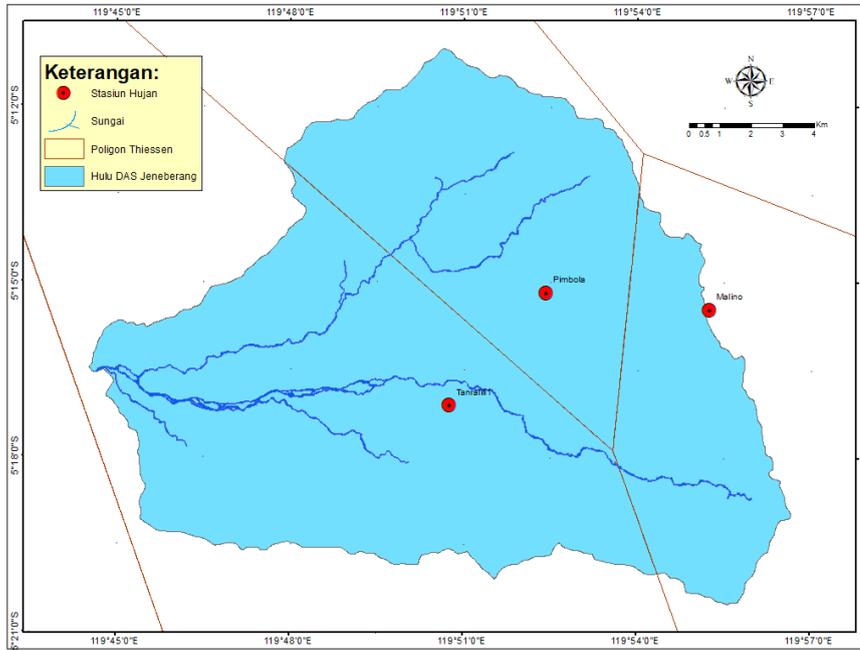
5.2.1 Erosivitas Hujan (R)

Indeks erosivitas hujan dihitung dengan metode Bols (1978) dalam Arsyad (2010), penetapan nilai ditentukan dari jumlah curah hujan rata-rata bulanan, jumlah hari hujan rata-rata bulanan, dan curah hujan maksimum dalam bulan bersangkutan. Data yang digunakan adalah data tahun 2007 sampai 2017 pada pantauan 3 stasiun hujan, yaitu stasiun Malino; Pimbola; dan Tanralili. Nilai R dari data hujan ketiga stasiun dapat dilihat pada Tabel 14. Penyebaran nilai indeks erosivitas hujan dianalisis berdasarkan distribusi curah hujan wilayah yang dihitung dengan menggunakan metode *polygon Thiessen* (Gambar 8).

Tabel 14 Curah hujan rata-rata bulanan dan nilai R tahun 2007-2017 di hulu DAS Jeneberang dan sekitarnya

Bulan	Stasiun Malino		Stasiun Pimbola		Stasiun Tanralili	
	CH (mm)	R	CH (mm)	R	CH (mm)	R
Januari	806	927,6	570	683,8	199	943,9
Februari	531	379,7	420	492,6	473	393,2
Maret	407	322,4	432	441,2	249	291,5
April	382	171,2	272	212,2	421	186,2
Mei	239	175,7	154	92,7	201	194,8
Juni	164	111,8	163	138,9	232	139,6
Juli	128	70,2	75	28,9	103	59,8
Agustus	34	14,1	48	12,4	38	10,6
September	43	23,9	61	24,2	180	33,0
Oktober	138	107,8	153	81,0	535	117,2
November	259	197,1	299	202,8	455	237,2
Desember	571	547,1	466	349,3	416	623,9
Total	3.702	3.048,6	3.113	2.760,0	3.502	3.230,7

Keterangan: CH : Curah hujan, R : Erosivitas

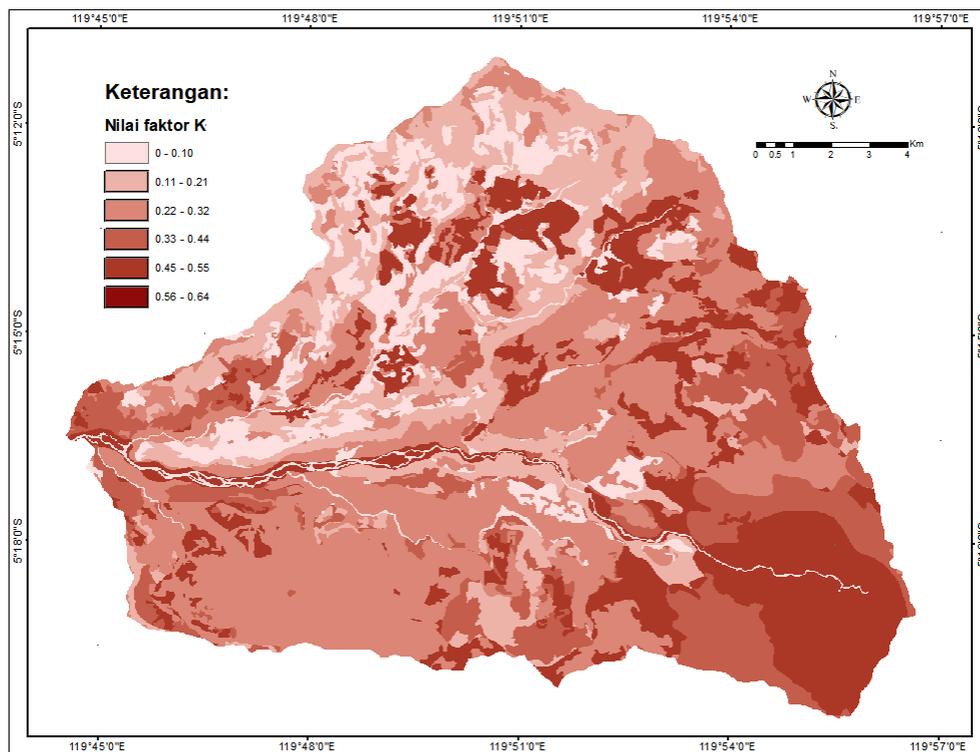


Gambar 8 Distribusi wilayah hujan hulu DAS Jeneberang

Besarnya kemampuan hujan untuk menyebabkan erosi (nilai faktor R) yang diperoleh di hulu DAS Jeneberang yaitu sebesar 3.230,7 dari analisis data curah hujan stasiun Tanralili dengan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 3.502 mm. Distribusi nilai R ini mencakup 50,9 % luas wilayah penelitian. Hasil analisis data curah hujan pada stasiun Pimbola, diperoleh nilai R sebesar 2.760,0 dengan curah hujan rata-rata tahunan dengan curah hujan rata-rata tahunan 3.112 mm, dan pada stasiun Malino nilai R sebesar 3.048,6 dengan curah hujan rata-rata tahunan 3.701 mm. Masing-masing nilai R ini mencakup 31,8 % dan 17,4 % dari luas wilayah penelitian. Arsyad (2010) menyatakan bahwa besarnya curah hujan, intensitas dan distribusi hujan menentukan kekuatan dispersi hujan terhadap tanah, jumlah kekuatan aliran permukaan serta tingkat kerusakan erosi yang terjadi. Besarnya erosi berkaitan dengan banyaknya aliran permukaan. Dengan meningkatnya aliran permukaan, maka akan memicu erosi tanah meningkat pula.

5.2.2 Erodibilitas Tanah (K)

Indeks erodibilitas tanah menunjukkan tingkat kerentanan tanah terhadap erosi, yaitu retensi partikel terhadap pengikisan dan perpindahan tanah oleh energi kinetik hujan (Herawati 2010). Sebaran erodibilitas tanah di wilayah hulu DAS Jeneberang tahun 2018 berdasarkan hasil analisis sampel tanah disajikan secara spasial pada Gambar 9. Nilai indeks kepekaan tanah terhadap erosi yang diperoleh berkisar dari 0,08 sampai 0,57 dari kategori yang sangat rendah hingga kategori sangat tinggi. Kepekaan tanah terhadap erosi berbeda-beda ditentukan oleh sifat fisik dan kimia tanah. Semakin tinggi nilai erodibilitas tanah maka tanah akan semakin mudah tererosi, dengan kata lain bahwa tingginya nilai erodibilitas tanah mengindikasikan potensi erosi akan semakin tinggi.



Gambar 9 Nilai erodibilitas tanah (K) hulu DAS Jeneberang tahun 2018

Nilai erodibilitas tanah di hulu DAS Jeneberang didominasi oleh kategori rendah dengan nilai K sebesar 0,11 sampai 0,21. Diikuti oleh kategori sedang dengan nilai K berkisar antara 0,22 sampai 0,32 dan kategori agak tinggi dengan nilai K sebesar 0,45 sampai 0,55 yang masing-masing memiliki luas lahan secara berurutan sebesar 29,0 %; 28,3 % dan 26,1 %. Lahan lainnya dengan kategori nilai K tinggi (0,45 sampai 0,55); sangat rendah (0,0 sampai 0,10); dan kategori sangat tinggi (0,56 sampai 0,64) masing-masing secara berurutan memiliki luas lahan yaitu sebesar 12,7 %; 2,6 %; dan 1,3 % dari total luas wilayah penelitian.

Erodibilitas tanah secara umum dikontrol oleh empat faktor utama yaitu tekstur tanah, struktur tanah, bahan organik, dan permeabilitas tanah. Tekstur tanah menggambarkan perbandingan ukuran pasir, debu, dan lempung dari suatu agregat tanah. Partikel pasir memiliki dimensi diameter berukuran 0,05 mm sampai 2 mm, sedangkan debu berukuran 0,0002 sampai 0,05 mm, serta lempung berdimensi kurang dari 0,002 mm. Tekstur tanah mempengaruhi derajat perkolasi stabilitas tanah. Tanah dengan kandungan pasir semakin banyak, akan memiliki pori-pori tanah yang besar, sehingga memudahkan air untuk mengalami infiltrasi dan perkolasi lebih cepat. Semakin halus ukuran butir partikel tanah, maka semakin kecil ukuran pori tanah, sehingga jarak antar butir menjadi semakin berdekatan. Kondisi semacam ini memiliki potensi untuk terjadi *runoff* semakin besar (Ayuningtyas *et al.* 2018).

Dari hasil analisis tanah hulu DAS Jeneberang, diperoleh tekstur tanah yang mendominasi adalah kelas tekstur lempung liat berdebu, lempung berdebu, lempung berliat, dan lempung. Kelas tekstur tanah tersebut memiliki fraksi halus dan sedang dengan kandungan debu tinggi, dengan luas lahan mencapai 35 % atau sekitar 8.393 ha. Wischmeier dan Mannering (1969) menyatakan bahwa

tanah dengan kandungan debu tinggi adalah tanah yang paling mudah tererosi. Tanah dengan dominan pasir kemungkinan memiliki kepekaan erosi yang rendah, karena laju infiltrasinya tinggi sehingga mengurangi laju permukaan aliran (Dewi *et al.* 2012). Begitu juga dengan tanah bertekstur liat, ikatan antar partikel-partikel tanah yang kuat dan agregat tanah mantap sehingga tidak mudah tererosi.

Tutupan lahan yang mendominasi nilai K kategori sangat rendah adalah hutan dan semak belukar. Rendahnya tingkat kepekaan tanah pada lahan ini dipicu karena pada lahan hutan mengandung bahan organik yang cukup tinggi, sedangkan pada lahan semak belukar memiliki tekstur tanah dengan kandungan persen liatnya sangat tinggi. Tutupan lahan yang mendominasi nilai K kategori sangat tinggi adalah pemukiman, tanah terbuka dan sawah. Tingginya nilai kepekaan erosi pada lahan tersebut karena karakteristik tanah seperti bahan organik yang kurang, dengan struktur tanah yang masif, serta permeabilitas yang sangat lambat.

Lahan dengan nilai kepekaan erosi tanah kategori sedang dan agak tinggi yang mendominasi di hulu DAS Jeneberang akan berpotensi memiliki nilai K kategori tinggi. Oleh karena itu, dianggap perlu usaha untuk menghalangi kemungkinan tersebut. Usaha yang perlu dilakukan pada faktor pembatas erodibilitas tanah adalah dengan pemberian bahan organik sehingga stabilitas agregat tanah terjaga. Hasil penelitian Ping *et al.* (2012) dan Wati *et al.* (2014) juga menunjukkan bahwa tanah dengan kandungan bahan organik tinggi mempunyai kepekaan erosi yang rendah. Kandungan bahan organik pada tanah dapat meningkatkan stabilitas dan agregasi tanah serta meningkatkan daya serap air sehingga partikel tanah tidak mudah tererosi.

5.2.3 Kelerengan Lahan (LS)

Faktor kelerengan lahan yang berpengaruh adalah panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S). Keduanya mempengaruhi respon lahan terhadap hujan, volume dan kejadian aliran permukaan yang mengakibatkan erosi. Nilai faktor LS berkisar antara 0,4 sampai 9,5 yang ditetapkan berdasarkan kelas kemiringan lereng. Kondisi lereng curam dan sangat curam mendominasi wilayah hulu DAS Jeneberang dengan nilai faktor LS rata-rata 6,8 seluas 7.694,9 ha dan nilai LS 9,5 seluas 7.440,4 ha. Sebaran luas dan persentase nilai LS di hulu DAS Jeneberang tahun 2018 disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15 Nilai indeks faktor LS rata-rata di hulu DAS Jeneberang tahun 2018

Kemiringan lereng (%)	Nilai LS rata-rata	Luas	
		ha	%
0-8	0,4	1.756,3	7,3
8-15	1,4	1.787,8	7,5
15-25	3,1	5.328,1	22,2
25-40	6,8	7.694,9	32,1
>40	9,5	7.440,4	30,9

Terdapat 15.035 ha atau sekitar 63 % dari total wilayah hulu DAS Jeneberang memiliki kelerengan diatas 25 %. Dengan kondisi topografi yang didominasi oleh lereng curam dan sangat curam ini, memicu lahan di wilayah penelitian memiliki potensi erosi yang besar. Arsyad (2010) menyatakan bahwa

semakin curam lereng jumlah tanah yang terpercik oleh tumbukan butir hujan akan semakin banyak. Kemiringan lereng sangat mempengaruhi kecepatan limpasan permukaan. Banuwa (2013) menambahkan bahwa aliran air memberikan pengaruh besar terhadap erosi karena akan mengangkut tanah dan bagian-bagian tanah dari suatu tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Besarnya erosi akan meningkat apabila lereng semakin curam atau semakin panjang. Makin besar nilai kemiringan lereng, maka kesempatan air untuk masuk ke dalam tanah akan terhambat sehingga volume limpasan permukaan semakin besar yang mengakibatkan potensi bahaya erosi tanah semakin besar.

5.2.4 Vegetasi (C) dan Pengelolaan Tanah (P)

Faktor C merupakan faktor yang menunjukkan keseluruhan pengaruh dari faktor vegetasi, serasah, kondisi permukaan tanah dan pengelolaan lahan terhadap besarnya tanah yang tererosi. Sedangkan faktor P adalah rasio antara tanah tererosi rata-rata dari lahan yang mendapat perlakuan konservasi tertentu terhadap tanah tererosi rata-rata dari lahan yang diolah tanpa tindakan konservasi. Penetapan nilai faktor vegetasi berdasarkan nilai Lampiran 1 dan faktor konservasi tanah pada Lampiran 2, dengan kemiripan tutupan lahan yang disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16 Nilai indeks faktor C dan P di hulu DAS Jeneberang tahun 2018

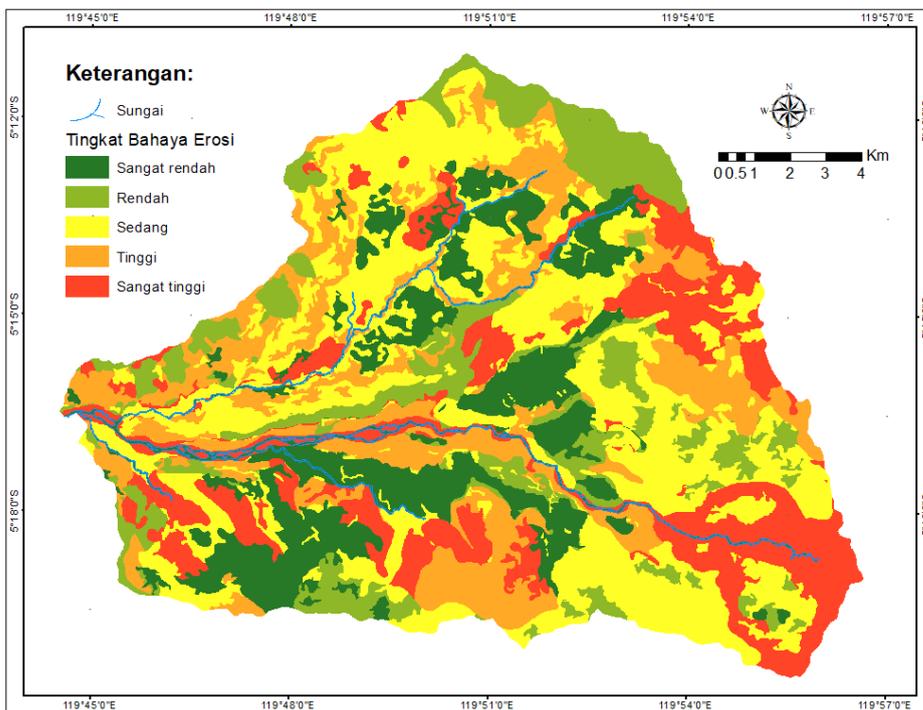
Tutupan lahan tahun 2018	Nilai	
	C	P
Hutan: tutupan lahan hutan tidak terganggu dan hutan tanaman dengan campuran berbagai jenis pohon.	0,01	1
Kebun campuran: lahan pertanian dengan tanaman tahunan kerapatan sedang dengan teras konstruksi sedang.	0,2	0,15
Semak belukar: lahan kering yang ditumbuhi vegetasi alami heterogen homogen dengan tingkat kerapatan jarang hingga rapat.	0,3	1
Sawah: lahan pertanian berupa tanaman padi yang digenangi air atau diberi air dengan konservasi teras bangku berkualitas sempurna.	0,1	0,15
Lahan terbuka: tanah kosong yang tidak diolah.	1	1
Tegalan: lahan kering yang digunakan untuk kegiatan pertanian dengan jenis tanaman semusim dengan pengolahan tanah dan penanaman menurut garis kontur.	0,35	0,9

Vegetasi merupakan lapisan pelindung atau penyangga antara atmosfer dan tanah. Peran vegetasi sebagai penutup tanah sangat berpengaruh terhadap aliran permukaan dan erosi tanah. Vegetasi yang hidup di atas permukaan tanah dapat memperbaiki kemampuan tanah menyerap air karena adanya sisa tanaman atau serasah yang meningkatkan kandungan bahan organik tanah dan meningkatkan kemampuan infiltrasi tanah. Selain itu, vegetasi di atas permukaan tanah mampu memperkecil kekuatan perusak butir-butir hujan yang jatuh dan daya dispersi serta daya angkut aliran permukaan. Begitupun

sebaliknya, apabila pertumbuhan vegetasi berkurang maka sisa-sisa tanaman yang kembali ke tanah dan pelindung tanah akan berkurang pula, sehingga mengakibatkan erosi menjadi lebih besar (Arsyad 2010).

5.2.5 Klasifikasi Laju Erosi dan Erosi Yang Diperbolehkan

Hasil analisis pendugaan erosi di hulu DAS Jeneberang tahun 2018 sebesar 3,83 sampai 5.160,2 ton/ha/tahun. Klasifikasi laju erosi yang mendominasi adalah kategori erosi sedang dengan luas lahan sebesar 7.354,6 ha. Lahan tersebar pada kemiringan lereng landai hingga sangat curam dengan tutupan lahan semak belukar, tegalan dan kebun. Daerah sebaran kategori erosi sangat tinggi dengan total luas 4.374,4 ha terdapat pada lahan terbuka, tegalan dan semak belukar pada kondisi kemiringan lereng datar sampai diatas sangat curam. Diikuti dengan kelas erosi tinggi dengan total luas 4.525,2 ha pada lahan tegalan kondisi lereng datar, serta semak belukar pada kondisi lereng agak curam sampai sangat curam. Kelas erosi rendah tersebar pada tutupan berupa hutan, kebun, sawah dan semak belukar pada kondisi lereng landai sampai lereng yang sangat curam dengan total luas sebesar 4.053,9 ha. Adapun daerah dengan klasifikasi erosi sangat rendah seluas 3.112,2 ha menyebar pada kondisi lereng datar sampai sangat curam pada lahan hutan, semak belukar dan didominasi oleh lahan sawah. Sebaran klasifikasi laju erosi hulu DAS Jeneberang tahun 2018 secara spasial dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Peta klasifikasi laju erosi di hulu DAS Jeneberang tahun 2018

Sebaran daerah yang memiliki klasifikasi erosi sangat tinggi dan daerah dengan tingkat erosi tinggi adalah daerah yang memiliki kemiringan lereng agak curam sampai sangat curam dengan nilai faktor tutupan lahan tinggi dan tanpa adanya tindakan konservasi tanah. Hasil erosi dugaan di setiap tutupan lahan hulu DAS Jeneberang pada tahun 2018 cenderung mengalami peningkatan seiring dengan semakin besarnya tingkat kemiringan lereng (Tabel 18).

Hardjowigeno (2015) menyatakan bahwa besarnya erosi akan meningkat apabila lereng semakin curam atau semakin panjang. Makin besar nilai kemiringan lereng, maka kesempatan air untuk masuk kedalam tanah akan terhambat sehingga volume limpasan permukaan semakin besar mengakibatkan potensi bahaya erosi semakin besar. Sejalan dengan Wati *et al.* (2014) bahwa besarnya laju erosi mengalami penurunan dengan semakin rendahnya kelerengan. Banuwa (2013) menambahkan bahwa aliran air memberikan pengaruh besar terhadap erosi karena akan mengangkut tanah dan bagian-bagian tanah dari suatu tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah.

Tabel 127 Hasil pendugaan erosi di hulu DAS Jeneberang berdasarkan tutupan lahan dan kemiringan lereng tahun 2018

No	Tutupan lahan	Kemiringan lereng	Luas (ha)	A (ton/ha/thn)	Erosi total (ton/ thn)	TSL (ton/ha/thn)
1	Hutan	>40%	2.980,6	17,7	57.803,8	37,9
2	Hutan	25-40%	1.468,0	30,5	48.324,7	38,0
3	Hutan	15-25%	1.074,1	13,5	14.063,5	30,2
4	Hutan	8-15%	74,7	5,2	389,4	16,6
5	Kebun campuran	25-40%	894,9	183,5	164.233,7	36,9
6	Kebun campuran	15-25%	258,0	69,0	17.794,4	31,8
7	Kebun campuran	8-15%	174,5	44,4	7.753,9	41,9
8	Semak belukar	>40%	3.617,5	2.088,9	7.556.403,7	29,7
9	Semak belukar	25-40%	3.422,3	1.343,0	4.596.196,6	28,8
10	Semak belukar	15-25%	1.446,4	693,5	1.003.021,7	25,8
11	Semak belukar	8-15%	366,3	295,5	108.243,9	25,8
12	Semak belukar	0-8%	21,6	41,8	901,6	37,4
13	Sawah	25-40%	1.150,8	3,8	4.407,6	28,1
14	Sawah	15-25%	1.234,2	6,5	8.071,8	28,1
15	Sawah	8-15%	1.021,1	19,7	20.105,1	28,1
16	Sawah	0-8%	228,8	5,9	1.345,1	27,4
17	Lahan terbuka	15-25%	320,4	5.160,2	1.653.370,1	19,7
18	Lahan terbuka	8-15%	39,6	2.330,4	92.190,6	19,7
19	Lahan terbuka	0-8%	317,9	665,8	211.680,7	19,7
20	Tegalan	>40%	387,2	2.495,2	966.174,1	25,1
21	Tegalan	25-40%	1.212,9	1.644,8	1.995.010,0	22,1
22	Tegalan	15-25%	1.001,7	1.297,6	1.299.734,0	22,7
23	Tegalan	8-15%	113,2	541,9	61.343,1	21,6
24	Tegalan	0-8%	601,3	154,6	92.973,2	30,8

Lahan terbuka pada kelas lereng agak curam merupakan lahan dengan pendugaan erosi tertinggi. Hal ini tentunya disebabkan oleh tidak adanya vegetasi yang menjadi pelindung tanah terhadap pukulan air hujan sehingga tanah mudah terdispersi dan terangkut oleh aliran permukaan. Intensitas hujan yang cukup tinggi dengan distribusi hujan yang tidak merata menjadi pemicu tingginya erosi. Selain itu, disebabkan oleh belum diterapkannya teknik konservasi tanah yang memadai pada lahan dengan kondisi lereng yang curam.

Lahan sawah dan hutan pada kondisi lereng landai sampai curam memiliki pendugaan erosi lebih kecil dari erosi yang diperbolehkan. Hal ini menunjukkan bahwa pada lahan tersebut resiko klasifikasi laju erosi rendah hingga sangat rendah. Sedangkan pada lahan tegalan, semak belukar, dan kebun campuran pada kondisi lereng curam sampai sangat curam memiliki laju erosi jauh melebihi kehilangan tanah yang diperbolehkan. Kondisi ini menunjukkan perlu dilakukan tindakan pengelolaan tanaman sebagai tutupan lahan dan tindakan konservasi tanah untuk menekan laju kehilangan tanah pada lahan tersebut.

Penggunaan lahan yang tidak disertai pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah yang baik dapat memicu laju erosi semakin tinggi. Sparovek & Schnug (2001) menyatakan bahwa intensifikasi sistem pertanian dengan manajemen intensif untuk jangka panjang dapat menyebabkan erosi dengan kecepatan erosi di sistem pertanian tropis lebih cepat daripada kecepatan pembentukan tanah. Komaruddin (2008) menambahkan bahwa untuk melestarikan tanah di lahan pertanian dengan kemiringan tinggi seharusnya dilakukan rehabilitasi tanaman kehutanan. Dengan demikian seharusnya dilakukan upaya konservasi lahan.

Erosi yang ditoleransi di hulu DAS Jeneberang berkisar antara 16,6 sampai 41,9 ton/ha/tahun dengan rata-rata TSL tertimbang wilayah sebesar 28,9 ton/ha/tahun, sedangkan rata-rata laju erosi kondisi eksisting di hulu DAS Jeneberang sebesar 813,1 ton/ha/tahun. Lahan dengan erosi dugaan dibawah TSL hanya sebesar 4.732,8 ha atau 19,7 % dari total luas wilayah penelitian tersebar pada lahan sawah dan hutan. Banuwa (2013) menyatakan bahwa laju erosi yang lebih besar dari erosi yang diperbolehkan menunjukkan adanya potensi ketidakseimbangan kelestarian lingkungan. Hal ini berarti perlu dilakukan upaya pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah sehingga nilai erosi dapat menjadi lebih kecil dari nilai erosi yang diperbolehkan.

5.2.6 Pendugaan Sedimen

Erosi tanah yang terjadi pasti akan membawa sedimen, begitu pula di DAS Jeneberang. Tidak semua tanah yang tererosi pada suatu lahan hasil prediksi USLE ditransfortasikan masuk kedalam sungai tetapi sebagian terdeposisikan pada daerah datar atau cekungan, sehingga hasil erosi yang keluar dari outlet DAS harus dikalikan dengan SDR. Untuk mendapatkan jumlah sedimen hulu DAS Jeneberang pada penelitian ini, digunakan persamaan SDR menurut Williams (1977) dengan memperhitungkan luas wilayah, nisbah relief DAS dengan panjang lereng serta nilai *curve number* (CN). Penetapan nilai CN berdasarkan pengklasifikasian kelompok hidrologi tanah dan tutupan lahan. Berdasarkan pengklasifikasian tersebut diperoleh nilai CN tertimbang dimana nilai CN yang ditentukan berdasarkan jenis tanah dan tata guna lahan. Nilai CN tertimbang dari masing-masing tutupan lahan yang diperoleh, kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan luas areal hulu DAS Jeneberang (240,07 km²) dan diperoleh CN komposit sama dengan 75,1. Berdasarkan nilai parameter yang ditetapkan, maka diperoleh nilai SDR sebesar 0,11 (Lampiran 8).

Melalui pendekatan nilai SDR yang dikalikan dengan nilai erosi dugaan di hulu DAS Jeneberang, maka diperoleh sedimen dugaan sebesar 83,11 ton/ha/tahun. Nilai ini tentunya sangat tinggi dari nilai sedimen target yang ada di bendungan Bili-bili. Menurut JICA (2005) bahwa volume tampungan sedimen bendungan Bili-bili sebesar 29.000.000 m³ dengan usia guna 50 tahun. Luas daerah tangkapan 38.440 ha, sehingga diperoleh rata-rata daya tampung sedimen sebesar 18 ton/ha/tahun. Selisih antara sedimen target di bendungan Bili-bili dengan sedimen dugaan di hulu DAS Jeneberang tahun 2018 sebesar 65,11 ton/ha/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa perlu dilakukan pengelolaan tanaman dan usaha tindakan konservasi penanggulangan sedimentasi di wilayah hulu DAS Jeneberang.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

5.3 Arahan Penerapan Tutupan Lahan di Hulu DAS Jeneberang

Tujuan dari simulasi penerapan tutupan lahan untuk mencari tutupan lahan terbaik untuk pengelolaan DAS di hulu DAS Jeneberang. Penutupan lahan dalam hal kerapatan vegetasi, sangat berpengaruh dalam mengurangi kekuatan energi kinetik hujan yang dapat memecah struktur tanah menjadi partikel-partikel lebih kecil. Partikel-partikel tanah yang terlepas pada akhirnya ikut terhanyut oleh aliran air di permukaan menuju tempat yang lebih rendah (Kubangun *et al.* 2016). Hal ini menunjukkan bahwa tutupan lahan merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap besarnya erosi.

Hasil pendugaan erosi dengan kondisi tutupan lahan eksisting tahun 2018 di hulu DAS Jeneberang mempunyai tingkat erosi rata-rata tahunan yang sangat tinggi melebihi tingkat erosi yang diperbolehkan. Untuk mengendalikan dan menekan kehilangan tanah yang terjadi pada lahan, maka upaya yang perlu dilakukan adalah mengurangi pengaruh dari faktor-faktor erosi sehingga prosesnya dapat terhambat atau berkurang. Arsyad (2010) menyatakan bahwa faktor erosi yang dapat diubah oleh manusia yaitu vegetasi di atas tanah, panjang lereng, sebagian sifat tanah seperti kesuburan tanah ketahanan agregat dan kapasitas infiltrasi tanah.

5.3.1 Skenario dan Simulasi Penerapan Tutupan Lahan Terhadap Pendugaan Erosi

Simulasi penerapan tutupan lahan terhadap pendugaan erosi di hulu DAS Jeneberang dapat menjadi acuan yang digunakan dalam perencanaan pengelolaan DAS yang mempertimbangkan laju erosi. Tutupan lahan sebagai faktor vegetasi dapat mengurangi energi kinetik hujan melalui tajuk bertingkat, intersepsi air hujan, aliran batang, tetesan tajuk, lolosan tajuk sehingga dapat mengurangi kecepatan aliran permukaan dan kekuatan perusak air oleh akar dan sisa-sisa serasah tanaman. Upaya menurunkan total jumlah erosi eksisting di lahan hulu DAS Jeneberang dengan penerapan alternatif tutupan lahan berdasarkan empat skenario lainnya, yaitu:

1. Skenario tutupan lahan proyeksi tahun 2030 *BAU* merupakan penerapan tutupan lahan hasil proyeksi tutupan lahan yang dihasilkan dari rata-rata perubahan luas dan pola perubahan tutupan lahan periode tahun 2006 sampai 2018 sehingga menghasilkan proyeksi tutupan lahan tahun 2030.
2. Skenario tutupan lahan proyeksi tahun 2030 *BAU* intervensi kebijakan merupakan penerapan tutupan lahan yang dibuat dengan adanya kebijakan yang dibuat oleh pemerintah. Hutan yang berada di dalam kawasan hutan sesuai peta kawasan hutan dipertahankan dan tutupan lahan bukan hutan yang terlanjur berada di dalam kawasan hutan dihentikan penambahannya.
3. Skenario tutupan lahan kawasan hutan wilayah BPDAS Jeneberang Saddang, merupakan penerapan tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang sesuai dengan peta kawasan hutan berdasarkan fungsi kawasan.
4. Skenario penerapan tutupan lahan mengikuti Peta RTRW kabupaten Gowa Tahun 2012-2032 yang merupakan peta arah kebijakan tata ruang yang sifatnya menyeluruh dan mengatur arah pengembangan pusat-pusat kegiatan pada wilayah Kabupaten Gowa.



Simulasi pendugaan erosi dari masing-masing skenario menggunakan nilai faktor iklim, tanah, lereng dan tindakan konservasi yang sama dengan perhitungan pendugaan erosi pada kondisi eksisting. Sedangkan faktor erosi yang diubah dari perhitungan pendugaan erosi skenario adalah faktor vegetasi dengan menggunakan tutupan lahan dari masing-masing skenario tutupan lahan. Nilai hasil pendugaan total erosi masing-masing skenario pada simulasi penerapan tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18 Luas lahan klasifikasi laju erosi dan nilai rata-rata erosi dugaan dengan penerapan skenario tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang

Skenario tutupan lahan	A (ton/ha/thn)	Luas lahan tingkat bahaya erosi (ha)				
		Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat tinggi
Eksisting	807,5	3.981,9	3.634,6	3.255,6	1.535,7	11.599,7
Tahun 2030 BAU	836,2	4.198,2	3.022,9	3.112,3	1.458,0	12.216,1
Tahun 2030 BAU intervensi kebijakan	775,9	4.198,3	3.747,4	3.213,3	1.457,9	11.390,5
Kawasan hutan	426,9	5.151,3	5.472,0	4.757,0	1.472,9	7.154,3
RTRW	332,4	5.527,5	6.073,7	5.240,6	2.006,8	5.158,9

Keterangan:

A: erosi rata-rata tertimbang hasil perhitungan dengan metode USLE.

Hasil analisis pendugaan erosi dari simulasi penerapan tutupan lahan skenario diperoleh total erosi yang paling tinggi pada tutupan lahan tahun 2030 BAU. Terjadi peningkatan total erosi sebesar 3,6 % dari erosi rata-rata eksisting dengan peningkatan luas lahan dengan tingkat bahaya erosi sangat tinggi sebesar 616,4 ha. Penurunan laju erosi rata-rata pada penerapan tutupan lahan kawasan hutan dan RTRW masing-masing sebesar 47,1 % dan 58,8 % dari laju erosi kondisi eksisting. Nasrullah (2013) menyatakan bahwa peningkatan luas hutan akan dapat mengurangi tumbukan langsung butir hujan ke tanah yang dapat mengurangi terjadinya splash erosi. Selain itu, aliran permukaan sebagai pengangkut sedimen juga berkurang karena tertahan oleh tegakan pohon dan banyak yang terinfiltrasikan.

Meskipun hasil simulasi penerapan tutupan lahan kawasan hutan dan RTRW kabupaten Gowa tahun 2012-2032 mengalami penurunan laju erosi rata-rata yang cukup besar dari keadaan eksisting, namun rata-rata laju erosi tertimbang hulu DAS Jeneberang masih dalam kategori klasifikasi laju erosi yang sangat tinggi. Selain itu, nilai rata-rata laju erosi dugaan masih sangat jauh dari batas rata-rata tertimbang yang diperbolehkan yaitu sebesar 28,9 ton/ha/tahun. Olehnya itu dibutuhkan modifikasi faktor tindakan konservasi sebagai upaya untuk menurunkan laju erosi di hulu DAS Jeneberang agar dibawah laju erosi yang diperbolehkan.

5.3.2 Skenario Penerapan Tutupan Lahan Tahun 2030 BAU

Tutupan lahan yang digunakan pada skenario ini adalah tutupan lahan tahun 2030 *business as usual* (BAU) hasil proyeksi yang dihasilkan dari rata-rata perubahan luas dan pola perubahan tutupan lahan periode tahun 2006 sampai 2018. Tutupan lahan tutupan lahan 2030 BAU dikaji sebagai referensi perubahan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

tutupan lahan tanpa adanya intervensi faktor penghambat dan pendorong terjadinya perubahan tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang. Proyeksi tutupan lahan dengan asumsi bahwa perubahan berjalan sesuai dengan model yang terjadi pada masa lalu. Simulasi perhitungan erosi dengan penerapan tutupan lahan ini bertujuan untuk melihat kemungkinan erosi yang terjadi dengan perubahan tutupan lahan mengikuti peluang perubahan tahun-tahun sebelumnya. Hal ini dianggap perlu dilakukan untuk mengantisipasi dampak erosi akibat perubahan tutupan lahan tahun proyeksi.

Berdasarkan hasil analisis tutupan lahan tahun 2030 (Tabel 14), tutupan lahan yang dominan di hulu DAS Jeneberang adalah semak belukar seluas 8.292,1 ha (34,5 %) dan hutan seluas 4.808,6 ha (20 %), sedangkan luasan penutupan lahan terkecil adalah tubuh air dengan luas sebesar 272,6 ha (1,1 %). Rata-rata hasil erosi dugaan di hulu DAS Jeneberang pada penerapan skenario tutupan lahan tahun 2030 BAU menunjukkan kehilangan tanah yang lebih besar 3,6 % dari erosi dugaan eksisting. Hal ini diduga karena perubahan tutupan lahan dengan vegetasi rapat mengalami penurunan luasan, yaitu hutan sebesar 784,9 ha (3,3 %) seiring dengan penambahan luas lahan tegalan sebesar 1.457,1 ha (6,1 %). Hasil penelitian Salim *et al.* (2019) menunjukkan bahwa skenario tutupan lahan dengan mengkonversi lahan hutan sebesar 10 % menjadi pertanian lahan kering menyebabkan terjadinya peningkatan erosi rata-rata sebesar 30,4 %. Perubahan tutupan lahan eksisting 2018 menjadi tutupan lahan tahun 2030 BAU di hulu DAS Jeneberang disajikan pada Lampiran 10.

5.3.3 Skenario Penerapan Tutupan Lahan Tahun 2030 BAU Intervensi Kebijakan

Skenario tutupan lahan proyeksi tahun 2030 BAU intervensi kebijakan merupakan penerapan tutupan lahan yang dibuat dengan adanya kebijakan dan aturan yang dibuat oleh pemerintah. Kebijakan yang menyatakan bahwa kawasan hutan adalah wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan oleh Pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai hutan tetap. Oleh karena itu, pada skenario ini diterapkan perubahan lahan yang boleh berubah dan tidak berubah dari hasil proyeksi tutupan lahan 2030 BAU. Hutan yang berada di dalam kawasan hutan sesuai peta kawasan hutan dipertahankan dan tutupan lahan bukan hutan yang terlanjur berada di dalam kawasan hutan dihentikan penambahannya dalam kawasan hutan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan tutupan lahan tahun 2030 BAU intervensi kebijakan didominasi oleh tutupan lahan semak belukar seluas 8.444,1 ha (35 %) dan lahan hutan seluas 5.245 ha (21 %). Tutupan lahan hutan mengalami peningkatan sebesar 436.4 ha dari skenario tutupan lahan tahun 2030 BAU. Hal ini disebabkan karena lahan hutan dalam kawasan hutan dipertahankan agar tidak mengalami perubahan dan tutupan lahan bukan hutan dihentikan penambahannya. Perubahan tutupan lahan eksisting 2018 menjadi tutupan lahan tahun 2030 BAU intervensi kebijakan di hulu DAS Jeneberang disajikan pada Lampiran 11.

Rata-rata hasil erosi dugaan di hulu DAS Jeneberang penerapan skenario tutupan lahan tahun 2030 BAU intervensi kebijakan sebesar 775.9 ton/ha/tahun dengan tingkat bahaya erosi yang mendominasi adalah kategori sangat tinggi. Terjadi penurunan erosi dugaan sebesar 7,2 % dari tutupan lahan tahun 2030

BAU dan 3,9 % dari erosi dugaan eksisting. Meskipun terjadi penurunan erosi dugaan, namun erosi yang diperbolehkan belum tercapai. Dengan demikian masih sangat perlu upaya perencanaan tutupan lahan untuk menekan erosi tanah.

5.3.4 Skenario Penerapan Tutupan Lahan Kawasan Hutan

Tutupan lahan kawasan hutan di hulu DAS Jeneberang sesuai dengan Peta Kawasan Hutan berdasarkan fungsi kawasan menurut Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: P.50/Menhut-II/2009 tentang Penegasan Status dan Fungsi Kawasan Hutan. Skenario ini mengimplementasikan peta penggunaan lahan sesuai dengan peta kawasan hutan negara yang terdiri atas dua fungsi yaitu kawasan hutan dan areal penggunaan lain (APL). Kawasan hutan adalah wilayah tertentu yang ditunjuk dan atau ditetapkan oleh Pemerintah untuk dipertahankan keberadaannya sebagai hutan tetap, sedangkan APL merupakan areal yang bukan kawasan hutan. Hutan tetap yang dimaksud terdiri atas hutan konservasi, hutan lindung, hutan produksi terbatas dan hutan produksi tetap. Pada skenario ini dilakukan *overlay* dengan peta tutupan lahan eksisting untuk mengisi tutupan lahan di luar kawasan hutan atau areal penggunaan lain. Fungsi kawasan hutan di hulu DAS Jeneberang seluas 12.516,4 ha (52 %), sedangkan fungsi APL seluas 11.491,1 ha atau 47,9 % dari wilayah penelitian. Luas tutupan lahan skenario kawasan hutan di hulu DAS Jeneberang disajikan pada Tabel 19, sedangkan perubahan tutupan lahan eksisting 2018 dengan tutupan lahan skenario kawasan hutan di hulu DAS Jeneberang disajikan pada Lampiran 12.

Tabel 19 Luas tutupan lahan berdasarkan skenario tutupan lahan kawasan hutan di hulu DAS Jeneberang

Tutupan lahan	Luas	
	ha	%
Hutan konservasi	3.156,7	13,1
Hutan lindung	3.019,4	12,6
Hutan produksi terbatas	6.162,8	25,7
Hutan produksi tetap	1.362,2	5,7
Kebun campuran	1.149,7	4,8
Lahan terbuka	241,4	1,0
Pemukiman	315,5	1,3
Sawah	2.999,5	12,5
Semak belukar	3.409,7	14,2
Tegalan	1.917,9	8,0
Tubuh air	272,6	1,1
Total	24.007,5	100,0

Berdasarkan hasil simulasi erosi dugaan pada penerapan skenario tutupan lahan kawasan hutan, diperoleh erosi dugaan rata-rata sebesar 426,9 ton/ha/tahun. Hasil ini menunjukkan terjadi penurunan erosi dugaan yang cukup signifikan, yaitu sebesar 47 % dari erosi dugaan kondisi eksisting di hulu DAS Jeneberang. Penurunan yang signifikan ini disebabkan karena peningkatan luas tutupan lahan hutan yang cukup besar. Tutupan lahan hutan memiliki vegetasi rapat sangat membantu mengurangi tumbukan langsung butir hujan ke tanah yang dapat mengurangi terjadinya erosi tanah.

5.3.5 Skenario Penerapan Tutupan Lahan RTRW kabupaten Gowa

Hasil analisis skenario penerapan tutupan lahan mengikuti Peta RTRW kabupaten Gowa Tahun 2012-2032 yang merupakan peta arah kebijakan tata ruang yang sifatnya menyeluruh dan mengatur arah pengembangan pusat-pusat kegiatan pada wilayah Kabupaten Gowa. Tutupan lahan yang terdapat pada penerapan peta RTRW ini terdiri atas kawasan hutan konservasi, hutan lindung, hutan produksi terbatas, hutan produksi tetap, kawasan budidaya agroforestri, kawasan budidaya hortikultura, kawasan budidaya perkebunan, kawasan budidaya pertanian lahan basah, kawasan budidaya pertanian lahan kering, kawasan perairan dan kawasan permukiman. Tutupan lahan yang mendominasi dari penerapan RTRW ini adalah hutan produksi terbatas seluas 7.243,6 ha (30,2 %). Luasan tutupan lahan berdasarkan skenario RTRW kabupaten Gowa Tahun 2012 sampai 2032 disajikan pada Tabel 20. Perubahan tutupan lahan eksisting 2018 menjadi tutupan lahan skenario RTRW kabupaten Gowa di hulu DAS Jeneberang disajikan pada Lampiran 13.

Tabel 20 Luas tutupan lahan berdasarkan RTRW kabupaten Gowa Tahun 2012 sampai 2032 di hulu DAS Jeneberang

Tutupan lahan	Luas	
	ha	%
Hutan konservasi	3.124,2	13,0
Hutan lindung	3.542,0	14,8
Hutan produksi terbatas	7.243,6	30,2
Hutan produksi tetap	71,8	0,3
Kawasan budidaya agroforestry	472,2	2,0
Kawasan budidaya hortikultura	2.410,2	10,0
Kawasan budidaya perkebunan	2.812,4	11,7
Kawasan budidaya pertanian lahan basah	2.709,1	11,3
Kawasan budidaya pertanian lahan kering	662,6	2,8
Kawasan perairan	607,1	2,5
Kawasan permukiman	352,2	1,5
Total	24.007,5	100,0

Demikian halnya dengan rata-rata erosi dugaan pada penerapan tutupan lahan skenario kawasan hutan, skenario tutupan lahan RTRW kabupaten Gowa mengalami penurunan erosi dugaan yang sangat signifikan dari erosi dugaan eksisting. Rata-rata hasil erosi dugaan di hulu DAS Jeneberang pada penerapan skenario tutupan lahan RTRW kabupaten Gowa Tahun 2012-2032 menunjukkan hasil sebesar 332 ton/ha/tahun. Hasil penelitian Salim *et al.* (2019) menunjukkan bahwa tutupan lahan yang didominasi oleh hutan akan memberikan dampak yang lebih baik terhadap aliran permukaan dan erosi suatu DAS. Namun, penurunan erosi dugaan yang signifikan pada skenario ini masih sangat jauh dari batas erosi yang diizinkan. Untuk itu sangat perlu dilakukan upaya alternatif, yaitu modifikasi faktor pengelolaan tindakan konservasi tanah agar diperoleh erosi dugaan yang lebih kecil dari erosi tanah yang masih diizinkan di hulu DAS Jeneberang.

5.3.6 Skenario Penerapan Tutupan Lahan Terbaik

Rata-rata hasil erosi dugaan di hulu DAS Jeneberang pada tutupan lahan eksisting dan tutupan lahan skenario menunjukkan kehilangan tanah yang sangat tinggi dan lebih besar dari erosi yang diperbolehkan. Untuk itu sangat diperlukan upaya alternatif tutupan lahan dalam pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah di hulu DAS Jeneberang sehingga dapat menurunkan jumlah erosi yang terjadi. Saroinsong *et al.* (2007) menyatakan bahwa perencanaan tutupan lahan sangat dibutuhkan agar pemanfaatan lahan tidak akan menyebabkan kehilangan tanah tidak lebih dari yang ditoleransi.

Tutupan lahan skenario terbaik merupakan penerapan tutupan lahan skenario RTRW kabupaten Gowa dengan tindakan konservasi tanah. Unit-unit lahan yang memiliki tingkat klasifikasi erosi kategori tinggi dan sangat tinggi pada skenario tutupan lahan RTRW kabupaten Gowa tahun 2012-2032, dimodifikasi dengan menerapkan tindakan konservasi tanah yang nilainya dibawah nilai maksimum sehingga laju erosinya bisa ditekan. Tutupan lahan alternatif dengan pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah sesuai di hulu DAS Jeneberang dapat dilihat pada Tabel 21.

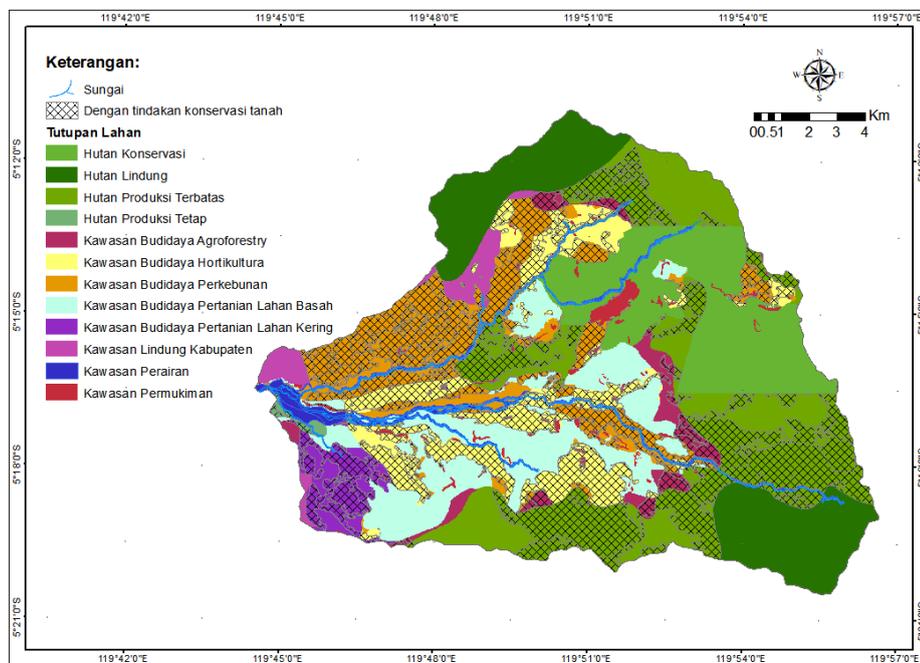
Tabel 21 Alternatif tutupan lahan dengan pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah di hulu DAS Jeneberang

Tutupan lahan dengan tindakan konservasi tanah	Erosi rata-rata (ton/ha/thn)		TSL (ton/ha/thn)
	Saat ini	Skenario	
Lahan dengan kawasan perkebunan dikelola dengan tindakan penerapan teras bangku kualitas baik.	131,4	35,8	37,0
Kawasan budidaya hortikultura dengan penerapan tanaman semusim pola tumpang gilir/ tumpang sari dilengkapi teras bangku baik.	1.152,8	20,5	24,7
Kawasan hutan produksi dikelola menjadi hutan produksi tebang pilih dengan tanaman penutup tanah.	1.056,0	25,1	27,1

Terjadi penurunan laju erosi rata-rata yang signifikan dari lahan dengan tingkat bahaya erosi sangat tinggi dan tinggi dengan upaya penetapan alternatif tutupan lahan dan tindakan konservasi tanah. Tutupan lahan kebun campuran mengalami penurunan pendugaan laju erosi 72,7 % dengan penerapan pengelolaan tanaman kebun campuran kerapatan sedang dan tindakan konservasi teras bangku kualitas baik pada kondisi lereng curam. Demikian pula dengan lahan yang saat ini merupakan semak belukar dan tegalan pada kondisi lereng curam dan sangat curam dilakukan penerapan pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi tanah alternatif yang disarankan. Lahan semak belukar menjadi lahan hutan produksi tebang pilih dengan tanaman penutup tanah dibiarkan. Upaya ini dapat menurunkan laju erosi sebesar 97,62 % dari rata-rata dugaan erosi saat ini. Sedangkan lahan tegalan tanaman semusim dengan

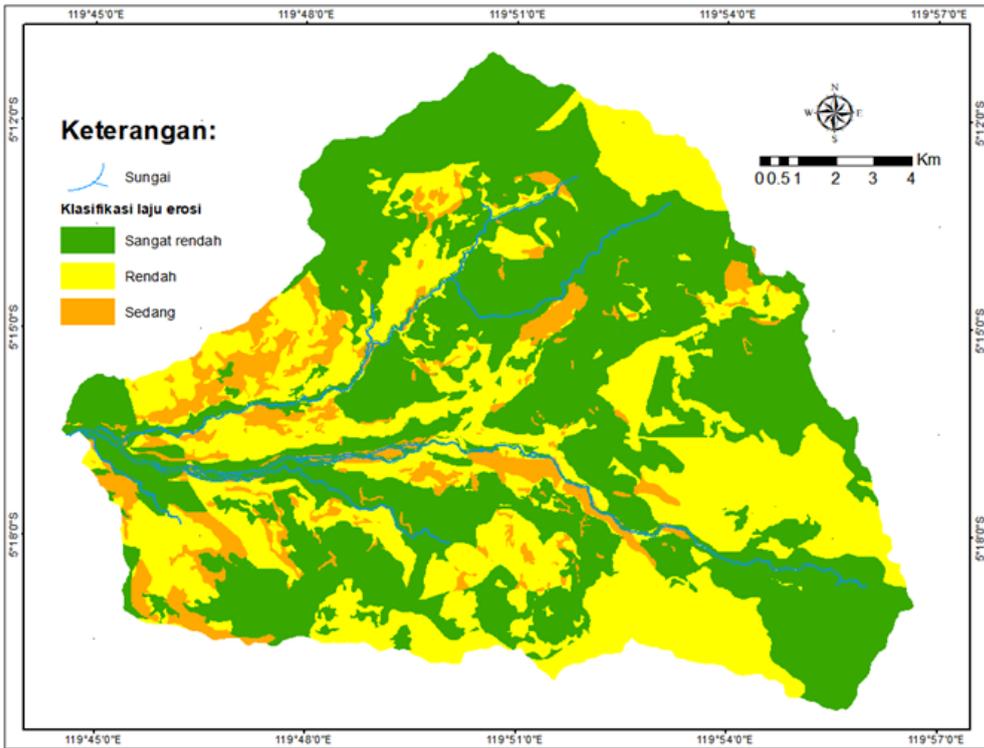
tumpang gilir atau tumpang sari dilengkapi teras bangku baik mampu menurunkan laju kehilangan tanah hingga 98 % dari pendugaan erosi saat ini. Mahendro (2015) menyatakan pengelolaan lahan dengan faktor pembatas lereng terhadap erosi dapat diatasi dengan penerapan konservasi tanah secara sipil teknis dengan penguat tanaman. Lahan yang memiliki keterlereng terjal, penggunaan lahannya direkomendasikan untuk digunakan sebagai area vegetasi permanen dan hutan, agar daya rusak air hujan terhadap tanah berkurang.

Tutupan lahan skenario RTRW kabupaten Gowa di hulu DAS Jeneberang memiliki erosi paling rendah, tetapi masih di atas nilai TSL, sehingga perlu upaya tindakan konservasi tanah. Arsyad (2010) menyatakan bahwa tindakan konservasi tanah merupakan faktor erosi yang dapat diubah untuk menekan laju erosi pada lahan. Penerapan tindakan konservasi tanah dilakukan pada unit lahan dengan tingkat erosi kategori tinggi dan sangat tinggi tersebar pada kawasan perkebunan, kawasan budidaya hortikultura, kawasan hutan produksi dan kawasan agroforestri. Sebaran tutupan lahan skenario RTRW dengan tindakan konservasi tanah di hulu DAS Jeneberang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Sebaran tutupan lahan skenario RTRW kabupaten Gowa tahun 2012-2032 dengan penerapan konservasi tanah di hulu DAS Jeneberang

Kawasan perkebunan dengan kondisi lereng agak curam seluas 2.802,4 ha diterapkan tindakan konservasi teras bangku baik. Kawasan budidaya hortikultura dilakukan penerapan tanaman semusim dengan tumpang gilir atau tumpang sari dilengkapi teras bangku baik seluas 2.306,9 ha. Kawasan budidaya agroforestri dilakukan penerapan dengan teras bangku sedang pada kondisi lereng dan kawasan hutan produksi dijadikan sebagai hutan rakyat dengan tanaman penutup tanah. Harjianto (2015) menyatakan pengelolaan lahan dengan faktor pembatas lereng terhadap erosi dapat diatasi dengan penerapan konservasi tanah secara mekanik. Penggunaan lahan yang memiliki lereng terjal, direkomendasikan untuk dijadikan area vegetasi permanen dan hutan, agar daya rusak hujan terhadap tanah berkurang.



Gambar 12 Peta klasifikasi laju erosi di hulu DAS Jeneberang pada penerapan tutupan lahan skenario terbaik

Penerapan tutupan lahan skenario terbaik yaitu tutupan lahan RTRW Kabupaten Gowa tahun 2012-2032 dengan penerapan tindakan konservasi tanah. Skenario ini mampu menurunkan laju erosi tanah di hulu DAS Jeneberang sebesar 96,6 % dari rata-rata dugaan erosi eksisting. Sebaran klasifikasi laju erosi di hulu DAS Jeneberang pada penerapan tutupan lahan skenario RTRW dengan tindakan konservasi tanah pada Gambar 12. Laju rata-rata erosi dugaan sebesar 27,8 ton/ha/tahun atau sebesar 667.270 ton per tahun. Laju sedimentasi target di Waduk Bili-bili sebesar 18 ton/ha/tahun. Dengan mengkonversi hasil erosi menjadi sedimen di hulu DAS Jeneberang melalui pendekatan nisbah pelepasan sedimen, maka diperoleh laju sedimentasi sebesar 2,3 ton/ha/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mengurangi erosi tanah, penerapan tutupan lahan skenario RTRW kabupaten Gowa dengan tindakan konservasi tanah merupakan skenario terbaik sebagai tutupan lahan dalam pengelolaan DAS di hulu DAS Jeneberang.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

@Hak cipta milik IPB University

VI SIMPULAN DAN SARAN

6.1 Simpulan

Tutupan lahan di hulu DAS Jeneberang periode tahun 2006 sampai 2018 mengalami penambahan dan pengurangan luas. Penambahan lahan terbesar adalah tegalan seluas 158,4 ha, dan penambahan lainnya pada pemukiman, sawah serta semak belukar. Tutupan lahan yang mengalami pengurangan luas adalah hutan, kebun campuran, lahan terbuka.

Rata-rata erosi dugaan di hulu DAS Jeneberang pada keadaan eksisting sebesar 807.5 ton/ha/tahun dan sedimen dugaan sebesar 88.8 ton/ha/tahun dengan erosi rata-rata yang diperbolehkan 28,9 ton/ha/tahun. Erosi dugaan paling tinggi sebesar 5.160,2 ton/ha/tahun pada lahan terbuka dan paling rendah sebesar 3,8 ton/ha/tahun pada lahan sawah.

Penerapan tutupan lahan skenario RTRW dengan penerapan tindakan konservasi tanah merupakan skenario terbaik sebagai tutupan lahan dalam pengelolaan hulu DAS Jeneberang, rata-rata erosi dugaannya sebesar 27,8 ton/ha/tahun (667.270 ton per tahun). Skenario ini mampu menekan laju erosi dibawah erosi yang diperbolehkan dan menghasilkan sedimen dugaan dibawah sedimen target sebesar 96,6 % dari kondisi eksisting. Tindakan konservasi yang dilakukan adalah kawasan perkebunan dikelola dengan tindakan konservasi teras bangku baik, sedangkan kawasan budidaya hortikultura dilakukan penerapan tanaman semusim dengan tumpang gilir atau tumpang sari dilengkapi teras bangku baik pada kondisi lereng agak curam. Kawasan hutan produksi dikelola sebagai hutan rakyat dengan tanaman penutup tanah.

6.2 Saran

Penelitian prediksi erosi tanah sebaiknya perlu data pengukuran erosi langsung di lapangan. Data pengukuran erosi lapangan dapat diperoleh dengan menggunakan petak erosi. Hal ini dapat memberikan hasil prediksi erosi yang lebih baik dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Achsan, Bisri M, Suhartanto E. 2015. Analisis Kecenderungan Sedimentasi Waduk Bili-bili Dalam Upayah Keberlanjutan Usia Guna Waduk. *J Tekn Pengair.* 6(1):30-36.
- Akbar H. 2006. Perencanaan Penggunaan Lahan Berbasis Pertanian Berkelanjutan Di DAS Krueng Peutoe Kabupaten Aceh Utara [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Anaba LA, Banadda N, Kiggundu N, Wanyama J, Engel B, Moriasi D. 2017. Application of SWAT to Assess the Effect of Land Use Change in the Murchison Bay Catchment in Uganda. *Computat Wat Ener Environm Engineer.* 6:24-40.
- Arsyad S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air.* Bogor (ID): IPB Pr.
- Asdak C. 2014. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai.* Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Asrib AR, Purwanto YJ, Sukandi S, Erizal. 2011. Dampak Longsor Kaldera Terhadap Tingkat Sedimentasi Di Waduk Bili-bili Provinsi Sulawesi Selatan. *J Hidrolit.* 2(3):135-146).
- As-syakur AR. 2008. Prediksi Erosi Dengan Menggunakan Metode USLE dan Sistem Informasi Geografis (SIG) Berbasis Piksel Di Daerah Tangkapan Air Danau Buyan [internet]. 2008 Des 10; ITB-Bandung. Bandung (ID): PIT MAPIN XVII. [diunduh 2018 Des 23]. Tersedia pada: https://www.researchgate.net/profile/Abd_Rahman_As-syakur/publication/303457854.pdf
- Auliyani D, Wijaya WW. 2017. Perbandingan Prediksi Hasil Sedimen Menggunakan Pendekatan Model *Universal Soil Loss Equation* Dengan Pengukuran Langsung. *J Watersh Managem Resear.* 1(1):61-71.
- Banuwa SI. 2013. *Erosi.* Jakarta (ID): Prenadamedia Grup.
- Dariah A, Subagyo H, Tafakresnanto C, Marwanto S. 2004. Kepekaan Tanah Terhadap Erosi. Di dalam: Undang K, Achmad R, Ai D, editor. *Teknologi Konservasi Tanah Pada Lahan Kering Berlereng.* Bogor (ID): Puslitbang Tanah dan Agroklimat. hlm 7-30.
- Dewi IGA, Trigunasih NM, Kusmawati T. 2012. Prediksi Erosi dan Perencanaan Konservasi Tanah dan Air pada Daerah Aliran Sungai Saba. *J Agroekoteknol Trop.* 1(1): 12-23.
- [Ditjen PDAS-HL] Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2015. Rencana Strategi Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung Tahun 2015-2019. Jakarta (ID): Sekretariat Ditjen PDAS-HL KLHK.
- [Ditjen RLPS] Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. 2009. Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan Dan Perhutanan Sosial Nomor: P.04/V-SET/2009 Tanggal: 05 Maret 2009 tentang Pedoman Monitoring Dan Evaluasi Daerah Aliran Sungai. Jakarta (ID): Sekretariat Direktur Jenderal RLPS.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

- [FAO] Food and Agriculture Organization, [UNEP] United Nations Environment Programme. 1999. *The Future of Our Land: Facing the Challenge* [Internet]. Rome (IT): FAO dan UNEP. [diunduh 2018 Nov 23]. Tersedia pada: <http://www.fao.org/docrep/004/X3810E/x3810e00.htm#TopOfPage>.
- Hardjowigeno S. 2015. *Ilmu Tanah*. Jakarta (ID): Akadernika Pressindo.
- Harini S, Suyono, Mutiara E. 2012. Manajemen pengelolaan lahan kritis pada DAS Brantas Hulu berbasis masyarakat (*pilot project* Desa Bulukerto, Kota Batu). *J Manajemen Pengelolaan Lahan Kritis*. 1(1):92-111.
- Ilyas M, Munibah K, Rusdiana O. 2014. Analisis Spasial Perubahan Penggunaan Lahan Dalam Kaitannya Dengan Penataan Zonasi Kawasan Taman Nasional Gunung Halimun Salak. *Majal Ilm Glob*. 16(1): 33-42.
- Irawan.2013. Pertanian Ramah Lingkungan: Indikator dan cara pengukuran Aspek Sosial Ekonomi. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan. Bogor 29 Mei 2013. Jakarta (ID): Badan Litbang Pertanian. Jakarta
- [JICA] Japan International Cooperation Agency. 2005. The Study On Capacity Development For Jeneberang River Basin Management In The Republic Of Indonesia [Internet]. CTI Engineering International Co Ltd. Final Report. [diunduh 2018 Nov 23]. Tersedia pada: https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11785375_01.pdf.
- Jones G, Robertson A, Forbes J, Hollier G. 1990. *Collins Dictionary of Environmental Science*. Glasgow. Harper Collins Publishers. hlm 243-245.
- [KLHK] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2014. *Pedoman Penentuan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup*. Jakarta (ID): KLHK Deputi Bidang Tata Lingkungan.
- Kubangun SH, Oteng H, Komarsa G. 2016. Model Perubahan Penutupan/ Penggunaan Lahan Untuk Identifikasi Lahan Kritis Di Kabupaten Bogor, Kabupaten Cianjur, Dan Kabupaten Sukabumi. *Majal Ilm Glob*. 18(1):21-32.
- Kurnianti DN, Rustiadi E, Baskoro DPT. 2015. Land Use Projection for Spatial Plan Consistency in Jabodetabek. *Indones J Geograp*. 47(2):124-131.
- Lal R. 1994. Soil Erosion by Wind and Water: Problem and Prospects. Di dalam Lal R, editor. *Soil Erosion Research Methods*. Florida (US): Soil and Water Conservation Society. hlm 1-10.
- Lambin, EF, Turner BL, Geist HJ, Agbola SB, Angelsen A, Bruce JW, Coomes OT, Dirzo R, Fischer G, Folke C, George PS, Homewood K, Imbernon J, Leemans R, Li X, Moran EF, Mortimore M, Ramakrishnan, PS, Richards JF, Skanes H, Steffan W, Stone GD, Svedin U, Veldkamp TA, Vogel C, Xu J. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global environmental change*. 11(4): 261-269.
- Lillesand TM, Kiefer RW. 1990. Pengindraan Jauh dan Penafsiran Citra. Dulbahri, Suharsono P, Hartono, Suharyadi, penerjemah; Susanto, editor. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: Remote Sensing dan Image Interpretation.
- Lo CP. 1995. *Penginderaan Jauh Terapan* (Terjemahan). Jakarta (ID): Universitas Indonesia Press.
- Malingreau JP. 1977. Apropose Land Cover/Land Use Classification and its Use with Reomte Sensing Data in Indonesia. *The Indonesian J of Geography*. 33 (7).



[Menhut RI] Menteri Kehutanan Republik Indonesia. 2009. Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.32/MENHUT-II/2009 Tanggal: 11 Mei 2009 tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTKRHL-DAS). Jakarta (ID): Sekretariat Menteri Kehutanan Republik Indonesia.

Munibah K. 2008. Model Spasial Perubahan Penggunaan Lahan dan Arah Penggunaan Lahan Berwawasan Lingkungan: Studi kasus DAS Cidanau, Provinsi Banten [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Nasution Z. 2005. Evaluasi Lahan Daerah Tangkapan Hujan Danau Toba Sebagai Dasar Perencanaan Tata Guna Lahan Untuk Pembangunan Berkelanjutan. Medan (ID): USU.

Nearing MA, LJ Lane, VL Lopes. 1994. Modelling Soil Erosion. Di dalam Lal R, editor. *Soil Erosion Research Methods*. Florida (US): Soil and Water Conservation Society. hlm 127-158.

Nugroho SP. 2003. Pergeseran Kebijakan dan Paradigma Baru Dalam Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Di Indonesia. *J Tekn Lingkungan*. P3TL-BPPT. 4(3):136-142.

Nurdin FA, Mohammad B, Rispiningtati, Dwi P. 2014. Studi Pemulihan Fungsi DAS Berdasarkan Tingkat Kekritisian Lahan dan Potensi Kelongsoran di Sub DAS Jeneberang Hulu. *J Tekn Pengair*. 5(1):29-41.

Pemerintah RI. 2012. Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Jakarta (ID): Pemerintah RI.

Ping LY, Sung CTB, Joo GK, Moradi A. 2012. Effects of Four Soil Conservation Methods on Soil Aggregate Stability. *Malays J Soil Scien*. 16: 43-56.

Purnomo H. (2012). *Pemodelan dan Simulasi untuk Pengelolaan Adaptif Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Bogor (ID): IPB Press.

Prastowo. 2011. Masalah Sumber Daya Air di Indonesia: Kerusakan Daerah Aliran Sungai dan Rendahnya Kinerja Pemanfaatan Air. Di dalam Prastowo dan Pawitan H, editor. *Masalah Sumber Daya Air dan Strategi Pengelolaan DAS*. Bogor (ID): IPB Press. hlm 1-10.

Pribadi DO, Shiddiq D, Ermyanila M. 2006. Model Perubahan Tutupan Lahan Dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhinya. *J Tek Ling P3TL-BPPT*. 7(1): 35-51.

Ramlan A, Solle MS, Seniorwan. 2015. Dinamika dan Proyeksi Perubahan Penggunaan Lahan di Kawasan Peri-Urban Kota Makassar (Kawasan Mamminasata). *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XX 2015* [Internet]. [Waktu dan tempat pertemuan tidak diketahui]. hlm 57-67. [diunduh 2020 Feb 7]. Tersedia pada: http://repository.lapan.go.id/index.php?p=show_detail&id=2404.

Rosnila. 2004. Perubahan Penggunaan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Situ (Studi Kasus Kota Depok) [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Rudiarto I, Doppler W. 2013. Impact of land use change in accelerating soil erosion in Indonesian upland area: a case of Dieng Plateau, Central Java-Indonesia. *Internat J AgriScien*. 3(7):558-576.

Saida. 2011. Pengembangan Tanaman Hortikultura Berbasis Agroekologi pada Lahan Berlereng di Hulu DAS Jeneberang Sulawesi Selatan. [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

- Salim AG, Dharmawan IWS, Narendra BH. 2019. Pengaruh Perubahan Luas Tutupan Lahan Hutan Terhadap Karakteristik Hidrologi DAS Citarum Hulu. *J Ilmu Lingk.* 17(2):333-340.
- Samekto C, Ewin SW. 2010. *Potensi Sumber Daya Air di Indonesia*. Jakarta (ID): Pusat Teknologi Lingkungan-BPPT [Internet]. [diunduh 2020 Feb 7]. Tersedia pada https://www.researchgate.net/publication/265151944_Potensi_Sumber_Daya_Air_di_Indonesia.
- Saroinsong F, Harashina K, Arifin H, Gandasmita K, Sakamoto K. 2007. Practical application of a land resources information system for agricultural landscape planning. *Landsc and Urban Plann.* 79(1):38-52.
- Seyhan E. 1977. *Dasar-dasar Hidrologi (Fundamental of Hydrology)*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.
- Sejati W, Pitojo TJ, Runi A. 2016. Efektivitas Kegiatan Pengerukan Sedimen Waduk Bili-bili Ditinjau Dari Nilai Ekonomi. *J Tekn Pengair.* 7(2):268-276.
- Setyawan C, Lee CY, Prawitasari M. 2017. Application Of GIS Software For Erosion Control In The Watershed Scale. *IJSTR.* 6(1):57–61.
- Sinukaban N. 1997. Konservasi Tanah dan Air (Materi Kuliah). Bogor (ID): IPB.
- Sinukaban N. 2007. Konservasi Tanah dan Air Kunci Pembangunan Berkelanjutan. Bogor (ID): Direktorat Jenderal RLPS. Pembangunan Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan Tebu Sebagai Tanaman Konservasi. hlm 199.
- Sitorus SRP. 2012. *Kualitas, Degradasi dan Rehabilitasi Lahan*. Bogor (ID). Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Subagjo, Suharta N, Siswanto AB. *Tanah-tanah Pertanian di Indonesia. Sumber daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Bogor (ID): Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Sys C. 1985. *Land Evaluation*. Part I to III. Intern. Train. Centre for Post-Graduate Soil Science. Belgium (BE): State University of Ghent.
- Tola KSK. 2012. Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap debit puncak di hulu DAS Jeneberang [tesis]. Makassar (ID): Universitas Hasanuddin.
- Wati Y, Alibasyah MR, Manfarizah. 2014. Pengaruh Lereng dan Pupuk Organik Terhadap Aliran Permukaan, Erosi Dan Hasil Kentang Di Kecamatan Atu Lintang Kabupaten Aceh Tengah. *J Man SDL.* 3(6):496-505.
- Williams JR. 1977. Sediment delivery ratios determined with sediment and runoff models. *IAHS Publ.* 122:168-179.
- Wischmeier WH, Mannering JV. 1969. Relation of soil properties to is Erodibility. *Soil Sci Am Proc.* 33:131-137.
- Wischmeier WH, Smith DD. 1978. *Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning*. Washington DC (US): USDA.

