

ANALISIS BESARAN EROSI DI DAS TALLO HULU

***THE ANALYSIS OF EROSION MEASURING IN TALLO UPSTREAM
WATERSHED***

ROSMAENI



**JURUSAN KEHUTANAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
2012**

PENGESAHAN USULAN UJIAN AKHIR

Judul Tesis : Prediksi Erosi di Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa
(DAS Tallo Hulu).

Nama : Rosmaeni

Stambuk : P3700210005

Program Studi : Ilmu Kehutanan

Konsentrasi : Rehabilitasi Hutan dan Lahan

Disetujui Oleh;
Komisi Pembimbing

Dr.Ir.H.Usman Arsyad, M.S

Prof.Dr.Ir.Amran Achmad, M.Sc

Ketua

Anggota

Menyetujui,
Ketua Program Studi Ilmu Kehutanan

Prof. Dr. Ir. Djamal Sanusi
NIP. 19480927193031001

ABSTRAK

ROSMAENI. *Analisis Besaran Erosi Di DAS Tallo Hulu* (dibimbing oleh Usman Arsyad dan Amran Achmad) .

Penelitian bertujuan mengetahui: 1) besar erosi di Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa, 2). erosi diperbolehkan 3) metode dan teknik pengendalian erosi.

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode survei yang terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap persiapan , survei pendahuluan, survei utama, analisis tanah di laboratorium dan pengolahan data. Pendugaan besarnya erosi menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation (USLE)*.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan erosi tertinggi pada pertanian lahan kering campur kemiringan 25-40% yaitu sebesar 2325,61 ton/ha/tahun, hutan tanaman kemiringan 15-25% sebesar 99,22 ton/ha/tahun. Erosi terendah pada hutan sekunder sebesar 0,006 ton/ha/tahun. Unit lahan yang memiliki erosi lebih besar dari erosi yang dapat ditoleransi harus dilakukan tindakan konservasi yang tepat. Metode konservasi ditetapkan setelah mempertimbangkan kelas lereng, kedalaman solum tanah dan curah hujan di Desa Borisallo, Parigi dan Lonjobokko. Pada pertanian lahan kering campur, lereng 8-15% sampai >40% dibuat guludan, guludan bersaluran dan pola agroforestry. Pada hutan tanaman lereng 15-25% dikembangkan hutan tanaman tidak monokultur. Pada pemukiman lereng 25-40% dibuat teras bangku dan agroforestry pekarangan. Pada semak belukar dan padang rumput lereng >40% dilakukan reboisasi. Jenis tanaman agroforestry yang ditanam adalah percampuran tanaman kehutanan jenis sengon, durian, langsung, mangga, manggis, dengan tanaman perkebunan kelapa, kopi, merica, vanili dan kakao. Untuk hutan tanaman dianjurkan menerapkan multistrata yaitu perpaduan tanaman *agathis (Agathis dammara)* dan *Acasia mangium* sebagai tanaman pokok, jati sebagai tanaman penyerta.

Kata Kunci : Analisis, Besaran Erosi, DAS Tallo Hulu.

ABSTRACT

ROSMAENI. The Analisis of Erosion Measuring in Tallo Upstream Watershed (Supervised by Usman Arsyad and Amran Achmad).

This study aims to determine: 1) find a large erosion in the Jenepangkalung sub watershed and Jenetalinggoa sub watershed, 2). To know the tollerable soil loss 3) knowing methods and techniques of erosion control.

The research was conducted in Parangloe subdistrict, Gowa distric. It used a survey method that consists of several stages of the preparation phase, a preliminary survey, primary survey, soil analysis in the laboratory and data processing. Estimation of erosion level was conducted by using the Universal Soil Loss Equation (USLE).

*The highest erosion level of 2325.61 tons/ha/year is found in mixed dry land farming on the slopes of 25-40%, then the plantation on slopes of 15-25% is 99.22 tons/ha/yr. The lowest erosion occurs at secondary forest on slopes of 0-8% is 0.006 tons/ha/yr. Erosion of land units that have greater than a tolerable erosion, conservation measures must be appropriate, for mixed dryland agriculture on the slopes of 8-15% to > 40%, plantations on slopes of 15-25%, the settlements on the slope of 25-40 %. Conservation measures for mixed dry land agriculture is the pattern of mixing plant agroforestry sengon, durian, olive, mango, mangosteen, plantations of coconut, coffee, pepper, vanilla and cocoa. While the mechanics are conservation measures with the construction of bench terracing and well being. For forest crop is advisable to apply a combination of plant multistrata agathis (*Agathis dammara*) with *Acasia* (*Acacia mangium*).*

Key Words : Analysis, Erosion Measuring, Tallo Upstream Watershed

PENGANTAR

Alhamdulillah, tesis berjudul **Analisis Besarnya Erosi di DAS Tallo Hulu** ini dapat terselesaikan. Tesis yang merupakan prasyarat penyelesaian kuliah pada Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar, juga diharapkan dapat menjadi masukan bagi segenap *stakeholders* khususnya dalam pengelolaan lingkungan pada kedua sub DAS tersebut.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Komisi Penasehat Dr. Ir. H. Usman Arsyad, MP dan Prof. Dr. Ir. Amran Achmad, M.Sc, atas segenap bimbingan dan nasihatnya dalam penyelesaian tesis ini, teriring do'a semoga menjadi amal jariyah di sisi Allah SWT. Ucapan terima kasih yang sama juga kepada seluruh *civitas* akademika Universitas Hasanuddin Makassar, khususnya kepada seluruh dosen, pengelola, dan staf Program PPS.

Kepada segenap warga dan aparat pemerintahan di Desa Borisalloa Kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa yang telah memberikan bantuan penulis tak lupa juga menyampaikan terima kasih. Ucapan yang sama juga kepada segenap pimpinan pada Jurusan Kehutanan dan Fakultas Pertanian Unismuh Makassar atas pengertian dan kerjasamanya.

Orang tua dan mertua tercinta, suami dan ananda tercinta, terima kasih atas doa dan dukungannya. *Jazaakumullah Khairan Katsiran*.

Makassar, Agustus 2012

Rosmaeni

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian.....	2
D. Kegunaan.....	3
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Erosi.....	4
B. Pembagian Erosi.....	5
C. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Erosi.....	8
D. Pendugaan Erosi.....	12
E. Erosi yang Diperbolehkan.....	19
F. Indeks Bahaya Erosi.....	22
G. Metode Pengendalian Erosi.....	22
H. Teknik Konservasi Menekan Erosi.....	24
I. Sifat Fisik Tanah.....	26
J. Daerah Aliran Sungai (DAS).....	27
K. Kerangka Pikir.....	31
L. Hipotesis.....	31

BAB III. METODOLOGI

A. Waktu dan Tempat.....	32
B. Bahan dan Alat.....	32
C. Metode Pengumpulan Data.....	33

D. Teknik Analisis Data	36
E. Defenisi operasional.....	40
BAB IV. KEADAAN UMUM LOKASI	
A. Keadaan Biofisik	43
B. Keadaan Sosial Ekonomi.....	56
C. Deskripsi Unit Lahan.....	58
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil.....	61
1. Hasil Perhitungan Erosi.....	61
2. Erosi Masih Dapat Diperbolehkan (TSL)	62
3. Indeks Bahaya Erosi	65
4. Metode dan Teknik Konservasi.....	68
B. Pembahasan	71
1. Analisis Erosi	71
2. Erosi Masih Dapat Diperbolehkan (TSL)	79
3. Indeks Bahaya Erosi	80
4. Analisis Metode dan Tindakan Konservasi.....	81
5. Simulasi Nilai Faktor C dan P	86
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	89
B. Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN.....	94

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Penilaian Ukuran Butir	14
2. Harkat Struktur Tanah	15
3. Harkat Permeabilitas Tanah	15
4. Nilai Faktor C (Pengelolaan Tanaman)	18
5. Nilai Faktor P untuk Berbagai Tindakan Konservasi Tanah Khusus	19
6. Batas Maksimum Laju Erosi untuk Berbagai Macam Kondisi Tanah	21
7. Klasifikasi Indeks Bahaya Erosi	22
8. Perkiraan Nilai Faktor CP Berbagai Jenis Penggunaan Lahan di Jawa.....	39
9. Pedoman Penetapan Nilai TSL untuk Tanah-Tanah di Indonesia	40
10. Luas Kelas Lereng pada Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa	45
11. Klasifikasi Iklim di Indonesia Menurut Schmidt dan Ferguson	51
12. Penggunaan lahan pada Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa	54
13. Jumlah dan Laju Penduduk Desa Borisallo Tahun 2006-2010.....	56
14. Mata Pencaharian Penduduk Berdasarkan Jumlah Kepala Keluarga di Desa Borisallo Kecamatan Parangloe, Kabupaten Gowa	57
15. Jumlah Sarana Pendidikan di Desa Borisallo Kecamatan Parangloe, Kabupaten Gowa	57
16. Nilai Total Erosidan Erosi Tertimbang padaSub DAS Jenepangkalung dan Sub DASJenetalinggoa.....	61
17. Erosi dan TSL pada Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa	63
18. Indeks Bahaya Erosi pada Masing-Masing Unit Lahan	64
19. Tabel IBE berdasarkan Kategori untuk Tiap Desa	65

20. Luas IBE untuk Tiap Desa.....	66
21. Tindakan Konservasi	68

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Nomograf Erodibilitas Tanah (K).....	16
2. Peta Batas Desa Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalingga 44	44
3. Peta Kemiringan Lereng Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalingga 46	46
4. Peta Jenis Tanah Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalingga 48	48
5. Grafik curah hujan bulanan rata-rata (mm) sepanjang tahun 2002-2011 pada stasiun BBI Bonto-bonto dan Tinggi Moncong..... 49	49
6. Peta Curah Hujan Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalingga 52	52
7. Peta Penggunaan Lahan Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalingga 57	57
8. Peta Sebaran Titik Sampel..... 60	60
9. Peta IBE Desa Borisallo, Parigi dan Lonjobokko..... 67	67
10. Peta Tindakan Konservasi 70	70

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Data Curah Hujan dan Perhitungan R(Erosivitas) pada Stasiun BBI Bonto-Bonto.....	94
2. Data Curah Hujan dan perhitungan R (Erosivitas) pada Stasiun Tinggi Moncong	95
3. Perhitungan Nilai Erodibilitas Tanah.....	96
4. Hasil Perhitungan Kemiringan dan Panjang Lereng	97
5. Perhitungan R, K, LS, C dan P pada Sub DAS Jenepangkalung.....	98
6. Perhitungan R, K, LS, C dan P pada Sub DAS Jenetalinggoa.....	99
7. Perhitungan Erosi Potensial, TSL, dan IBE pada Sub DAS Jenepangkalung.....	100
8. Perhitungan Erosi Potensial, TSL, dan IBE pada Sub DAS Jenetalinggoa.....	10
9. Perhitungan Erosi Potensial, TSL, IBE dan Kategori sub DAS Jenepangkalung.....	102
10. Perhitungan Erosi Potensial, TSL, IBE dan Kategori sub DAS Talinggoa	103
11. Koordinat Unit Lahan	104
12. Gambar Tipe Penggunaan Lahan.....	105
13. Peta Unit Lahan DAS Tallo Hulu.....	110

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hutan merupakan sumberdaya yang perlu dijaga kelestariannya karena hutan menjadi satu titik penentu utama siklus air di bumi. Hutan dengan karakteristiknya secara alami mampu menyimpan air dan melepaskannya secara perlahan ke aliran sungai sehingga dapat dimanfaatkan sepanjang tahun oleh manusia di sepanjang aliran sungai hingga ke hilirnya.

Fungsi hutan yang alamiah tersebut akan terganggu jika terjadi erosi yang tak terkendali yang pada umumnya diakibatkan oleh aktivitas manusia. Erosi adalah bentuk hilangnya eksistensi hutan dalam mengatur debit air yang dilepas. Erosi dipercepat terjadi oleh semakin meluasnya aktivitas perambahan hutan, konversi areal berhutan menjadi lahan pertanian dan lahan pemukiman.

Penggunaan lahan hutan secara intensif pada Daerah Aliran Sungai (DAS Tallo) di hulu seperti pertanian lahan kering campur dan perluasan pemukiman, dikhawatirkan berdampak pada menurunnya produktivitas dan daya dukung tanah. Degradasi tanah pada tingkat lanjut dapat menyebabkan terjadinya banjir, erosi, sedimentasi dan longsor pada musim hujan, serta penurunan debit air dan berkurangnya air atau kekeringan di musim kemarau. Daerah Aliran Sungai (DAS Tallo) didominasi oleh kelas lereng sangat curam dan agak curam (66,71%), hal ini dapat menjadi faktor yang semakin memperbesar peluang terjadinya erosi.

Daerah Aliran Sungai (DAS Tallo) di hulu mencakup dua sub DAS, yakni Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa dengan luas total 4.376,65 ha. DAS Tallo ini keberadaannya sangat strategis di sepanjang dua kabupaten/kota yang

berpenduduk padat di Sulawesi Selatan yaitu Kabupaten Gowa dan Kota Makassar, baik sebagai sumber pengairan maupun sebagai sumber air minum. Seiring dengan perencanaan pengembangan kawasan terpadu Mamminasata maka keberadaan DAS Tallo sebagai sumber air baku nantinya akan semakin dibutuhkan.

Berdasarkan tinjauan di atas maka dipandang perlu untuk melakukan kajian prediksi erosi di Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa adalah untuk mengetahui besarnya erosi dan menentukan tindakan konservasi yang tepat. Sehingga keberadaan daerah aliran sungai tersebut sebagai sumber air minum dan pengairan lahan pertanian dapat dipertahankan. Demikian pula terjadinya erosi, banjir dan kekeringan dapat dicegah lebih dini.

B. Rumusan Masalah

1. Berapa besar erosi yang terjadi di Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa.
2. Berapa besar nilai erosi yang masih dapat dibiarkan.
3. Bagaimana metode dan teknik pengendalian erosi di kedua Sub DAS tersebut.

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis besarnya erosi di sub DAS Jenepangkalung dan sub DAS Jenetalinggoa.
2. Untuk mengetahui besarnya erosi yang masih dapat dibiarkan.
3. Untuk mengetahui metode dan teknik pengendalian erosi.

D. Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi kepada semua pihak, masyarakat, instansi terkait tentang bagaimana menekan erosi khususnya di sub

DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa.

E. Ruang Lingkup

Penelitian dilaksanakan pada Sub DAS Jenepangkalung dan sub DAS Jenetalinggoa. Unit lahan dibedakan oleh kelas lereng yaitu 0-8%, 8-15%, 15-25%, 25-40% serta >40%. Unit lahan juga dibedakan oleh penggunaan lahan yaitu hutan sekunder, hutan tanaman, semak belukar, sawah, pertanian lahan kering campur, padang rumput dan pemukiman. Faktor lain yang berpengaruh yaitu faktor curah hujan. Curah hujan berpengaruh terhadap besarnya erosi sehingga diperlukan data curah hujan bulanan(mm), jumlah hari hujan(hari), dan rata-rata hujan maksimum selama 10 tahun.

Faktor erodibilitas tanah diketahui dengan melakukan pengambilan sampel pada setiap penggunaan lahan selanjutnya akan dianalisis di laboratorium Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNHAS untuk melihat tekstur, struktur, permeabilitas, dan bahan organik. Berdasarkan hasil Laboratorium ini, maka erosi tertimbang, nilai erosi yang masih dapat dibiarkan serta indeks bahaya erosi (IBE) dapat dihitung. Besaran erosi dihitung dalam satuan ton perhektar pertahun. Besaran erosi yang berasal dari masing-masing penggunaan lahan dianalisis lebih lanjut untuk menentukan tindakan konservasi apa yang akan dilakukan sebagaimana tersebut pada tujuan penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Erosi

Erosi adalah suatu peristiwa atau proses hilangnya lapisan tanah atas yang disebabkan oleh pergerakan air dan angin (Sarief, 1986). Defenisi erosi menurut Manan (1976), adalah suatu proses dimana tanah dan mineral dilepaskan dan diangkut air, angin atau gaya berat.

Chow (1964) mengemukakan bahwa erosi adalah proses hilangnya tanah. Agen erosi adalah air, angin, es, gravitasi. Selain hal tersebut juga karena aktivitas manusia seperti pertambangan, penggalian untuk bangunan, jalan raya, dan aktivitas manusia yang penting dalam merubah bentuk permukaan lahan.

Erosi juga didefenisikan sebagai suatu peristiwa hilang atau terkikisnya tanah atau bagian tanah dari suatu tempat yang terangkut ke tempat lain, baik disebabkan oleh pergerakan air, angin, dan/atau es. Pengikisan tanah di sini pada hakikatnya tidak termasuk erosi internal yaitu ke dalam penampang tanah tetapi hanya pengikisan suatu tanah ke tempat lain atau pengikisan secara eksternal (Rahim, 2006).

Permukaan kulit bumi akan selalu mengalami proses erosi, di suatu tempat akan terjadi pengikisan sementara di tempat lainnya akan terjadi penimbunan, sehingga bentuknya akan selalu berubah sepanjang masa. Peristiwa ini terjadi secara alamiah dan berlangsung sangat lambat, sehingga akibat yang ditimbulkan baru muncul setelah berpuluh bahkan beratus tahun kemudian. Proses pengikisan kulit bumi secara alamiah ini disebut erosi alam atau dikenal juga sebagai *erosi geologi*. Penyebab erosi geologi ini semata-mata oleh proses alam, tanpa adanya campur tangan manusia (Suripin, 2004).

Pada tahap erosi geologi, alam akan mampu membentuk keseimbangan dinamis, sehingga ketebalan tanah tetap stabil. Dengan adanya aktivitas manusia, keseimbangan ini akan terganggu, karena pada umumnya aktivitas manusia akan mempercepat laju erosi (*accelerated erosion*). Pada tahap ini, manusia harus sudah mulai mengendalikan supaya laju erosi tidak melebihi batas yang dapat diterima (*acceptable limit erosion*). Nilai batas ini bukan harga yang mudah ditentukan, karena sangat bervariasi terhadap tempat dan dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya tanah dan lingkungannya. Sebagai pedoman dapat dikatakan bahwa nilai batas erosi yang dapat diterima adalah nilai laju erosi yang tidak melebihi laju pelapukan batuan (Suripin, 2004).

B. Pembagian Erosi

Beberapa macam erosi yang dikenal dalam kamus konservasi tanah dan air, yaitu erosi geologi, erosi normal, dan erosi dipercepat. Erosi geologi adalah erosi yang terjadi sejak permukaan bumi terbentuk yang menyebabkan terkikisnya batuan, sehingga terjadi bentuk morfologi permukaan bumi seperti yang terdapat sekarang ini. Erosi normal, juga disebut erosi alami merupakan proses pengangkutan tanah atau bagian-bagian tanah yang terjadi di bawah keadaan alami. Erosi alami terjadi dengan laju yang lambat yang memungkinkan terbentuknya tanah yang tebal dan mampu mendukung pertumbuhan vegetasi secara normal (Arsyad, 2010).

Menurut Chow (1964) erosi normal adalah erosi alami. Erosi yang dalam lingkungan alaminya tidak disebabkan oleh aktivitas manusia, yang termasuk adalah gravitasi, angin, dan salju. Semua faktor tadi terlibat aktif dalam pembentukan geologi.

Erosi dipercepat adalah pengangkutan tanah dengan laju yang jauh lebih cepat dari erosi normal dan lebih cepat dari pembentukan tanah yang menimbulkan kerusakan tanah

sebagai akibat perbuatan manusia yang menghilangkan tumbuhan penutup tanah (Arsyad, 2010).

Erosi dipercepat juga didefinisikan sebagai kerusakan permukaan oleh aktivitas manusia, seperti perubahan fungsi lahan, hilangnya kayu akibat penebangan dan pembakaran (Chow, 1964).

Erosi yang terjadi dapat pula dibedakan berdasarkan produk akhir yang dihasilkan dan karena kenampakan lahan akibat erosi itu sendiri:

1. Erosi percikan (*flash erosion*) yaitu yaitu erosi yang terjadi pada awal musim hujan (Rahim, 2006). Erosi ini ditandai dengan terlepasnya partikel-partikel tanah dari massa tanah akibat pukulan butiran air hujan secara langsung. Proses erosi percikan terdiri dari tiga tahap, yaitu (1) terjadinya penggemburan yang cepat pada permukaan tanah sehingga kohesinya menurun, akibatnya laju erosi percikan akan meningkat; (2) terjadinya pemadatan permukaan akibat pukulan butir air hujan sehingga terbentuk lapisan kerak (*crust*) tipis yang akan menurunkan jumlah partikel tanah yang terlempar ke udara dan meningkatkan akumulasi air permukaan; (3) terjadinya turbulensi aliran permukaan yang mampu mengangkut sebagian lapisan kerak pada permukaan tanah (Suripin, 2004).
2. Erosi aliran permukaan (*overland flow erosion*). Erosi ini akan terjadi hanya dan jika intensitas dan/atau lamanya hujan melebihi kapasitas infiltrasi atau kapasitas simpan air tanah. Mengingat bahwa aliran permukaan terjadi tidak merata dan arah alirannya tidak beraturan, maka kemampuan untuk mengikis tanah juga tidak sama atau tidak merata untuk semua tempat (Suripin, 2004).
3. Erosi alur (*rill erosion*) adalah pengangkutan tanah dari alur-alur tertentu pada permukaan tanah, yang merupakan parit-parit kecil dan dangkal. Erosi alur terjadi karena air mengalir di

permukaan tanah tidak merata, tetapi terkonsentrasi pada alur tertentu, sehingga pengangkutan tanah terjadi tepat pada tempat aliran permukaan yang terkonsentrasi tersebut. Kecenderungan erosi alur ini terjadi lebih dipengaruhi oleh cara bertanam dan sifat fisik tanah (Arsyad, 2010).

4. Erosi parit (*gully erosion*). Proses terjadinya erosi ini sama dengan terjadinya erosi alur, tetapi alur yang terbentuk sudah demikian besarnya, sehingga tidak dapat lagi dihilangkan dengan pengolahan biasa. Erosi parit yang baru terbentuk berukuran sekitar 40 cm lebarnya dengan kedalaman sekitar 30 cm. Erosi parit yang sudah lanjut, dalamnya dapat mencapai 30 m (Arsyad, 2010).
5. Erosi tebing sungai (*stream bank erosion*) adalah erosi yang terjadi akibat pengikisan tebing oleh air yang mengalir dari bagian atas tebing atau oleh terjangan arus air sungai yang kuat terutama pada tikungan-tikungan. Erosi tebing akan lebih hebat jika tumbuhan penutup tebing telah rusak atau pengolahan lahan terlalu dekat dengan tebing (Suripin, 2004).

C. Faktor- Faktor yang Memengaruhi Erosi

Di alam ada dua penyebab utama yang aktif dalam proses ini yakni angin dan air (Utomo, 1994). Akan tetapi dengan adanya aktivitas manusia di alam, maka manusia menjadi faktor yang sangat penting dalam memengaruhi erosi (Sinukaban, 1986).

Di daerah beriklim tropika basah, air yang merupakan penyebab utama erosi tanah. Sedangkan angin tidak mempunyai pengaruh yang berarti. Proses erosi oleh air merupakan kombinasi 2 sub proses yaitu sub proses penghancuran struktur tanah menjadi butir-butir primer oleh energi tumbuk butir-butir hujan yang menimpa tanah dan perendaman oleh air yang tergenang (proses dispersi) dan sub proses pemindahan (pengangkutan) butir-butir tanah oleh percikan hujan dan penghancuran struktur tanah diikuti pengangkutan butir-butir tanah tersebut

oleh air yang mengalir di permukaan tanah (Arsyad, 2010). Suatu bagian lereng mendapat input bahan-bahan tanah yang dapat dierosikan dari lereng atas serta penghancuran tanah di tempat tersebut oleh pukulan curah hujan dan pengikisan aliran permukaan. Disamping itu terdapat output akibat pengangkutan tanah oleh curahan air hujan dan aliran permukaan bila total daya angkut dari air tersebut (curahan air hujan + aliran permukaan) lebih besar dari tanah yang tersedia untuk diangkut (total tanah yang dihancurkan), maka akan terjadi erosi. Sebaliknya bila total daya angkut lebih kecil dari total tanah yang dihancurkan akan terjadi pengendapan di bagian lereng tersebut (Hardjowigeno, 1995).

Semakin panjang lereng dan kemiringan lereng maka kerusakan dan penghancuran atau berlangsungnya erosi akan lebih besar. Dimana semakin panjang lereng pada tanah akan semakin besar pula kecepatan aliran air di permukaannya sehingga pengikisan terhadap bagian-bagian tanah makin besar (Kartasapoetra, 2000).

Hasil penelitian menemukan bahwa nilai faktor panjang dan kemiringan lereng yang tinggi dan termasuk dalam kelas curam, namun erosi yang terjadi sangat kecil dan hampir tidak terjadi erosi. Kemungkinan ini dipengaruhi oleh vegetasi dan kandungan bahan organik tanah hutan yang tinggi yaitu 15,38 %. Arsyad (2010) mengemukakan bahwa bahan organik yang telah mulai mengalami pelapukan mempunyai kemampuan menyerap dan menahan air yang tinggi. Bahan organik dapat menyerap air sebesar dua sampai tiga kali beratnya, akan tetapi merupakan faktor kecil dalam pengaruhnya terhadap aliran permukaan.

Pengaruh bahan organik dalam mengurangi aliran permukaan terutama berupa perlambatan aliran permukaan, peningkatan infiltrasi dan pematapan agregat tanah. Kanopi lahan hutan alami yang masih cukup lebat juga memungkinkan untuk menahan dan menyerap air lebih tinggi

dibandingkan vegetasi di lahan campuran atau padang rumput yang sama sekali tidak ada vegetasi. Akibatnya aliran air tidak langsung mengikis permukaan tanah dan aliran air di permukaan tanah tertahan di vegetasi yang ada di lahan hutan tersebut (Lubis *et al.*, 2003).

Curah hujan yang jatuh ke permukaan tanah mempunyai kekuatan yang sangat besar untuk memecahkan gumpalan-gumpalan tanah. Kekuatan menghancurkan tanah disebabkan karena curah hujan jauh lebih besar dibandingkan dengan kekuatan mengangkut dari aliran permukaan (Hakim, *dkk*, 1986).

Suatu vegetasi penutup tanah yang baik seperti rumput yang tebal atau rimba yang lebat akan menghilangkan pengaruh hujan dan topografi terhadap erosi. Karena kebutuhan manusia akan pangan, sandang dan pemukiman, maka tidak semua tanah dapat dibiarkan tertutup hutan dan padang rumput. Tetapi meskipun demikian, dalam usaha pertanian jenis tanaman yang diusahakan haruslah memainkan peranan penting dalam pencegahan erosi (Arsyad, 2010).

Pengaruh vegetasi terhadap erosi adalah (1) menghalangi air hujan agar tidak jatuh langsung di permukaan tanah, sehingga kekuatan untuk menghancurkan tanah sangat dikurangi. Hal ini tergantung dari kerapatan dan tingginya vegetasi. Makin rapat vegetasi yang ada, makin efektif mencegah terjadinya erosi, (2) menghambat aliran permukaan dan memperbanyak air infiltrasi, (3) penyerapan air ke dalam tanah diperkuat oleh transpirasi (penguapan air) melalui vegetasi (Hardjowigeno, 1995).

Hasil penelitian mengemukakan bahwa erosi potensial terbesar terjadi pada lahan campuran kopi, jeruk, cabai, kentang sebesar 6,564 ton/ha/thn dan pada lahan campuran jagung, kopi, kayu manis dan serai sebesar 2,229 ton/ha/thn. Sedangkan erosi potensial terkecil terjadi pada lahan hutan alami 0,029 ton/ha/thn dan hutan bambu sebesar 0,02 ton/ha/thn (Lubis *et al.*, 2003).

Sementara itu, apabila dalam praktek pengelolaan DAS dan penerapan tata guna lahan yang tidak dilakukan secara terpadu dan tidak terencana dengan baik, dapat mempengaruhi proses terjadinya erosi dan sedimentasi. Tanah dan bagian-bagian tanah yang terangkut dari suatu tempat yang tererosi disebut sedimen. Sedangkan sedimentasi (pengendapan) adalah proses terangkutnya/terbawanya sedimen oleh suatu limpasan/aliran air yang diendapkan pada suatu tempat yang kecepatan airnya melambat atau terhenti seperti pada saluran sungai, waduk, danau maupun kawasan tepi teluk/laut (Arsyad, 2010). Erosi dapat memengaruhi produktivitas lahan yang biasanya mendominasi DAS bagian hulu dan dapat memberikan dampak negatif pada DAS bagian hilir (sekitar muara sungai) yang berupa hasil sedimen.

Hopley (1999), mengemukakan 5 hal yang berpengaruh besar terhadap permasalahan erosi pada DAS Teluk Balikpapan Kalimantan Timur yaitu:

1. Hilangnya Vegetasi. Disebabkan oleh kegiatan penebangan hutan, praktek- praktek pertanian, penyiapan lahan untuk pemukiman, terbakarnya hutan dan padang rumput.
2. Lereng yang Curam. Sebelah Barat dataran pantai merupakan lahan berbukit-bukit pendek dengan lereng-lereng curam dan puncak-puncak yang sempit.
3. Tanah yang Buruk. Tanah-tanah di DAS Teluk ini tercuci relatif dalam, yang melemahkan kesatuan strukturnya. Bila tanah-tanah ini terbuka akibat pembukaan lahan dan kebakaran, maka dapat terjadi erosi dan menghasilkan sejumlah besar sedimen berbutiran halus. Lapisan di bawahnya berpotensi tinggi terjadi longsor bila jenuh terisi air hujan. Di bagian Selatan DAS Teluk ini, tanah aerosol rentan terhadap erosi selokan/parit dan longsor. Di sebelah Utara DAS Teluk ini, tanah arenosol mudah tercuci dan rentan terhadap erosi lembar (erosi permukaan).
4. Curah Hujan yang Tinggi.

5. Pembangunan Infrastruktur. Jalan dan bangunan biasanya meningkatkan limpasan air dan konsentrasinya dalam masa yang pendek.

Hasil penelitian yang dilakukan pada Sub DAS yang memiliki luasan lahan terluas dan jumlah satuan lahan yang ada di dalamnya lebih sedikit dengan asumsi kondisi keempat faktor biogeofisik yaitu topografi/bentuk lapangan, kemiringan lapangan, bentuk drainase dan penggunaan lahan yang relatif mirip/sama, maka cenderung dihasilkan indeks erosivitas tertimbang tertinggi. Sebaliknya apabila suatu Sub DAS yang memiliki luasan lahan terkecil dan jumlah satuan lahan yang ada di dalamnya lebih banyak, maka akan cenderung dihasilkan indeks erosivitas tertimbang terendah. Selain itu, luasan satuan lahan yang semakin luas dengan kondisi biogeofisik yang relatif mirip/sama akan cenderung menghasilkan jumlah erosi tanah yang lebih besar(Widianto *et al.*,2002).

D. Pendugaan Erosi

Wishmeier dan Smith (1960) dalam Hudson (1976) mengembangkan rumus untuk memprediksi laju erosi yang dikenal dengan istilah “Universal Soil Loss Equation”

(USLE) yang persamaannya adalah :

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

A = besarnya tanah yang tererosi maksimum (ton/hektar/tahun)

R = faktor erosivitas curah hujan

K = faktor erodibilitas tanah yang tererosi

L = faktor lereng

S = faktor kemiringan lereng

C = faktor vegetasi

P = faktor tindakan manusia dalam pengelolaan dan konservasi tanah

Data-data yang perlu dalam pendugaan besarnya erosi menggunakan metode

USLE ini adalah :

- a. Faktor erosivitas curah hujan dan aliran permukaan (R) yaitu jumlah satuan indeks erosi hujan, yang merupakan perkalian antara energi hujan total (E) dengan intensitas hujan maksimum 30 menit (I30). Prakiraan besarnya erosi adalah dalam kurun waktu per tahun(tahunan), dan dengan demikian angka rata-rata faktor R dihitung melalui persamaan sebagai berikut :

$$EI30 = 2,34.R^{1,98}$$

$$R = \sqrt[1,98]{\frac{EI30}{2,34}} \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

$$EI30 = 6,119(\text{Rain})^{1,21} \cdot (\text{Days})^{-0,47} \cdot (\text{PMax})^{0,53} \dots\dots\dots(3)$$

Rain = rerata curah hujan bulanan (cm)

Days = jumlah hari hujan per bulan

PMax= curah hujan maksimum selama 24 jam pada bulan yang bersangkutan

- b. Menurut Hammer (1978) dalam Utomo (1989), perhitungan nilai Kdihitung dengan persamaan;

$$K = \{2,713.M^{1,14}(10^{-4})(12-a) + 3,25(b-2) + 2,5(c-3)\} / 100 \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

M = persen pasir sangat halus + persen debu x (100 - % liat) (Tabel 1)

a = kandungan bahan organik (% C x 1,724)

b = harkat struktur tanah (Tabel 2)

c = harkat permeabilitas tanah (Tabel 3)

Indeks kepekaan tanah terhadap erosi atau erodibilitas tanah (K) menunjukkan resistensi partikel terhadap pengelupasan dan transportasi tanah tersebut oleh adanya energi kinetik air hujan. Besarnya erodibilitas atau resistensi tanah juga ditentukan oleh karakteristik tanah seperti tekstur tanah, stabilitas agregat tanah, kapasitas infiltrasi, dan kandungan bahan organik dan kimia tanah

Prakiraan besarnya nilai erodibilitas tanah dapat diketahui berdasarkan data persentase debu dan pasir sangat halus, pasir, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penilaian ukuran butir (M) (Hammer, 1979)

Kelas Tekstur (USDA)	Nilai M	Kelas Tekstur	Nilai M
Liat berat	210	Lempung berpasir	3245
Liat sedang	750	Lempung liat berdebu	3770
Liat berpasir	1213	Lempung pasir berdebu	4005
Liat ringan	1685	Lempung	4390
Lempung liat berpasir	2160	Lempung berdebu	6330
Liat berdebu	2830	Debu	8245
Lempung	2830		
Pasir	3035		

Sumber: Hardjowigeno, 1995.

Tekstur tanah digunakan untuk mengidentifikasi ukuran butir, sedangkan struktur tanah digunakan untuk menerangkan susunan partikel-partikel tanah. Struktur tanah memegang peranan penting terhadap tata air dan udara dalam tanah. Adapun untuk menghitung erodibilitas tanah maka dibutuhkan kode harkat struktur tanah, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Harkat Struktur Tanah

Kelas Struktur Tanah(ukuran diameter)	Harkat
Granular sangat halus	1
Granular halus	2
Granular sedang sampai kasar	3

Gumpal, lempeng, pejal	4
------------------------	---

Sumber : Arsyad, 2010.

Adapun permeabilitas dapat menghilangkan daya air untuk mengerosi permukaan tanah.

Dalam menghitung nilai erodibilitas tanah maka dibutuhkan harkat atau kode permeabilitas. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Harkat Permeabilitas Tanah

Kelas Kecepatan Permeabilitas Tanah	Harkat
Sangat lambat (< 0,5 cm/jam)	6
Lambat (0,5 – 2,0 cm/jam)	5
Lambat sampai sedang (2,0 – 6,3 cm/jam)	4
Sedang (6,3 – 12,7 cm/jam)	3
Sedang sampai cepat (12,7 – 25,4 cm/jam)	2
Cepat (> 25,4 cm/jam)	1

Sumber : Arsyad, 2010.

Untuk menentukan nilai K dapat diuji dengan nomograf erodibilitas tanah (untuk satuan metrik) (Arnoldus,1977; Wischmeier et.al., 1971). Nomograf selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.

Gambar 1. Nomograf Erodibilitas Tanah (K) (untuk satuan metrik) (Arnoldus,1977; Wischmeier et.al., 1971)

c. Untuk penentuan faktor panjang dan kemiringan lereng (LS) maka akan dilakukan pengukuran panjang lereng (L) dengan persen kecuraman lereng(S). Nilai LS dapat dihitung dengan persamaan:

1. Untuk lereng 3-18% digunakan rumus sebagai berikut:

$$LS = L^{1/2} (0,00138S^2 + 0,00965 S + 0,0138) \dots\dots\dots(5)$$

Dimana: L = Panjang lereng (m)

S = Kemiringan lereng (%)

2. Untuk lahan berlereng terjal yaitu lebih besar 20% digunakan rumus berikut ini (Foster dan Wischmeier, 1973).

$$LS = (1/22)mC (\cos\alpha)^{1,50}[0,5(\sin\alpha)^{1,25} + (\sin\alpha)^{2,25}] \dots\dots\dots(6)$$

m = 0,5 untuk lereng 5% atau lebih

0,4 untuk lereng 3,5 – 4,9 %

0,3 untuk lereng 3,5 %

C = 34,71

α =Sudut lereng (°)

l= panjang lereng (m)

d. Nilai faktor C dan P (faktor vegetasi dan pengelolaan tanaman atau tindakan manusia)

diperoleh dari Tabel C dan P berbagai tipe penggunaan lahan (Hammer, 1981).

Tabel 4. Nilai Faktor C (Pengelolaan Tanaman)

Macam Penggunaan	Nilai Faktor
Tanah terbuka tanpa tanaman	1,0
Sawah	0,01
Pertanian lahan kering campur tidak dispesifikasi	0,7
Ubi kayu	0,8
Jagung	0,7
Kedelai	0,399
Kentang	0,4
Kacang tanah	0,2
Padi	0,561
Tebu	0,2
Pisang	0,6
Akar wangi (sereh wangi)	0,4
Rumput bede (tahun pertama)	0,287
Rumput bede (tahun kedua)	0,002
Kopi dengan penutup tanah buruk	0,2
Talas	0,85
Kebun campuran: - Kerapatan tinggi	0,1

- Kerapatan sedang	0,2
- Kerapatan rendah	0,5
Perladangan	0,4
Hutan alam: - Serasah banyak	0,001
- Serasah kurang	0,005
Hutan produksi : - Tebang habis	0,05
- Tebang pilih	0,2
Semak belukar/padang rumput	0,3
Ubi kayu+kedelai	0,181
Ubi kayu+kacang tanah	0,195
Padi- sorghum	0,345

Sumber : Arsyad, 2010.

Tabel 5. Nilai Faktor P untuk Berbagai Tindakan Konservasi Tanah Khusus

Tindakan Khusus Konservasi Tanah	Nilai P
Teras Bangku ¹⁾ :	
- Konstruksi baik	0,04
- Konstruksi sedang	0,15
- Konstruksi kurang baik	0,35
- Teras tradisional	0,40
Strip tanaman rumput Bahia	0,40
Pengolahan tanah dan penanaman menurut garis kontur:	
- Kemiringan 0-8%	0,50
- Kemiringan 9-29%	0,75
- Kemiringan lebih dari 20%	0,90
Tanpa tindakan konservasi	1,00

Catatan : 1) Konstruksi bangku dinilai dari kerataan dasar teras dan keadaan talud teras.

E. Erosi Diperbolehkan (TSL)

Erosi diperbolehkan adalah laju erosi yang tidak melebihi pembentukan tanah, sehingga dapat ditemukan suatu lapisan tanah atas untuk tempat pertumbuhan tanaman. Sangat sulit sekali dilakukan untuk mencegah dan menghilangkan erosi sampai pada tingkat tidak terjadi erosi sama sekali (Sarief, 1985).

Penentuan batas erosi terbolehkan sangat penting bagi usaha-usaha pertanian sehingga dapat diketahui cara-cara pengolahan pertanian yang tepat. Apabila erosi telah melewati batas terbolehkan, maka perlu dilakukan usaha-usaha untuk mengurangi erosi sehingga kelangsungan usaha-usaha pertanian berjalan baik (Kartasapoetra, 2000).

Pembentukan tanah merupakan proses yang sangat kompleks dan merupakan fungsi berbagai variabel yang sangat berinteraksi dalam pembentukan tanah. Tanah merupakan fungsi dari bahan induk, iklim, topografi, vegetasi dan manusia. Oleh karena itu menghitung proses laju pembentukan tanah per satuan waktu bukan merupakan pekerjaan yang mudah. Sehubungan dengan hal ini Mc.Commack (1979) memberi batasan erosi diperbolehkan adalah kecepatan maksimum kehilangan tanah per tahun yang diperbolehkan agar produktifitas tanah dapat mencapai tingkatan optimum dalam waktu yang lama. Batasan digunakan disini ditinjau dari segi agronomi. Adapun faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam penetapan nilai erosi diperbolehkan adalah kedalaman efektif tanah, ciri-ciri fisik dan sifat-sifat tanah lainnya yang memengaruhi perkembangan akar. Suatu tanah yang dalam, bertekstur sedang dengan permeabilitas sedang memiliki lapisan bawah yang baik bagi pertumbuhan tanaman, memiliki nilai T lebih besar dari tanah yang dangkal. Beberapa tanah yang dalam perakarannya, mempunyai nilai T lebih besar dari 11,21 ton per hektar (Arsyad S, 2010).

Hardjowigeno dalam Arsyad, (2010) mengemukakan besarnya nilai T maksimum untuk tanah-tanah di Indonesia adalah 2,5 mm per tahun yaitu untuk tanah-tanah dalam dengan lapisan bawah (sub soil) yang permeabel dengan substratum yang tidak terkonsolidasi (telah mengalami pelapukan). Tanah-tanah yang kedalamannya kurang atau sifat-sifat lapisan bawah yang lebih kedap air atau terletak di atas substratum yang belum melapuk, nilai T harus lebih kecil dari 2,5 mm per tahun. Laju erosi yang dapat dibiarkan untuk berbagai macam kondisi tanah selengkapnya dapat ditunjukkan dalam Tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Batas maksimum laju erosi untuk berbagai macam kondisi tanah (Suripin, 2002) dalam Kodoatie R.J, et.al., 2008.

Kondisi Tanah	Laju erosi per tahun			Sumber
	mm	kg/m ²	ton/ha	
Skala makro (misal DAS)	0,17	0,2	2	Morgan, 1980
Skala meso (misal lahan pertanian)				
Tanah berlumpur tebal dan subur	0,5 – 0,92	0,6 – 1,1	6 - 11	Wischmeier dan Smith, 1978
Tanah dangkal yang mudah tererosi	0,17 – 0,42	0,2 – 0,5	2 - 5	Hudson, 1971; Smith & Stamey, 1965
Tanah berlempung tebal berasal dari endapan vulkanik	1,1 – 1,25	1,3 – 1,5	13 - 15	Hudson, 1971
Tanah yang mempunyai kedalaman				
0 – 25 cm	0,17	0,2	2	Arnoldus, 1977
25 – 50 cm	0,17 – 0,42	0,2 – 0,5	2 – 5	
50 – 100 cm	0,42 – 0,59	0,5 – 0,7	5 – 7	
100 – 150 cm	0,59 – 0,76	0,7 – 0,9	7 – 9	
> 150 cm	0,92	1,1	11	Morgan, 1980
Tanah tropika yang sangat mudah tererosi	2,08	2,5	25	Morgan, 1980
Skala mikro (misal daerah terbangun)	2,08	2,5	25	Morgan, 1980

Tanah dangkal di atas batuan	0,093	0,112	11,2	Thomson, 1957; Suwardjo, dkk. 1975
Tanah dalam di atas batuan	0,187	0,224	22,4	
Tanah lapisan dalam padat di atas batuan lunak	0,373	0,448	44,8	
Tanah dengan permeabilitas lambat di atas batuan lunak	0,934	1,21	11,21	
Tanah permeabel di atas batuan lunak	1,118	1,341	13,41	

Catatan: konversi kg/m^2 ke mm dan ton/ha berdasarkan $\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$

Sumber: Kodoatie R.J, et.al., 2008. Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu, edisi revisi.

F. Indeks Bahaya Erosi

Untuk mengetahui kejadian erosi pada tingkat membahayakan atau suatu ancaman degradasi lahan atau tidak, dapat diketahui dari nilai indeks bahaya erosi dari lahan tersebut. Indeks bahaya erosi diartikan sebagai suatu nilai rasio antara erosi potensial dengan erosi diperbolehkan (erosi yang masih dapat dibiarkan) dari suatu lahan yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Indeks bahaya erosi} = \frac{\text{Erosi Potensial(R.K.LS) (ton.ha/thn)}}{\text{Erosi diperbolehkan(TSL)(ton/ha/thn)}}$$

Dari nilai indeks bahaya erosi yang diperbolehkan dapat diketahui tingkat bahaya atau ancaman erosi tersebut di suatu lahan dengan berpedoman pada klasifikasi indeks bahaya erosi sebagaimana tertera pada Tabel 7.

Tabel 7. Klasifikasi Indeks Bahaya Erosi (Hammer, 1981)

Nilai Indeks Bahaya Erosi	Harkat
< 1,00	Rendah

1,00 – 4,00	Sedang
4,01 – 10,00	Tinggi
> 10,00	Sangat Tinggi

G. Metode Pengendalian Erosi

Mencegah terjadinya erosi di daerah rawan erosi (kemiringan lereng terjal, pinggir sungai) atau di tempat dimana praktek-praktek pertanian dilakukan dengan menerapkan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air, adalah usaha yang paling ekonomis dan efektif untuk dilaksanakan dalam rangka menurunkan laju erosi. Hal prinsip yang harus dilakukan adalah dengan memberikan pengertian kepada petani bahwa kerusakan tanah akibat erosi yang terjadi dilahan-lahan pertanian mereka akan menurunkan tingkat produktivitas lahan tersebut. Dengan adanya pengertian seperti itu maka diharapkan lebih mudah mengarahkan petani pemakai tanah untuk selalu bertindak dalam perspektif usaha konservasi tanah dan air .

Adapun prinsip-prinsip pengendalian erosi adalah untuk:

- a) Menggunakan lahan sesuai dengan kemampuan lahan
- b) Melindungi permukaan tanah dengan beberapa bentuk penutup lahan
- c) Mengendalikan limpasan sebelum berkembang menjadi sebuah kekuatan yang menyebabkan longsor.
- d) Tindakan konservasi tertentu dapat mengurangi erosi tanah oleh air dan angin. Budidaya dan praktik tanam, serta praktek-praktek pengelolaan tanah, secara langsung mempengaruhi erosi tanah. Ketika rotasi tanaman atau mengubah praktik tanah yang dikerjakan tidak cukup untuk mengendalikan erosi di lapangan, kombinasi pendekatan atau lebih ekstrim mungkin

diperlukan. Sebagai contoh, kontur membajak, strip cropping, atau terasering dapat dipertimbangkan.

Beberapa metode pengawetan tanah antara lain adalah :

1. Metode vegetatif, dapat dilakukan dengan cara :
 - a. Metode vegetatif penghijauan kembali
 - b. Menanam tanaman penutup tanah (cover crop)
2. Cara mekanik, dapat dilakukan dengan cara :
 - a. Pengolahan tanah menurut kontur
 - b. Galengan dan saluran menurut kontur
 - c. Perbaikan drainase dan perbaikan irigasi
3. Metode kimia
 - a. Metode ini dilakukan dengan menggunakan bahan kimia untuk memperbaiki struktur tanah, yaitu meningkatkan kemantapan agregat tanah. Tanah dengan struktur tanah yang mantap tidak mudah hancur oleh air hujan.
 - b. Penggunaan bahan kimia untuk pengawetan tanah belum banyak dilakukan. Walaupun cukup efektif tetapi biayanya mahal. Pada waktu sekarang ini umumnya masih dalam tingkat percobaan.

H. Teknik Konservasi Untuk Menekan Erosi

Tujuan utama konservasi tanah adalah untuk mendapatkan tingkat keberlanjutan produksi lahan. Laju erosi tanah sebisa mungkin dapat ditekan agar tidak melebihi ambang batas. Atau erosi yang diperkenankan tidak melebihi laju pembentukan tanah. Banyak sekali cara-cara yang digunakan untuk memperkecil laju erosi. Banyak sekali penelitian yang dilakukan dan hasilnya cukup efektif dalam mengurangi hilangnya lapisan

permukaan tanah. Seperti yang diterapkan pada lahan tembakau temanggung dengan menanam rumput setaria dan tanaman flemingia, serta adanya rorak yang dapat menekan erosi sebesar 44,84%. Penekanan erosi tersebut dimungkinkan karena terjadinya penurunan kecepatan aliran permukaan dan penyerapan tanah yang tererosi oleh rumput. Hasil penelitian yang lain yang menggunakan barisan rumput sebagai tanaman penahan dapat mengurangi erosi sebesar 80% pada lahan dengan kemiringan sekitar 5% (Blancocanqui *et al.*, 2006).

Kemampuan tanaman rumput sebagai tanaman penahan yang dapat menurunkan aliran permukaan, disebabkan rumput dapat memperbaiki struktur tanah. Lahan yang ditanami dengan tanaman penahan dalam jangka panjang mempunyai berat jenis yang lebih rendah dan pori tanah makro yang lebih banyak, konduktivitas hidrolik dan kecepatan infiltrasi yang lebih daripada lahan yang tidak ditanami rumput penahan (Rachman *et al.*, 2004), yang pada akhirnya menurunkan aliran permukaan (Gilley *et al.*, 2000).

Selain itu pencangkulan minimal yang dilakukan pada lahan dengan teknik konservasi juga menyebabkan tanah tidak mudah tererosi. Pada lahan tembakau di Tennessee dengan kemiringan 9% yang diolah secara minimal dapat menurunkan erosi sebesar 92% dan kehilangan N sebesar 83% (Yoder *et al.*, 2005). Sedangkan pencangkulan pada lahan kontrol terutama yang dilakukan pada saat musim hujan masih berlangsung akan memudahkan tanah untuk tererosi. Hal ini disebabkan adanya kerusakan agregat tanah akibat pencangkulan, sehingga agregat lebih rentan dan mudah tererosi (Chan *et al.*, 2001).

Diketahui bahwa pada lahan tanpa konservasi, tanah yang tererosi mengandung kadar C organik, N, P dan K lebih tinggi daripada tanah yang dilengkapi dengan teknik konservasi lahan. Hal ini menunjukkan bahwa teknik konservasi lahan dapat mengurangi besarnya unsur-unsur hara C organik, N, P dan K yang tererosi, yaitu masing-masing sebesar 47,60; 57,12; 45,30 dan 17,26% (Djajadi *et al.*, 2008).

I. Sifat Fisik Tanah

Hasil penelitian sifat fisik tanah yang dilakukan pada sampel tanah yang diambil setelah tanaman tembakau dipanen menunjukkan bahwa sifat-sifat fisik tanah pada lahan dengan teknik konservasi lahan relatif lebih baik daripada sifat-sifat fisik tanah pada lahan kontrol. Hal ini ditunjukkan dengan nilai bobot isi tanah yang lebih rendah pada lahan dengan teknik konservasi (0,91 g/cm³) daripada nilai pada lahan kontrol (0,88 g/cm³), porositas yang lebih banyak, hantaran hidrolis jenuh yang lebih tinggi, kadar air aktual yang lebih tersedia, dan kekerasan tanah yang lebih rendah (Golchin *et al.*, 1995; Naidu *et al.*, 1996).

Kekerasan tanah yang ditunjukkan oleh nilai cone index pada kontrol (0,58 MPa) lebih tinggi dibanding pada perlakuan konservasi tanah (0,23 MPa). Rendahnya kekerasan tanah pada perlakuan konservasi memberikan pengaruh yang baik bagi pertumbuhan akar tanaman.

Kekerasan tanah yang rendah umumnya memiliki kaitan dengan rendahnya bobot isi tanah dan lebih tingginya kadar air tanah, selain juga faktor-faktor yang berkaitan dengan sifat fisik tanah yang lain seperti tekstur dan konsistensi tanah. Akan tetapi, keadaan yang terjadi pada penelitian ini diperkirakan sebagai akibat mekanisme yang berkaitan dengan bobot isi dan kadar air tanah. Hasil tersebut di atas memperlihatkan

bahwa perlakuan konservasi tanah yang diberikan memiliki pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan tanaman terutama melalui perbaikan aerasi dan penurunan kepadatan tanah. (Golchin *et al.*, 1995; Naidu *et al.*, 1996)

J. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Menurut Sarief (1986), Daerah Aliran Sungai adalah suatu daerah atau wilayah dengan kemiringan lereng yang bervariasi yang dibatasi oleh punggung-punggung bukit atau yang dapat menampung seluruh curah hujan sepanjang tahun, menuju sungai utama yang kemudian dialirkan terus sampai ke laut sehingga merupakan kesatuan ekosistem wilayah tata air. Serupa dengan apa yang dikemukakan oleh Asdak (2010), bahwa DAS adalah suatu wilayah daratan yang secara topografi dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung air hujan kemudian mengalirkan ke laut melalui sungai utama. Begitu pula menurut Manan (1978), DAS adalah suatu wilayah penerima air hujan yang dibatasi oleh punggung bukit atau gunung, dimana semua curah hujan yang jatuh di atasnya akan mengalir di sungai utama dan akhirnya bermuara kelaut. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (DTA) atau disebut juga *catchment area*.

Menurut Departemen Kehutanan (2009), 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. Sedangkan menurut Departemen Kehutanan (2000), DAS merupakan suatu ekosistem dimana

didalamnya terjadi suatu proses interaksi antara faktor-faktor biotik, non biotik dan manusia. DAS mempunyai karakteristik sendiri-sendiri yang mempengaruhi proses pengaliran air hujan atau siklus air. Karakteristik DAS terutama ditentukan oleh faktor lahan (topografi, tanah, geologi, geomorfologi) dan faktor vegetasi. Faktor tata guna lahan atau penggunaan lahan itulah yang akan mempengaruhi debit sungai dan kandungan lumpur pada daerah aliran sungai.

Ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terdiri atas beberapa komponen yang saling berintegrasi sehingga membentuk suatu kesatuan. Sistem tersebut mempunyai sifat tertentu, tergantung pada jumlah dan jenis komponen yang menyusunnya. Daerah aliran sungai dapatlah dianggap sebagai suatu ekosistem. Dalam suatu ekosistem tidak ada satu komponen yang berdiri sendiri, melainkan mempunyai keterkaitan dengan komponen lainnya, langsung atau tidak langsung, besar atau kecil. Sehingga setiap aktivitas suatu komponen ekosistem selalu memberi pengaruh pada komponen ekosistem yang lain (Asdak, 2010).

Daerah aliran sungai (DAS) biasanya dibagi menjadi daerah hulu, tengah dan hilir berdasarkan ekosistemnya. Daerah hulu merupakan daerah konservasi yang mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi dan memiliki kemiringan lahan yang besar. Sementara daerah hilir merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil dan memiliki kemiringan lahan yang kecil sampai dengan sangat kecil. DAS bagian tengah merupakan daerah transisi dari kedua bagian DAS yang berbeda tersebut. Ekosistem DAS hulu merupakan bagian yang penting, karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap seluruh bagian DAS. Perlindungan ini antara lain dari segi fungsi tata air. Perencanaan DAS hulu sering kali menjadi fokus perencanaan mengingat bahwa dalam suatu DAS, daerah hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi (Asdak, 2010).

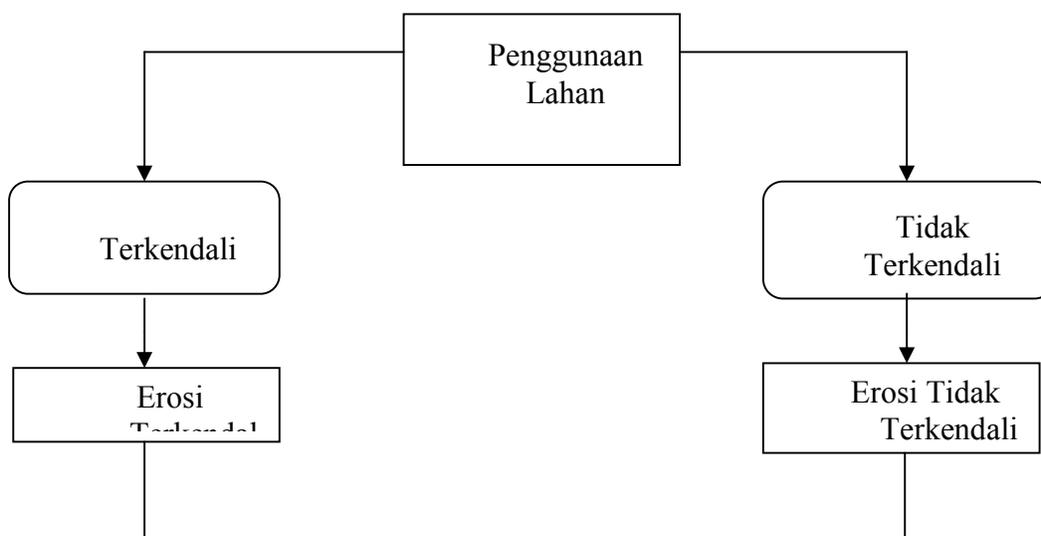
Daerah aliran sungai merupakan suatu megasistem kompleks yang dibangun atas sistem fisik (*physical systems*), sistem biologis (*biological systems*) dan sistem manusia (*human systems*). Setiap sistem dan Sub-Sub sistem di dalamnya saling berinteraksi. Dalam proses ini peranan tiap-tiap komponen dan hubungan antar komponen sangat menentukan kualitas ekosistem DAS. Tiap komponen tersebut memiliki sifat yang khas dan keberadaannya tidak berdiri sendiri, melainkan berhubungan dengan komponen lainnya membentuk kesatuan sistem ekologis (ekosistem). Gangguan terhadap salah satu komponen ekosistem akan dirasakan oleh komponen lainnya dengan sifat dampak yang berantai. Keseimbangan ekosistem akan terjamin apabila kondisi hubungan timbal balik antar komponen berjalan dengan baik dan optimal.

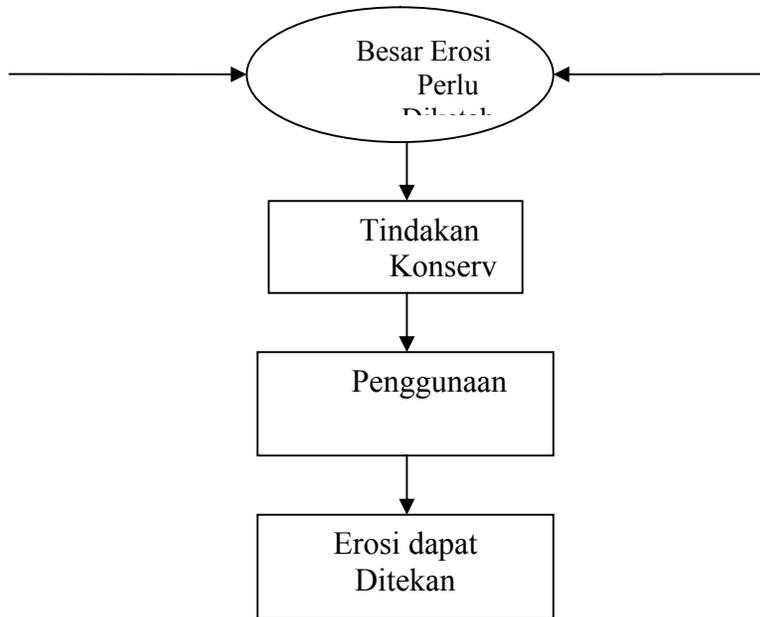
Komponen-komponen ekosistem DAS khususnya ekosistem DAS bagian hulu umumnya dapat dipandang sebagai suatu ekosistem pedesaan. Ekosistem ini terdiri atas empat komponen utama yaitu desa, sawah/ ladang, sungai dan hutan. Komponen-komponen tersebut dapat berbeda dari satu DAS ke DAS lainnya, tergantung kepada keadaan daerah hulu DAS tersebut. Keempat komponen tersebut berinteraksi timbal-balik sangat erat, sehingga apabila terjadi perubahan pada salah satu komponennya, ia akan mempengaruhi komponen lainnya dan seterusnya. Sebagai contoh, masalah degradasi lingkungan yang sering terjadi akhir-akhir ini berpangkal pada komponen desa. Pertambahan jumlah penduduk yang cepat menyebabkan perbandingan antara jumlah penduduk dengan lahan pertanian tidak berimbang. Hal ini telah menyebabkan pemilikan lahan pertanian semakin sempit. Keterbatasan lapangan kerja dan kendala keterampilan menyebabkan kecilnya pendapatan petani. Keadaan ini mendorong kebanyakan petani untuk merambah hutan dan lahan tidak produktif sebagai lahan pertanian. Lahan yang kebanyakan marginal apabila diusahakan dengan cara-cara yang mengabaikan kaidah-kaidah konservasi tanah rentan terhadap erosi dan tanah longsor (Departemen Kehutanan, 2006).

Komponen lingkungan hidup dalam DAS, ditelaah berdasarkan penggunaan lahan/tanah. Pada dasarnya penggunaan tanah dibedakan menjadi: (a) hutan, (b) permukiman, (c) kebun/pekarangan, (d) perkebunan, (e) persawahan, (f) kawasan tandon air, dan sebagainya. Walaupun pemahaman terhadap komponen lingkungan hidup di sekitar sungai (tepi sungai) sama pengertiannya dalam DAS, akan tetapi jangkauan wilayahnya lebih sempit, yaitu antara 100-500 meter pada kanan dan kiri badan sungai. Pengertian komponen lingkungan hidup pada tepi sungai meliputi (a) badan sungai, (b) bantaran sungai, dan (c) hamparan lahan sejauh minimal 100 meter dari kanan dan kiri sungai.

Meningkatnya erosi dan tanah longsor di daerah tangkapan air pada gilirannya akan meningkatkan muatan sedimen di sungai bagian hilir. Demikian juga dengan perambahan hutan untuk kegiatan pertanian telah meningkatkan koefisien air larian (run off coefficient), dan seterusnya akan meningkatkan jumlah air hujan yang menjadi air larian dan debit sungai. Dalam skala besar, dampak kerusakan hutan akibat perambahan adalah terjadinya gangguan perilaku aliran sungai, yaitu pada musim hujan debit air meningkat tajam sementara pada musim kemarau debit air sangat rendah. Dengan demikian resiko banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau selalu meningkat (Departemen kehutanan, 2003).

K. Kerangka Pikir Penelitian





L. Hipotesis

Terdapat hubungan yang signifikan antara vegetasi penutup lahan, lereng, curah hujan, dan erodibilitas tanah terhadap besarnya erosi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan yaitu Maret sampai Mei 2012. Kegiatan penelitian dilakukan dalam 2 tahap, yaitu persiapan yang dilaksanakan pada bulan Maret sampai April dengan mengambil sampel tanah pada setiap penggunaan lahan di sub DAS Jenepangkalung dan sub DAS Jenetalinggoa. Tahap kedua bulan Mei yaitu analisis laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

B. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini antara lain :

- a. Abney level
- b. Kalkulator
- c. GPS
- d. Bor tanah
- e. Linggis
- f. Papan ukuran 15 cm x 15cm
- g. Parang
- h. Kamera digital
- i. Kantong plastik (untuk wadah contoh tanah)
- j. Karet gelang

- k. Mistar
- l. ATK
- m. Ring sample (mengambil sampel tanah)

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah :

- a. Peta dasar RBI tahun 1999
- b. Peta jenis tanah
- c. Peta lereng/topografi
- d. Peta penggunaan/penutupan lahan
- e. Peta Iklim
- f. Sampel tanah

C. Metode Pengumpulan Data

1. Jenis Data

Ada dua jenis data yang dikumpulkan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah jenis data yang diperoleh langsung di lapangan yang dalam penelitian ini berupa tekstur, struktur, permeabilitas, bahan organik tanah. Sedangkan data sekunder adalah data-data pendukung yang tidak diperoleh dari pengamatan langsung di lokasi penelitian. Data-data tersebut antara lain data curah hujan, data jenis tanah, data kependudukan, data geologi, studi literatur.

2. Metode Pengumpulan Data

Sebelum Pengumpulan data primer, terlebih dahulu dilakukan persiapan lapangan yaitu menyiapkan peta tanah, lereng, penggunaan lahan dan peta iklim (curah hujan)

kemudian dioverlay dengan Program GIS. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data pada lokasi penelitian dengan cara sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui nilai R (Faktor Indeks Erosivitas Hujan), dilakukan dengan menggunakan data curah hujan bulanan sebanyak mungkin (dalam hal ini digunakan 10 tahun), data rerata curah hujan bulanan, jumlah hari hujan per bulan, serta curah hujan maksimum selama 24 jam. Kemudian faktor R dihitung dengan menggunakan persamaan Bols.
2. Untuk mengetahui nilai erodibilitas tanah (K) dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah pada setiap penggunaan lahan yang berdasarkan tingkat kemiringan. Sampel tanah yang diambil dengan memakai ring sampel adalah tanah yang tidak terganggu agregatnya.
2. Untuk mengetahui nilai faktor panjang dan kemiringan lereng (LS). Indeks LS dihasilkan dari nomograf LS berdasarkan rumus McCool (Soil and Water Conservation Society, 1993). Panjang lereng (L) ditetapkan pada titik yang sesuai pada sumbu horizontal nomograf, kemudian ditarik garis vertikal hingga memotong garis yang menunjukkan kemiringan lereng (S). Dari titik perpotongan ini ditarik garis horizontal hingga memotong sumbu vertikal, sehingga nilai indeks LS dapat dibaca.
3. Untuk mengetahui nilai C dan P. Hal ini dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan dilapangan pada masing-masing penggunaan lahan tentang pengolahan tanaman dan tindakan konservasinya, kemudian dicocokkan dengan tabel C dan P seperti yang tertera pada Tabel 4 dan 5.
4. Melakukan pengeboran tanah untuk mengetahui kedalaman solum.

Sampel tanah yang diambil selanjutnya akan dianalisis di Laboratorium Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNHAS, untuk mengetahui permeabilitas, bahan organik, tekstur, struktur tanah.

Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui instansi dan sumber-sumber lain yang terkait. Data yang dikumpulkan antara lain data curah hujan, data jenis tanah, data luas penggunaan lahan, data kependudukan, data geologi, studi literatur dan data batas wilayah administrasi kecamatan. Data curah hujan bersumber dari stasiun Klimatologi Kabupaten Maros selama 10 tahun (2001-2011). Ada 8 stasiun penakar di DAS Tallo. Akan tetapi untuk daerah hulu khususnya pada lokasi penelitian ini, ada 2 stasiun yang terdekat yaitu Bonto-Bonto dan Tinggi Moncong/Malino. Hal ini di diketahui dengan menggunakan poligon Thiessen dengan metode sebagai berikut:

1. Stasiun penakar digambar pada peta daerah yang ditinjau
2. Stasiun-stasiun tersebut dihubungkan dengan garis lurus, sehingga akan didapatkan bentuk segitiga.
3. Tiap-tiap sisi segitiga dibuat garis berat sehingga saling bertemu dan membentuk suatu poligon yang mengelilingi tiap stasiun. Tiap stasiun mewakili luasan yang dibentuk oleh poligon, sedangkan untuk stasiun yang berada di dekat batas daerah, garis batas daerah membentuk batas tertutup dari poligon.
4. Luas tiap poligon diukur, kemudian dikalikan dengan kedalaman hujan di tiap poligon. Hasil jumlah hitungan tersebut dibagi dengan total luas daerah yang ditinjau.

Data luas kedua Sub DAS, kemiringan lereng, penggunaan lahan dan lain-lain diperoleh dari hasil analisis Citra Spot dengan bantuan Sistem Informasi Geografis (SIG).

D. Teknik Analisis Data

1. Pengolahan data

Data yang diperoleh diolah dengan cara tabulasi, dikelompokkan kemudian dianalisis dengan metode deskriptif kuantitatif. Tabulasi data pengamatan dikelompokkan berdasarkan

jenis penggunaan lahan, kemiringan lereng (%), jenis tanah, iklim (curah hujan) akan diperoleh 59 unit lahan. Selanjutnya, unit-unit lahan yang sama ditabulasi ulang hingga menjadi 33 unit lahan. Analisis data dilakukan terhadap 33 unit lahan tersebut dan hasilnya akan diakumulasikan dengan jumlah total unit lahan.

2. Analisis data

Sifat Tanah yang Diukur adalah sampel tanah yang diambil di lokasi dianalisa di laboratorium untuk pengukuran tekstur, struktur, permeabilitas, persen karbon organik. Selanjutnya dapat ditentukan erosi maksimal dengan metode *USLE (Universal Soil Loss Equation)* dari Wischmeier dan Smith (1978). Jelasnya persamaan *USLE* tersebut adalah:

$$A = R K L S C P \text{ dimana :}$$

A = besarnya tanah yang tererosi dalam ton/hektar/tahun

1. R = faktor indeks erosivitas hujan. Faktor R dihitung dari data curah hujan tahunan sebanyak mungkin melalui persamaan Bols sebagai berikut :

$$R = \sqrt[2,34]{\frac{EI_{30}}{2,34}} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

$$EI_{30} = 2,34.R^{1,98} \dots\dots\dots(2)$$

$$EI_{30} = 6,119 (\text{Rain})^{1,21} \cdot (\text{Days})^{-0,47} \cdot (\text{P.Max})^{0,53} \dots\dots\dots(3)$$

Rain = rerata curah hujan bulanan (cm)

Days = jumlah hari hujan per bulan (hari)

PMax = curah hujan maksimum selama 24 jam pada bulan yang bersangkutan (cm)

2. K = faktor erodibilitas tanah yang tererosi (ton/hektar).

Faktor K dihitung dengan persamaan Hammer (1978) berikut ini:

$$K = \{2,713 \cdot M^{1,14} (10^{-4}) (12-a) + 3,25(b-2) + 2,5(c-3)\} / 100$$

dimana :

M = persen pasir sangat halus + persen debu x (100 - % liat) (Tabel 1)

a = kandungan bahan organik (%C x 1,724)

b = harkat struktur tanah

c = harkat permeabilitas tanah

3. LS = faktor panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S). Faktor LS ini dapat dihitung dengan persamaan berikut:

1. Untuk lereng 3-18% digunakan rumus:

$$LS = L^{1/2} (0,00138 S^2 + 0,00965 S + 0,0138) \dots\dots\dots(4)$$

Dimana: L = Panjang lereng (m)

S = Kemiringan lereng (%)

2. Untuk lahan berlereng terjal yaitu lebih besar 20% digunakan rumus berikut ini (Foster dan Wischmeier, 1973).

$$LS = (1/22)mC (\cos\alpha)^{1,50} [0,5(\sin\alpha)^{1,25} + (\sin\alpha)^{2,25}] \dots\dots\dots(5)$$

m = 0,5 untuk lereng 5% atau lebih

0,4 untuk lereng 3,5-4,9%

0,3 untuk lereng 3,5 %

$$C = 34,71$$

$$\alpha = \text{Sudut lereng } (^{\circ})$$

l = panjang lereng (m)

4. CP = faktor pengelolaan tanaman (C) dan konservasi tanah (P). Nilai faktor ini dapat ditentukan dengan mencocokkan pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi di lapangan dengan Tabel C dan P pada Tabel 4,5 dan 8.

Tabel 8. Perkiraan nilai faktor CP berbagai jenis penggunaan lahan di Jawa (Abdurachman dkk., 1984; Ambar dan Syafrudin, 1979) , dalam Asdak (2010).

Konservasi dan Pengelolaan Tanaman		Nilai CP
Hutan	a. Tak terganggu	0,01
	b. Tanpa tumbuhan bawah, disertai serasah	0,05 0,50
	c. Tanpa tumbuhan bawah, tanpa serasah	
Semak	a. Tak terganggu	0,01
	b. Sebagian berumput	0,10
Kebun	a. Kebun – talun	0,02
	b. Kebun - pekarangan	0,20
Perkebunan	a. Penutupan tanah sempurna	0,01
	b. Penutupan tanah sebagian	0,07
Rerumputan	a. Penutupan tanah sempurna	0,01
	b. Penutupan tanah sebagian, ditumbuhi alang-alang	0,02 0,06
	c. Alang-alang: pembakaran sekali setahun	0,65
	d. Serai wangi	

Tanaman Pertanian	a. Umbi-umbian	0,51
	b. Biji-bijian	0,51
	c. Kacang-kacangan	0,36
	d. Campuran	0,43
	e. Padi irigasi	0,02
Perladangan	a. 1 tahun tanam – 1 tahun bero	0,28
	b. 1 tahun tanam – 2 tahun bero	0,19
Pertanian dengan konservasi	a. Mulsa	0,14
	b. Teras bangku	0,04
	c. Contour Cropping	0,14

Sumber : Asdak, 2010. Hidrologi dan Pengelolaan DAS.

5. Menghitung erosi tertimbang. Setelah nilai erosi masing-masing unit lahan diketahui, selanjutnya akan dihitung erosi tertimbang sebagai berikut:

$$\text{Erosi Tertimbang} = \frac{(E_1 \times L_1) + (E_2 \times L_2) + \dots + (E_n \times L_n)}{\text{Luas sub DAS}} \dots\dots\dots(6)$$

Luas sub DAS

Dimana : E_1 = Erosi pada setiap unit lahan

L_1 = luas setiap unit lahan

6. Selanjutnya akan dihitung erosi diperbolehkan (TSL) pada kedua sub DAS tersebut dengan merujuk pedoman penetapan nilai TSL untuk tanah-tanah di Indonesia yang disajikan pada Tabel 9 berikut (Arsyad, 2010).

Tabel 9. Pedoman penetapan nilai TSL untuk tanah-tanah di Indonesia

No.	Sifat Tanah dan Substratum	Nilai TSL (ton/ha/thn)
1.	Tanah sangat dangkal (<25 cm) di atas batuan	0
2.	Tanah sangat dangkal (<25 cm) di atas bahan telah melapuk (tidak terkonsolidasi)	4,8
3.	Tanah dangkal (25 – 50 cm) di atas bahan telah melapuk	9,6
4.	Tanah dengan kedalaman sedang (50 – 90 cm) di atas bahan telah melapuk	14,4
5.	Tanah yang dalam (>90 cm) dengan lapisan bawah yang kedap air di atas substrata yang telah melapuk	16,8
6.	Tanah yang dalam (>90 cm) dengan lapisan bawah	19,2

	berpermeabilitas lambat, di atas substrata telah melapuk.	
7.	Tanah yang dalam (>90 cm) dengan lapisan bawah berpermeabilitas sedang, di atas substrata telah melapuk	24,0
8.	Tanah yang dalam (>90 cm) dengan lapisan bawah yang permeabel, di atas substrata telah melapuk.	30,0

Setelah nilai erosi diperbolehkan diketahui maka akan ditentukan tindakan konservasi apa yang dilakukan pada unit lahan dengan nilai erosi melebihi batas toleransi (erosi diperbolehkan).

D. Defenisi Operasional

1. Erosi adalah suatu proses atau peristiwa hilangnya lapisan permukaan tanah atas, baik oleh pergerakan air maupun angin.
2. Erosi diperbolehkan adalah laju erosi yang tidak melebihi laju pembentukan tanah.
3. Penggunaan Lahan (*Land Use*) adalah setiap bentuk intervensi atau campur tangan manusia terhadap lahan dalam rangka pemenuhan kebutuhannya.
4. Unit Lahan adalah bentukan lahan terkecil dan mempunyai sifat homogen berdasarkan kriteria-kriteria tertentu seperti curah hujan, lereng, penggunaan lahan dan jenis tanah.
5. Hujan adalah bagian atau bentuk presipitasi yang jatuh di atas permukaan bumi dengan ukuran tertentu.
6. Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami.
7. Sub DAS adalah bagian dari DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama.
8. Pengelolaan DAS adalah pengelolaan seluruh sumberdaya alam yang ada dalam DAS (terutama yang dapat dipulihkan) untuk tujuan perlindungan, pencegahan erosi dan banjir

9. Erosivitas Hujan adalah kemampuan air hujan untuk menghancurkan dan mengangkut tanah.
10. Erodibilitas Tanah adalah nilai kuantitatif yang diperoleh dari hasil penelitian (plot unit) atau resistensi tanah terhadap erosivitas hujan.
11. Lereng/kemiringan lereng adalah penampakan permukaan yang berbentuk sudut terhadap bidang datar atau horizontal yang dinyatakan dengan satuan derajat ($^{\circ}$) atau persentase (%).
12. Penutupan lahan adalah tanaman atau tumbuhan yang khusus ditanam untuk melindungi tanah dari ancaman kerusakan oleh erosi dan atau untuk memperbaiki sifat kimia dan fisika tanah
13. Kedalaman tanah adalah kedalaman solum tanah yang meliputi lapisan A dan B
14. Laju erosi adalah banyaknya erosi yang terjadi persatuan waktu.
15. Pengelolaan tanaman adalah penataan/pengaturan tanaman sedemikian rupa sehingga dapat memberikan manfaat produksi dan perlindungan.
16. Konservasi tanah adalah suatu upaya pengawetan tentang bagaimana mengoptimalkan/meningkatkan daya dukung lahan sebagaimana fungsinya atau sesuai peruntukannya.
17. Penggunaan lahan optimal adalah segala bentuk campur tangan manusia pada bidang lahan tertentu yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, ini dapat terjadi apabila mampu menekan erosi dibawah TSL atau sama dengan TSL.
18. Areal pertanian adalah lahan kering yang pemanfaatannya ditanami dengan tanaman pertanian.
19. Areal hutan adalah sebidang lahan yang masih ditumbuhi oleh pohon dan tanaman berkayu lainnya.

BAB IV

KEADAAN UMUM LOKASI

A. Keadaan Biofisik

1. Letak dan Luas

Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa (DAS TalloHulu) terletak di Dusun Pakkolompo, Desa Borisallo, Kecamatan Parangloe, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan. Secara geografis Sub-Sub DAS terletak pada $05^{\circ}13'36,9''$ S dan $05^{\circ}13'29,8''$ LS. Desa ini berjarak sekitar 30 km dari ibukota kabupaten dan ditempuh sekitar 1,5 jam untuk sampai di lokasi tersebut. Menurut wilayah administrasi pemerintahan, batas-batas Desa Borisallo meliputi:

- a. Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Maros
- b. Sebelah Timur berbatasan dengan Desa Bontokassi
- c. Sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Manuju
- d. Sebelah Barat berbatasan dengan Desa Lanna

Desa Borisallo mempunyai dua dusun yakni Dusun Bontojai dan Dusun Pakkolompo dengan luas keseluruhan 4000 km^2 (Kantor Desa Borisallo, 2011). Peta batas Desa dapat dilihat pada Gambar 2.

2. Topografi

Secara umum keadaan topografi areal DAS Tallo adalah daerah dataran tinggi yang berada pada ketinggian sekitar 0-499,9 m dari permukaan laut. Pada Tabel 10, dapat dilihat bahwa sebagian besar DAS ini berada pada kelerengan agak curam hingga sangat curam yaitu 66,71% dari luas total 4.376,65 ha, sedangkan untuk kelerengan datar hingga landai sebesar 33,29%. Adapun total luas pada masing-masing lereng yang ada pada Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa (DAS Tallo Hulu) disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Luas Kelas Lereng pada Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa.

Kelas Lereng	Jenepangkalung		Jenetalinggoa	
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)
0 - 8% (Datar)	108,34	6,13	407,26	15,61
8 - 15% (Landai)	165,47	9,36	776,14	29,75
15 - 25% (Agak curam)	583,55	33,01	1.096,88	42,04
25 - 40% (Curam)	570,95	32,30	55,911	2,14
> 40% (Sangat Curam)	339,31	19,20	272,85	10,46
Jumlah	1.767,61	100,00	2.609,04	100

Sumber : Peta Land System Bakosurtanal, 1984.

Peta kemiringan lereng pada masing-masing subDAS dapat dilihat pada Gambar 3

berikut.

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa persentase luas kelas lereng agak curam hingga sangat curam lebih besar pada sub DAS Jenepangkalung yaitu sebesar 84,51 %, lereng datar hingga landai hanya 15,49%. Untuk sub DAS Jenetalinggoa hanya 54,64%, datar hingga landai lebih besar yaitu 43,53%.

3. Geologi dan Tanah

Berdasarkan Peta jenis tanah dan geologi Kabupaten Gowa, jenis tanah yang mendominasi wilayah penelitian adalah dystropepts. Tanah ini merupakan sub golongan dari tanah inceptis tropika. Inceptisol adalah tanah muda dengan horizon kambik tetapi tidak mempunyai horizon penentu (Sanhez P.A, 1992). Tanah dystropept adalah great group tropept yang kejenuhan basanya rendah yaitu lebih kecil dari 50% (NH₄OAc) pada sejumlah sub horizon pada kedalaman antara 25-100 cm (Lopuliso C, 2004).

Kebanyakan tanah dystropept dijumpai pada daerah bercurah hujan tinggi dengan regim kelembaban tanah udik atau lebih basah. Kebanyakan tanah ini dijumpai pada permukaan erosi yang aktif pada lereng-lereng yang curam. Tanah-tanah pada posisi seperti ini, biasanya solurnya dangkal dan mungkin tergolong ke dalam sub group lithik.

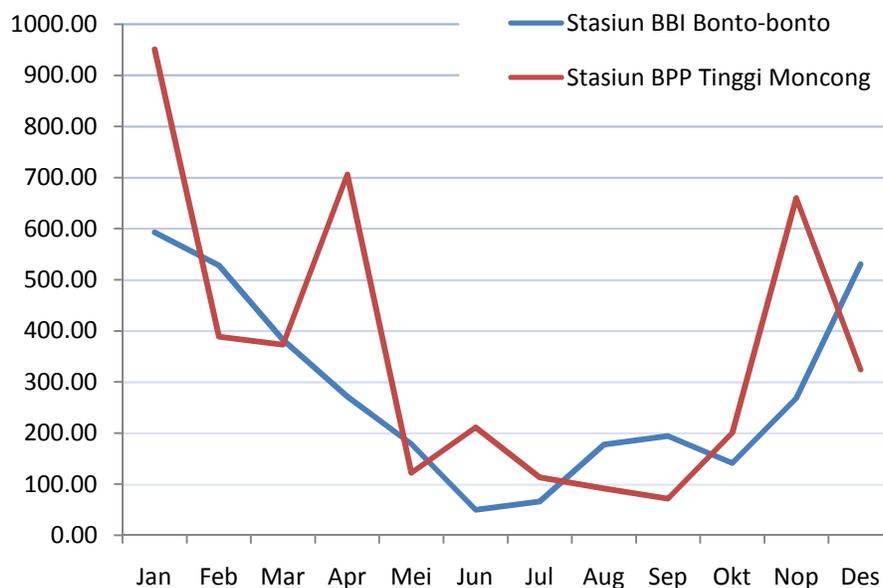
Dystropept terbentuk dari bahan induk yang lebih masam dan berquarsa dibanding ustropepts. Bahan-bahan yang bersifat masam ini akan hilang melalui satu atau beberapa siklus pelapukan yang berasal dari erosi tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut seperti ultisol. Dibawah kondisi seperti ini umumnya dijumpai oksik sub group dengan horizon kambik yang mirip horizon oxic tetapi

kapasitas tukar kation fraksi liat yang sedikit lebih besar dari (>15 me/100g liat oleh NH₄OAc) (Lopusilo C, 2004).

Jenis batuan yang terdapat di wilayah penelitian yaitu Andesit, Basalt, Tufit, Batu Lumpur, dan Batu Pasir berasal dari endapan sungai. Adapun peta jenis tanah pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.

4. Iklim

Curah hujan di DAS Tallo Hulu dapat ditentukan dengan menggunakan data curah hujan bulanan (mm) dari stasiun penakar curah hujan terdekat yang ada di stasiun BBI Bonto-Bonto dan stasiun BPP Tinggi Moncong yang dianggap dapat mewakili curah hujan dalam wilayah desa tersebut. Adapun besarnya rata-rata curah hujan pada stasiun BBI Bonto-Bonto dan stasiun BPP Tinggi Moncong dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Curah Hujan Bulanan Rata-Rata (mm) Sepanjang Tahun 2002-2011 pada Stasiun BBI Bonto-Bonto dan BPP Tinggi Moncong.

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 diketahui curah hujan rata-rata pada stasiun Tinggi Moncong lebih tinggi dari curah hujan stasiun Bonto-Bonto. Curah hujan rata-

rata tertinggi terjadi mulai pada bulan Desember, titik puncak terjadi pada bulan Januari kemudian mulai mengalami penurunan pada bulan pebruari. Untuk data lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran 1.

Klasifikasi iklim untuk lokasi penelitian ini ditentukan menurut Schmidt-Fergusson. Dasar penggolongannya adalah berdasarkan bulan basah dan bulan kering. Bulan basah adalah bulan yang curah hujannya melebihi 100 mm, sedangkan bulan kering adalah bulan yang curah hujannya kurang dari 60 mm. Berdasarkan data pada Lampiran 1 diketahui jumlah bulan basah pada stasiun Bonto-Bonto adalah 10, sedangkan bulan kering 1. Maka dapat ditentukan nilai Q untuk mengetahui tipe iklim di Desa Borisallo yaitu dengan rumus :

$$Q \text{ Bonto} - \text{Bonto} = \frac{\text{Rata} - \text{rata bulan kering}}{\text{Rata} - \text{rata bulan basah}} \times 100\%$$

$$Q = 1/10 \times 100\% = 10 \%$$

Makin kecil harga Q ratio maka makin basah suatu tempat dan makin besar harga Q ratio maka makin kering suatu tempat. Berdasarkan penggolongan iklim dari Schmidt dan Ferguson, maka tipe iklim di Desa Borisallo termasuk dalam tipe iklim A (Sangat Basah) dengan nilai Q = 10,00%. Hal ini dapat dilihat pada klasifikasi tipe iklim menurut Schmidt dan Ferguson pada Tabel 11.

Tabel 11. Klasifikasi Iklim di Indonesia Menurut Schmidt dan Ferguson

Kondisi Iklim	Tipe Iklim	Nilai Q (%)
Sangat Basah	A	0 - 14,3
Basah	B	14,3 - 33,3
Agak Basah	C	33,3 - 60

Sedang	D	60 – 100
AgakKering	E	100 – 160
Kering	F	160 – 300
SangatKering	G	300 – 700
LuarBiasaKering	H	>700

Sumber: Kartasapoetra, 2008.

Pada lokasi penelitian terdapat dua stasiun penakar curah hujan yaitu stasiun Bonto-Bonto dan Tinggi Moncong. Kedua stasiun ini menghasilkan nilai erosivitas yang berbeda. Nilai erosivitas hujan untuk stasiun Bonto-Bonto 2060,81Kj/ha/thn dan 2445,97 Kj/ha/thn untuk stasiun Tinggi Moncong. Nilai ini diketahui dengan menggunakan data rata-rata curah hujan bulanan, rata-rata jumlah harian, dan rata-rata jumlah hujan maksimum 10 tahun terakhir. Untuk perhitungan lebih lengkap dapat dilihat pada lampiran 1. Nilai erosivitas hujan sebesar 2063,88 mencakup areal seluas 1374,874 ha sedangkan erosivitas 2445,97 mencakup areal seluas 11,142 ha. Nilai erosivitas yang mencakup keduanya adalah seluas 2.990,638 ha.

Peta Curah Hujan pada sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.

5. Vegetasi

Jenis-jenis vegetasi yang ada pada DAS Tallo Hulu pada umumnya untuk tanaman perkebunan adalah kopi arabika (*Coffea arabica L*), kopi robusta (*Coffea robusta*), alpukat (*Persea americana*), jambu monyet (*Anarcadium occidentale*), jambu biji (*Psidium guajava*), untuk tanaman kehutanan yaitu kapuk randu (*Ceiba petandra*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), sengon (*Paraserianthes falcataria*), bambu (*Bambusa Sp*), akasia (*acasia mangium*) mangga (*Mangifera indica*), nangka (*Artocarpus heterophyllus*), Pulau (*Alstonia scholaris*).

6. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan pada Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa yaitu hutan sekunder 3.512,39 ha, hutan tanaman 142,686 ha, semak belukar 338,472 ha, padang rumput 57,083 ha, sawah 221,152 ha, pemukiman 67,22 ha, dan pertanian lahan kering campur 37,651 ha. Luas penggunaan lahan untuk masing –masing sub DAS selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Penggunaan lahan pada Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa

No	Penggunaan lahan	Jenepangkalung (Ha)	%	Jenetalinggoa (Ha)	%
----	------------------	---------------------	---	--------------------	---

1	Hutan Sekunder	1421,32	80,4	2091,07	80,1
2	Hutan Tanaman	25,548	1,4	117,138	4,5
3	Padang Rumput	27,619	1,6	29,464	1,1
4	Pemukiman	31,411	1,8	35,809	1,4
5	Sawah	64,987	3,7	156,165	6,0
6	Semak Belukar	172,395	9,8	166,077	6,4
7	Pertanian lahan kering campur	24,333	1,4	13,318	0,5
Jumlah		1767,613	100	2609,041	100

Sumber : Peta Penggunaan Lahan, 2009.

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa pada Sub DAS Jenepangkalung dan sub DAS Jenetalinggoa luas hutan masih lebih besar dibandingkan penggunaan lahan yang lain. Sub DAS Jenepangkalung luas hutan sekunder mencapai 80,41 %, semak belukar 9,75%, sawah 3,68%, pemukiman 1,78%, padang rumput 1,56%, hutan tanaman sebesar 1,45%, dan pertanian lahan kering campur sebesar 1,38%. Sedangkan pada Sub DAS Jenetalinggoa, berdasarkan tabel 12 juga menunjukkan bahwa luas hutan sekunder lebih besar yaitu 80,15 %, semak belukar 6,37%, sawah 5,99%, hutan tanaman sebesar 4,49%, pemukiman 1,37%, padang rumput 1,13% dan pertanian lahan kering campur sebesar 0,51%. Adapun peta penggunaan lahan pada kedua sub DAS dapat dilihat pada Gambar 7.

B. Keadaan Sosial Ekonomi

1. Penduduk

Desa Borisallo terletak di Kecamatan Parangloe, Kabupaten Gowa dengan jumlah penduduk 2.831 jiwa, yang terdiri dari laki-laki 1.388 jiwa dan perempuan 1.443 jiwa. Jumlah dan laju penduduk Desa Borisallo dari tahun 2006 – 2010 dapat dilihat pada Tabel 13 berikut:

Tabel 13. Jumlah dan Laju Penduduk Desa Borisallo Tahun 2006-2010

Tahun	Jumlah Penduduk	Laju Pertumbuhan (%)
2006	2806	-
2007	2853	1,67
2008	2890	1,30
2009	2910	0,69
2010	2831	-2,71
Rata-rata		0,24

Sumber: Kantor Desa Borisallo, 2011

Adapun jumlah penduduk Desa Borisallo yaitu pada tahun 2006 sebanyak 2806 jiwa, tahun 2007 sebanyak 2835 jiwa, tahun 2008 sebanyak 2890 jiwa, tahun 2009 sebanyak 2910 jiwa dan tahun 2010 sebanyak 2831 jiwa. Laju pertumbuhan penduduk di Desa Borisallo pada Tahun 2006 – 2010 adalah 0,24 %.

2. Mata Pencaharian

Adapun mata pencaharian masyarakat di Desa Borisallo sebagian besar adalah petani. Sektor pertanian, perkebunan, dan peternakan menjadi tumpuan hidup atau mata pencaharian utamanya. Selain itu, ada juga sebagian yang menjadi, buruh, pedagang, dan pegawai. Jenis mata pencaharian penduduk Desa Borisallo berdasarkan jumlah kepala keluarga dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel14. Mata Pencaharian Penduduk Berdasarkan Jumlah Kepala Keluarga di Desa Borisallo Kecamatan Parangloe ,Kabupaten Gowa.

No	Mata Pencaharian	Jumlah Kepala Keluarga (KK)	Persentase (%)
1	Petani	827	89.81
2	PegawaiNegeriSipil	10	1,1
3	Pedagang	10	1,1
4	PeternakAyam	24	2,52
5	BuruhTani	50	5,47
	Jumlah	921	100

Sumber: Kantor Desa Borisallo, 2012

3. Pendidikan

Secara umum, tingkat pendidikan pada Desa Borisallo masih kurang karena di wilayah tersebut hanya terdapat sekolah Taman Kanak-kanak, SD, dan SMP. Sedangkan untuk SMA, masyarakat biasanya melanjutkan sekolahnya di ibukota Kecamatan Parangloe. Adapun jumlah sarana pendidikan yang ada di Desa Borisallo dapat dilihat pada Tabel 15 berikut.

Tabel 15. Jumlah Sarana Pendidikan di Desa Borisallo Kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa.

No	SaranaPendidikan	Jumlah
1	Taman Kanak-kanak (TK)	1
2	SekolahDasar (SD)	3
3	SMP	2
	Total	6

Sumber: Kantor Desa Borisallo, 2011

C. Deskripsi Unit Lahan

Berdasarkan *overlay* peta, diperoleh satuan unit lahan sebanyak 59 unit, 29 unit pada wilayah sub DAS Jenepangkalung (nomor 1-29) serta 30 unit pada wilayah sub DAS Jenetalinggoa (nomor 30-59). Masing-masing unit lahan dicirikan oleh tipe penggunaan lahan dan kelerengannya yang berbeda.

Pada lokasi penelitian, unit lahan yang terletak pada kelerengannya 0-8% sebanyak 7 (tujuh) unit yakni masing-masing satu unit untuk tiap tipe penggunaan lahan; hutan sekunder, hutan tanaman, padang rumput, semak belukar, sawah, pemukiman serta pertanian lahan kering campur. Demikian pula pada kelerengannya 8-15%, 15-25% dan 25-40% masing-masing 7 (tujuh) unit sampel, tiap unit mewakili satu tipe penggunaan lahan. Pada kelerengannya di atas 40% sebanyak 5 unit (tidak terdapat tipe penggunaan lahan pemukiman dan pertanian lahan kering campur).

Hutan sekunder adalah hutan yang tumbuh dan berkembang secara alami sesudah terjadi kerusakan atau perubahan pada hutan yang pertama. Hutan sekunder pada wilayah hulu DAS Tallo tersebar di semua kelas lereng, memiliki luas 3.512,4 hektar dengan populasi diantaranya tanaman langsung (*Aglaia acida*), kapok randu (*Ceiba petandra*), sukun (*Artocarpus communis*), aren (*Arenga pinnata*), alpukat (*Persea scholaris*) dan durian (*durio sp.*).

Hutan tanaman merupakan hutan yang dibuat dengan tujuan rehabilitasi lahan dan produksi. Hutan tanaman pada wilayah DAS Tallo hulu memiliki luas 142,7 hektar.

Hutan tanaman tersebar pada semua kelas lereng dengan populasi antara lain akasia (*Acacia mangium*) serta sengon (*Paraserianthes falcataria*).

Tipe vegetasi lain pada lokasi penelitian adalah padang rumput, padang rumput pada wilayah DAS Tallo hulu memiliki luas 57,1 hektar yang didominasi oleh tanaman alang-alang (*Imperata cylindrica*) yang tersebar pada semua kelas lereng. Semak belukar memiliki luas 338,5 hektar, terdapat pada semua kelas lereng. Sawah memiliki luas 221,5 ha juga tersebar pada semua kelas lereng kecuali di atas kelas lereng 40%. Pemukiman seluas 67,2 hektar, tersebar pada semua kelas lereng kecuali di atas 40%.

Pertanian lahan kering campur pada wilayah DAS Tallo hulu seluas 37,7 ha, tersebar pada semua kelas lereng. Tanaman yang diusahakan oleh penduduk setempat antara lain kopi (*Coffea* sp.), pisang (*Musa paradisiaca* L.), lada (*Piper nigrum* L.), kakao (*Theobroma cacao*) dan vanili (*Vanilla planifolia*).

Adapun peta sebaran titik sampel unit lahan selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 8.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Hasil Perhitungan Erosi

Hasil perhitungan besarnya erosi pada sub DAS Jenepangkalung dan sub DAS Jenetalinggoa disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Nilai Total Erosi (Ton/Ha/Th), Erosi Tertimbang (Ton/Ha) pada Sub DAS Jenepangkalung dan Sub DAS Jenetalinggoa.

Su	HS	H	PR	SB	Sw	P	PLKC
Jenepangkalung							
>4	2,3	-	48	26,3	-	-	725,6
25	1,8	-	0,	1,4	4,6	26	2329,6
15	0,9	99,	7,	0,1	0,4	0,	47,8
8-	0,03	0,6	0,	0,7	0,3	0,	35,9
0-	0,006	0,5	-	-	0,3	0,	12,2
E	3372,9 ton/ha/thn						
E.T	13,63 ton/ha						
Jenetalinggoa							

>4	2,3	14,	43	26,6	-	-	-
25	1,8	14,	-	1,4	3,9	-	2329,6
15	0,9	99,	6,	0,07	0,3	0,	40,3
8-	0,03	0,6	0,	0,6	0,3	0,	35,9
0-	0,01	0,	0,	1,4	0,3	0,	12,2
E	2638,3 ton/ha/thn						
E.T	3,03 ton/ha						

Keterangan :

HS: Hutan Sekunder SB: Semak Belukar
HT: Hutan Tanaman PLKC: Pertanian Lahan Kering Campur
PR: Padang Rumput Sw: Sawah
Pm: Pemukiman

Pada Tabel 16 terlihat bahwa nilai besaran erosi tertinggi terjadi pada pertanian lahan kering campur sebesar 2329,6 ton/ha/thn, dan hutan tanaman sebesar 99,2 ton/ha/thn, sedangkan erosi terkecil terjadi pada hutan sekunder sebesar 0,006 ton/ha/thn.

2. Erosi yang Masih Dapat Diperbolehkan /TSL (Ton/Ha/Th).

2.1. Nilai TSL Pada Sub DAS Jenepangkalung

Penetapan nilai TSL (ton/ha/tahun) ditentukan dengan menyesuaikan sifat tanah (kedalaman solum) dan substratum pada masing-masing penggunaan lahan. Pada Tabel 17 menunjukkan bahwa di Sub DAS Jenepangkalung ada 8 unit lahan yang besaran erosinya di atas erosi yang masih dapat dibiarkan (TSL) yaitu unit lahan

2,3,4,6,10,12,17,24. Unit lahan ini terdiri dari 5 tipe penggunaan lahan dan 4 kelas lereng. Kelas lereng >40 % adalah padang rumput, semak belukar, pertanian lahan kering campur. Kelas lereng 25-40% adalah pemukiman, pertanian lahan kering campur, kelas lereng 15-25% adalah hutan tanaman dan pertanian lahan kering campur, kelas lereng 8-15% adalah pertanian lahan kering campur. Selengkapnya nilai TSL pada masing-masing unit lahan disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Tabel Erosi (ton/ha/thn) dan TSL (ton/ha/thn) di Sub DAS Jenepangkalung.

Unit Lahan	Luas (Ha)	Erosi	TSL
1	291,90	2,3	14,4
2	2,95	725,6	14,4
3	3,39	48,1	19,2
4	41,08	26,3	14,4
5	538,00	1,8	19,2
6	1,26	26,5	19,2
7	13,67	0,03	14,4
8	10,27	1,4	14,4
9	0,13	4,6	14,4
10	7,63	2329,6	14,4
11	462,84	0,9	14,4
12	2,25	99,2	14,4
13	7,13	7,2	14,4
14	77,52	0,1	14,4
15	27,00	0,4	14,4
16	2,14	0,3	19,2
17	4,67	47,8	14,4
18	64,29	0,03	19,2
19	20,16	0,6	19,2
20	3,44	0,1	14,4
21	43,53	0,7	14,4
22	23,65	0,3	14,4
23	4,62	0,3	14,4
24	5,78	35,9	19,2
25	64,29	0,006	19,2
26	3,13	0,5	19,2
27	14,21	0,3	9,6
28	23,39	0,1	14,4
29	3,31	12,2	14,4

Sumber: Data Primer setelah diolah, 2012

2.2. Nilai TSL Pada Sub DAS Jenetalinggoa

Pada sub DAS Jenetalinggoa ada 7 unit lahan yang besaran erosinya diatas erosi yang masih dapat dibiarkan yaitu unit lahan 3,4,6,9,16 dan 23. Unit lahan ini terdapat pada 5 tipe penggunaan lahan dan kelas lereng yaitu padang rumput dan semak belukar

pada lereng >40%, hutan tanaman pada lereng 15-25% dan pertanian lahan kering campur pada lereng 25-40%, 15-25%, dan 8-15%. Nilai TSL pada masing-masing unit lahan dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Tabel Erosi (ton/ha/thn) dan TSL(ton/ha/thn) di Sub DAS Jenetalinggoa

Unit Lahan	Luas (Ha)	Erosi	TSL
1	241,34	2,3	14,4
2	0,47	14,4	14,4
3	3,08	43,6	19,2
4	27,96	26,3	14,4
5	33,67	1,8	19,2
6	2,79	14,6	14,4
7	15,55	1,4	14,4
8	2,39	3,9	14,4
9	1,50	2329,6	14,4
10	992,67	0,9	14,4
11	13,3	99,2	14,4
12	7,85	6,7	14,4
13	66,06	0,1	14,4
14	11,74	0,3	14,4
15	0,58	0,2	19,2
16	4,68	40,3	14,4
17	587,7	0,03	19,2
18	75,85	0,6	19,2
19	13,65	0,1	14,4
20	20,33	0,6	14,4
21	67,36	0,3	14,4
22	5,59	0,3	14,4
23	5,67	35,9	19,2
24	235,69	0,01	19,2
25	24,74	0,6	19,2
26	4,89	0,2	19,2
27	36,18	1,4	4,8
28	74,69	0,3	9,6
29	29,65	0,1	14,4
30	1,46	12,2	14,4

Sumber: Data Primer Setelah Diolah, 2012

3. Indeks Bahaya Erosi (IBE)

Hasil perhitungan Indeks Bahaya Erosi (IBE) dapat diketahui kategori bahaya erosi, yaitu sedang, tinggi dan sangat tinggi. Selengkapnya diperlihatkan pada Tabel 19.

Tabel 19. Indeks Bahaya Erosi pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan Berdasarkan Kelas Lereng

IBE	Tingkat Kemiringan Lereng					Luas
	0-8	8-15	15-25	25-40	>40	
Sub DAS Jenepangkalung						
Sangat Tinggi	Sw	HS,Pm, PLKC	HS,HT,P R,SB,Sw, Pm,PLK C	HS,Pm,S B,Sw,PL KC	HS,PR,S B,PLKC	1.569,1
Tinggi	HT,Pm, PLKC	HT,PR,S B, Sw	-	-	-	120,6
Sedang	HS	-	-	PR	-	77,9
Sub DAS Jenetalinggoa						
Sangat Tinggi	PR,SB,S w	HS,Pm, PLKC	HS,HT,P R,SB,Sw, PLKC	HS,HT,S B,Sw,PL KC	HS,HT,P R,SB	2.139,8
Tinggi	HT,Pm, PLKC	HT,PR,S w	Pm	-	-	213,3
Sedang	HS	SB	-	-	-	256,02

Sumber: Data Primer setelah diolah, 2012

Berdasarkan Tabel 19 menunjukkan, tipe dan luas penggunaan lahan untuk sub DAS Jenepangkalung dan sub DAS Jenetalinggoa. Di sub DAS Jenepangkalung, luas penggunaan lahan kategori sangat tinggi yang tersebar pada lereng 0-8% sampai >40% adalah 1.569,1 ha. Kategori tinggi seluas 120,6 ha tersebar pada 2 kelas lereng yaitu 0-8%

dan 8-15%. Sedangkan kategori sedang seluas 77,9 yang tersebar pada 2 kelas lereng yaitu 0-8% dan 25-40%.

Luas penggunaan lahan kategori sangat tinggi di Sub DAS Jenetalinggoa adalah 2.139,8 ha, tersebar pada seluruh kelas lereng yaitu 0-8% sampai >40%. Luas penggunaan lahan kategori tinggi adalah 213,3 ha tersebar pada lereng 0-8%, 8-15% dan 15-25%. Luas penggunaan lahan kategori sedang adalah 256,02 ha yang tersebar pada 2 kelas lereng yaitu 0-8% dan 8-15%.

Adapun luas Indeks Bahaya Erosi (IBE) kategori sangat tinggi, tinggi, dan sedang untuk setiap Desa di DAS Tallo Hulu dapat di lihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Luas Indeks Bahaya Erosi (ha) Kategori sangat tinggi, Tinggi,dan Sedang, di Desa Borisallo, Parigi dan Lonjobokko.

Kategori	Borisallo		Parigi		Lonjobokko	
	Lu	Penggunaan Lahan	Lu	Penggunaan Lahan	Luas	Penggunaan Lahan
Sangat Tinggi	1.1	PR,HT, SB, P, m, PL, K, C, Sw, H, S	1.3	HS,SB, PLKC, PR	1.2	HS,PR, S, w, P, L, K, C, P, m
Tinggi	26	HT,PR, SB, P, m, PL, K, C	0	-	1,1	Sw
Sedang	32	PR,HS	0	-	13,	PR

Sumber: Data Primer Setelah Diolah, 2012

Berdasarkan Tabel 20 menunjukkan total luas penggunaan lahan di Desa Borisallo untuk kategori sangat tinggi 1.197,1 ha, tinggi 262,1 ha, sedang 320,3 ha. Total luas penggunaan lahan di Desa Parigi kategori sangat tinggi 1.339 ha. Total luas seluruh penggunaan lahan di Desa Lonjobokko kategori sangat tinggi 1.247,9 ha, tinggi 1,1 ha, sedang 13,1 ha.

Adapun peta indeks bahaya erosi untuk Desa Parigi, Lonjobokko dan Borisallo dapat dilihat pada Gambar 9.

4. Metode dan Teknik Konservasi untuk Tiap Desa

Berdasarkan Tabel 17 dan 18 menunjukkan 5 tipe penggunaan lahan yang erosinya lebih besar dari erosi yang diperbolehkan. Tipe penggunaan lahan tersebut adalah padang rumput, semak belukar, hutan tanaman, pemukiman dan pertanian lahan kering campur. Tindakan konservasi yang diterapkan pada setiap tipe penggunaan lahan yang nilai erosinya lebih besar dari erosi yang diperbolehkan ditetapkan setelah mempertimbangkan kelas lereng, kedalaman solum tanah dan curah hujan pada ketiga Desa tersebut. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 21.

Tabel 21. Tindakan Konservasi berdasarkan Lereng untuk Desa Lonjobokko, Parigi dan Borisallo.

Penggunaan lahan	Lereng	Desa	Luas (ha)	Tindakan Konservasi
Padang Rumput	>40 %	Borisallo	3,1	a. Reboisasi
		Lonjobokko	3,4	
Semak Belukar	>40%	Parigi	20,2	b. Reboisasi
		Borisall	48,9	
Pemukiman	25-40%	lonjobokko	1,3	c. Teras bangku d. Agroforestry pekarangan
Hutan Tanaman	15-25%	Borisallo	15,6	e. Hutan tanaman tidak monokultur(lebih dari satu jenis)

Pertanian Lahan Kering Campur	>40%	Lonjobokko	2,95	f. Guludan bersaluran g. Agroforestry
	25-40%	Lonjobokko Parigi Brisallo	5,7 1,93 1,5	h. Guludan bersaluran i. Agroforestry
	15-25%	Lonjobokko Parigi Borisallo	1,2 3,5 4,7	j. Guludan k. Agroforestry
	8-15%	Borisallo	41,7	l. Guludan m. Agroforestry

Berdasarkan Tabel 21 diperlihatkan bahwa ada 6 tindakan konservasi yang diterapkan untuk unit lahan yang erosinya lebih besar dari erosi diperbolehkan. Tindakan ini disesuaikan dengan tingkat kemiringan yang ada di tiga Desa yaitu Borisallo, Lonjobokko dan Parigi. Tindakan konservasi tersebut adalah reboisasi, pembuatan teras bangku, guludan, guludan bersaluran, pola agroforestry, hutan tanaman tidak monokultur.

Reboisasi pada padang rumput dan semak belukar diterapkan di tiga Desa dengan luas total 75,6 ha. Teras bangku+pola agroforestry diterapkan di Desa Lonjobokko seluas 1,3 ha. Guludan bersaluran+pola agroforestry diterapkan di tiga Desa yaitu Lonjobokko, Parigi dan Borisallo seluas 12,08 ha. Guludan+pola agroforestry diterapkan di tiga Desa yaitu Lonjobokko, Parigi dan Borisallo seluas 51,1 ha. Adapun peta sebaran tindakan konservasi di tiap-tiap Desa dapat dilihat pada Gambar 10.

B. Pembahasan

1. Analisis Erosi

Hasil perhitungan erosi pada setiap unit lahan yaitu untuk penggunaan lahan kering campur memiliki erosi tertinggi menyusul hutan tanaman, padang rumput, pemukiman, semak belukar, sawah, hutan sekunder.

Besarnya erosi pada pertanian lahan kering yang mencapai 2329,6 ton/ha/thn dipengaruhi oleh faktor curah hujan yang tinggi dengan nilai erosivitas sebesar 2.254,9 Kj/ha/thn. Curah hujan yang jatuh sebagian besar menjadi limpasan permukaan. Tumbukan air hujan yang langsung mengenai permukaan tanah akan menghancurkan struktur tanah, ikatan partikel tanah menjadi lemah, sehingga partikel-partikel tanah tersebut semakin mudah dipindahkan atau diangkut oleh air limpasan.

Arsyad S (2010) menyatakan bahwa butir-butir hujan itu memiliki energi kinetik yang mampu menghancurkan partikel-partikel tanah. Hakim, dkk (1986) juga mengemukakan hal yang sama, bahwa hujan yang jatuh ke permukaan tanah mempunyai kekuatan besar untuk memecahkan gumpalan-gumpalan tanah.

Adapun keadaan tanah pada lokasi penelitian termasuk dalam sub golongan *dystropept*. Golongan tanah ini banyak dijumpai pada daerah yang bercurah hujan tinggi sehingga mempunyai kelembaban yang udik (lebih basah), berkejuanan basa lebih kecil, permeabilitas lambat sehingga sangat peka terhadap erosi.

Selain faktor curah hujan yang tinggi, faktor keadaan tanah, besarnya erosi pada pertanian lahan kering juga dipengaruhi oleh lereng yang panjang dan curam. Erosi sebesar 2329,61 ton/ha/th berada kemiringan 25-40%. Lereng yang panjang dan curam dapat mempercepat terjadinya aliran permukaan. Curah hujan yang tinggi dan lereng yang panjang dan curam, berkorelasi dengan meningkatkan laju erosi. Semakin panjang dan curam suatu lereng maka erosi tanah semakin tinggi. Sinukabang (1986) dalam Rumajuk A.F (2009), menyebutkan bahwa lereng yang curam dapat memperbesar kecepatan aliran permukaan yang dengan demikian memperbesar energi angkut air.

Pembukaan lahan-lahan pertanian pada lereng yang curam menyebabkan erosi yang cukup besar. Lereng yang tinggi berbanding lurus dengan laju erosi. Abdurachman (2007), menyatakan bahwa hasil penelitian untuk lahan pertanian di Indonesia pada lereng 3 – 15 % tingkat laju erosi antara 97,5 – 423,6 ton/ha/tahun. Banyak lahan pertanian di Indonesia yang berlereng lebih dari 15 %, bahkan lebih dari 100 %, sehingga laju erosi dipastikan sangat tinggi. Hal ini terjadi terutama karena curah hujan yang tinggi dan kelalaian penggunaan lahan yang tidak menerapkan kaidah-kaidah konservasi pertanian. Chaves, R (2006) menyatakan bahwa wilayah yang berelevasi rendah memiliki resiko erosi yang tinggi karena wilayah tersebut digunakan untuk pertanian secara intensif.

Faktor pengelolaan tanaman dan tindakan konservasi merupakan salah satu faktor yang memengaruhi besarnya laju erosi, selain faktor erosivitas hujan, erodibilitas tanah, panjang dan kemiringan lereng. Faktor pengelolaan tanaman ini merupakan salah satu faktor yang dapat dimanipulasi, sehingga penting untuk diketahui oleh pengelola. Nilai

faktor tanaman (C) dan tindakan konservasi (P) sangat tergantung, kondisi tanaman dan tingkat kemiringan lahan dalam pembentukan perlindungan terhadap tanah.

Jenis tanaman yang terdapat pada areal pertanian lahan kering campur adalah kopi, merica, jeruk, pisang. Morfologi tanaman kopi dan pisang adalah permukaan daunnya licin sehingga air lebih cepat sampai ke permukaan tanah. Disisi lain permukaan lahan ini bersih dari bahan organik dan dari gulma/ rerumputan. Oleh karena itu air hujan yang jatuh di atas permukaan tanah lebih banyak menjadi overland flow selanjutnya akan memindahkan partikel-partikel tanah yang tererosi.

Berdasarkan pengamatan di lapangan ditetapkan nilai faktor $C = 0,2$ dan $P = 0,5$. Nilai ini diperoleh setelah disesuaikan dengan tabel C dan P yang didasarkan pada kriteria kerapatan vegetasi sedang (kurang rapat) serta tidak ada tindakan konservasi mekanis terutama pada lereng curam. Faktor tindakan konservasi yang minimal, secara perlahan dalam jangka waktu yang lama apabila tidak diatasi akan menyebabkan hancurnya lahan pertanian dan semakin mempercepat proses terjadinya erosi.

Tanaman yang kurang rapat menyebabkan penyinaran relatif merata sehingga permukaan lahan menjadi kering. Dekomposisi bahan organik yang jumlahnya sedikit akan membutuhkan waktu yang lebih lama jika dibandingkan pada lahan hutan. Hal ini akan menyebabkan rendahnya bahan organik tanah. Rendahnya kandungan bahan organik pada lahan pertanian campuran ini menyebabkan tanah semakin peka terhadap erosi. Hal ini sesuai dengan pendapat Rahim (2006) bahwa tanah dengan kandungan bahan organik tanah yang kurang dari 2% biasanya paling peka terhadap erosi.

Pada hutan tanaman juga menunjukkan nilai erosi yang besar setelah ini terjadi pada kemiringan 15 – 25% dengan nilai 99,22 ton/ha/th. Pada hutan tanaman faktor yang

sangat berpengaruh adalah faktor erosivitas dan erodibilitas tanah. Curah hujan yang tinggi menyebabkan banyaknya limpasan permukaan. Karena permeabilitas yang lambat pada hutan tanaman sehingga tanah mudah terdispersi akhirnya menyebabkan tanah semakin mudah terangkut. Paimin *et al.*, (2003) menyatakan bahwa tanah yang didominasi oleh fraksi lempung dengan permeabilitas rendah, tanah mudah jenuh, komunitas vegetasi yang ada kurang mampu menahan kecepatan aliran air di atas permukaan tanah.

Pada hutan tanaman ini permukaan tanahnya tidak banyak tertutup oleh tumbuhan bawah seperti rumput/semak. Tidak ada stratifikasi tajuk maka tidak terjadi stratifikasi perakaran. Tidak adanya stratifikasi tajuk menyebabkan energi kinetik air hujan tidak bisa diperkecil. Air hujan yang jatuh pada lapisan pertama kemudian akan jatuh langsung kepermukaan tanah tanpa lapisan kedua sehingga saat terjatuh diatas permukaan tanah, energi tumbuknya tidak berkurang. Ditambah dengan intensitas curah hujan yang tinggi, permeabilitas lambat, menyebabkan banyaknya aliran permukaan karena rendahnya infiltrasi.

Sawah dalam penelitian ini menunjukkan nilai erosi rata-rata kecil yaitu 0,3 ton/ha/tahun sampai 4,2 ton/ha/th. Indeks bahaya erosi pada sawah lebih kecil dari indeks erosi yang ditoleransi. Erosi pada lahan sawah kecil disebabkan dengan sistem teras dan pematangnya dianggap sebagai kolam penahan air. Air yang tertampung dialirkan atau dirembeskan secara perlahan melalui saluran draenase dari satu petak sawah ke petak lainnya. Karena perlahannya sebagian butir halus tanah tersuspensi (melayang atau terapung sementara didalam air) misalnya pada waktu pengolahan tanah, mempunyai

peluang untuk kembali mengendap diatas permukaan tanah sehingga tidak terbawa hanyut ke petakan di bawahnya.

Agus *et al.*, (2003) melakukan penelitian pengukuran erosi pada petak sawah bertingkat selama dua musim tanaman padi di Ungaran, Jawa Tengah. Ukuran tiap petak berkisar 12-360 meter persegi (m^2) dan luas total ke – 18 petak tersebut 2.515 m^2 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah sedimen yang keluar dari 18 petak tersebut hanya sebanyak 2,2 ton/ha. Bahkan sedimen yang masuk melalui air irigasi sebanyak 9,6 ton/ha. Sehingga dapat dikatakan bahwa sawah adalah salah satu model konservasi tanah pada lereng yang curam dapat menekan laju erosi.

Erosi terkecil adalah pada hutan sekunder,dengan nilai besaran erosinya antara 0,006 ton/ha/th pada lereng 0-8% dan dan 2,3 ton/ha/th pada lereng >40%. Secara umum angka erosi pada hutan rata-rata 0,9 ton/ha/tahun. Nilai ini lebih kecil dari batas erosi yang dapat ditoleransi (TSL) untuk hutan sekunder adalah 14,4 ton/ha/tahun.

Meskipun curah hujan tergolong tinggi dan lereng yang curam tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap besarnya erosi. Hal ini terjadi karena hutan memiliki struktur vegetasi yang berlapis. Air hujan tidak langsung mengenai permukaan tanah, akan tetapi tertahan lebih awal pada strata paling atas, terus ke strata kedua, sampai jatuh kepermukaan juga masih tertahan oleh serasah, ranting-ranting pohon. Energi kinetiknya semakin kecil bahkan sebagian dari butiran air hujan yang pecah baik yang tertahan pada daun, serasah, batang akan langsung terintersepsi atau menguap kembali sebelum jatuh di atas tanah. Dalam disertasi Arsyad, (2010) mengemukakan bahwa lapisan tajuk dapat menahan dan mematahkan daya rusak setiap tetesan air hujan yang mengenai bagian-bagian pohon pada hutan. Dengan demikian setiap butir air hujan akan berinteraksi dengan permukaan tanah pada kondisi daya rusak yang lebih kecil. Hal yang sama

juga dikemukakan oleh Lubis *at el.*, (2003) bahwa kanopi lahan hutan alami masih cukup lebat yang memungkinkan untuk menahan air lebih tinggi dibandingkan vegetasi di lahan campuran. Akibatnya aliran air tidak langsung mengikis permukaan tanah.

Pada penelitian ini ditemukan solum yang dalam pada hutan sekunder yaitu > 90 cm. Hal ini terjadi karena profil tanah pada hutan sekunder lebih berkembang disebabkan pengaruh pepohonan berakar tunggang dan penetrasinya lebih dalam. Pori-pori tanah lebih terbuka dan lebar yang dapat meningkatkan infiltrasi. Bagian air hujan yang sempat masuk ke dalam tanah akan bergerak cepat ke bagian yang lebih dalam dari tanah. Tanahnya pun lebih gembur karena, memiliki bahan organik yang tinggi yaitu 15,38 %. Arsyad S, (2010) mengemukakan bahwa bahan organik yang telah mulai mengalami pelapukan mempunyai kemampuan menyerap dan menahan air yang tinggi. Bahan organik dapat menyerap air sebesar dua sampai tiga kali beratnya. Pengaruh bahan organik dapat mengurangi aliran permukaan terutama berupa perlambatan aliran permukaan, peningkatan infiltrasi dan pematapan agregat tanah.

Ada penelitian sebelumnya di daerah lain menemukan bahwa nilai faktor panjang dan kemiringan lereng yang tinggi dan termasuk dalam kelas curam, namun erosi yang terjadi sangat kecil dan hampir tidak terjadi erosi. Kemungkinan ini dipengaruhi oleh vegetasi dan kandungan bahan organik tanah hutan yang tinggi yaitu 15,38 % (Lubis *at el.*, 2003).

Selain itu kanopi hutan yang cukup lebat sangat memungkinkan untuk menahan dan menyerap air lebih tinggi dibandingkan vegetasi di lahan campuran. Akibatnya aliran air tidak langsung mengikis permukaan tanah karena tertahan oleh vegetasi yang rapat.

Adapun erosi terjadi pada padang rumput dan semak belukar untuk lereng 0-8%, 8-15%, 15-25% dan 25-40% rata-rata besaran erosinya kecil yaitu dibawah nilai erosi diperbolehkan. Hal ini terjadi karena kondisi rumput alang-alang pada lereng ini lebih rapat dan

tebal. Sehingga air hujan yang jatuh tidak langsung mengenai permukaan tanah karena tertahan oleh tutupan dan akar-akar rumput yang padat. Akar-akar rumput yang serabut dan sangat rapat dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Laju dan kontinuitas proses dekomposisi biomassa tanah padang rumput lebih baik dan lebih mudah terurai.

Dekomposisi biomassa ini dapat menambah kandungan bahan organik. Bahan organik yang tinggi juga dapat meningkatkan ketahanan struktur tanah, memperbesar kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air hujan yang jatuh. Hal ini dibenarkan oleh Rahman *et al.*, (2004) bahwa rumput dapat menahan laju erosi karena rumput dapat memperbaiki struktur tanah (Djajadi *et al.*, 2008). Penutup tanah seperti rumput akan mengurangi kekuatan dispersi air hujan, mengurangi kecepatan aliran permukaan dan memperbesar infiltrasi sehingga mengurangi erosi. Blancocanqui *et al.*, (2006) menyatakan hasil penelitian yang menggunakan barisan rumput sebagai tanaman penahan dapat mengurangi erosi sebesar 80% pada lahan kemiringan sekitar 5%.

Lahan yang ditanami dengan tanaman penahan seperti rumput dalam jangka waktu panjang mempunyai berat jenis yang lebih rendah dan pori tanah makro yang lebih banyak, konduktivitas hidrolik dan kecepatan infiltrasi yang lebih tinggi daripada lahan yang tidak ditanami dengan rumput penahan (Rachman *et al.*, 2004), yang pada akhirnya menurunkan aliran permukaan (Gilley *et al.*, 2000).

Hanya saja pada kemiringan >40% besaran erosinya diatas TSL, ini terjadi karena lereng yang curam dan panjang sehingga erosi mencapai 48,1 ton/ha/thn. Lereng yang curam dan panjang akan mempercepat terjadinya aliran permukaan. Kelemahan rumput adalah penetrasi akarnya dangkal. Intensitas curah hujan yang tinggi menyebabkan tanah padang rumput akan cepat kedap air sehingga akan terjadi limpasan permukaan.

Demikian pula pada semak belukar juga terjadi hal yang sama. Tanah Sub golongan *distropept* ber-permeabilitas lambat menyebabkan air tidak banyak terinfiltrasi karena pori-pori tanah tidak lebar sebagaimana yang terjadi pada hutan sekunder.

2. Erosi masih Diperbolehkan (TSL)

Sebagaimana defenisi yang diungkapkan pada bab sebelumnya bahwa erosi yang diperbolehkan (TSL) adalah erosi yang diperkenankan terjadi tetapi tidak boleh melebihi laju pembentukan tanah sebesar 2,5 mm per tahun dengan kategori tanah pada lapisan bawah (sub soil) yang permeabel dengan substratum yang tidak terkonsolidasi (telah mengalami pelapukan). Secara umum erosi yang diperkenankan pada DAS Tallo adalah 19,2 ton/ha/thn untuk tanah yang solumnya >90 cm dengan lapisan bawah berpermeabilitas lambat, 14,4ton/ha/thn untuk tanah kedalaman solum 50-90 cm, 9,6 ton/ha/thn untuk solum 25-50 cm, dan 4,8 ton/ha/thn untuk solum <25 cm pada semak belukar (lihat lampiran 9 dan 10).

Luas total erosi yang diperkenankan (TSL) untuk semua tipe penggunaan lahan di DAS Tallo adalah 4.209,3 dan luasan tertinggi adalah pada hutan sekunder. Hal ini disebabkan karena penutupannya masih sangat bagus. Persen kerapatan vegetasi (% crown cover) mencapai 85-95 %. Kerapatan tanaman sangat mempengaruhi panjang lintasan aliran permukaan. Pada lahan yang tanamannya rapat dan pertanaman acak, lintasan permukaan akan berbentuk zig-zag sehingga lintasan aliran permukaan lebih panjang. Dengan demikian akan berpengaruh terhadap kecilnya erosi.

3. Indeks Bahaya Erosi (IBE)

Indeks bahaya erosi (IBE) pada setiap tipe penggunaan lahan di sub DAS Jenepangkalung dan sub DAS Jenetalinggoa sangat penting untuk diketahui. Karena

bahaya IBE sangat berkaitan dengan upaya penanganan terhadap setiap penggunaan lahan yang indeks bahaya erosinya tinggi sampai sangat tinggi.

Tabel 19 memperlihatkan indeks bahaya erosi (IBE) pada sub DAS Jenepangkalung sangat tinggi dan terjadi pada semua tipe penggunaan lahan. Hal ini terjadi karena erosi potensialnya juga tinggi. Luas total penggunaan lahan yang indeks bahaya erosinya sangat tinggi mencapai 1.569,06 ha dan tinggi 120,61 ha. Sedangkan di Sub DAS Jenetalinggoa, luas total penggunaan lahan yang indeks bahaya erosinya sangat tinggi mencapai 2.139,76 ha, tinggi 213,26 ha. Indeks bahaya erosi sangat tinggi dan tinggi untuk kedua sub DAS terjadi pada semua tipe penggunaan lahan yang tersebar pada semua kelas lereng. Ini artinya bahwa setiap penggunaan lahan pada lereng sedang sampai sangat curam sudah harus dipertimbangkan.

Worosuprojo (2005) dalam Arsyad (2010) menemukan nilai tingkat bahaya erosi di hulu DAS Oyo dengan kriteria sangat berat (SB) terjadi pada areal pertanian kriteria ringan (R) sampai sedang (S) terjadi pada areal hutan. Yusmandhany (2002) berkesimpulan bahwa penyebab utama erosi dan tingginya tingkat bahaya erosi pada suatu DAS/Sub DAS disebabkan perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi ladang/kebun, serta penebangan kayu untuk bahan bangunan (Arsyad U, 2010).

Berdasarkan hal tersebut maka harus ada prioritas penanganan dalam rangka upaya untuk menekan besarnya erosi. Semua tipe penggunaan yang ada pada tiga Desa di Sub DAS Jenepangkalung dan sub DAS Jenetalinggoa menjadi prioritas untuk ditekan laju erosinya. Prioritas I adalah penggunaan pertanian lahan kering campur pada lereng 8-15% sampai >40%. Prioritas II adalah hutan tanaman pada lereng 15-25%. Prioritas III adalah padang rumput dan semak belukar pada >40%.

4. Analisis Metode dan Tindakan Konservasi

Berdasarkan nilai IBE pada masing-masing penggunaan lahan bahwa perlu ada upaya untuk melakukan tindakan konservasi vegetatif seperti reboisasi, pola agroforestry atau kebun campuran dan konservasi teknik seperti pembuatan teras dan guludan. Pada pertanian lahan kering dibuat guludan biasa dan guludan bersaluran disertai penerapan pola agroforestry meliputi Desa Lonjobokko 4,15 ha, Parigi 5,43 ha, Borisallo 47,8 ha. Pada pemukiman diterapkan teras bangku dan pola agroforestry yang meliputi Desa Lonjobokko seluas 1,3 ha. Untuk padang rumput dan semak belukar akan di reboisasi meliputi Desa Lonjobokko 3,4 ha, Parigi 20,2 ha dan Borisallo 52 ha. Hutan tanaman dengan pola multistrata (hutan tanaman bukan monokultur) meliputi Desa Borisallo seluas 15,6 ha.

Tujuan utama konservasi ini adalah untuk mendapatkan tingkat keberlanjutan produksi lahan dengan menjaga laju kehilangan tanah tetap dibawah ambang batas yang diperkenankan. Secara teoritis dapat dikatakan bahwa laju erosi harus lebih kecil atau sama dengan laju pembentukan tanah. Lebih lanjut dikatakan oleh Suripin (2004), karena erosi merupakan proses alam yang tidak dapat dihindari sama sekali atau nol erosi, khususnya untuk lahan pertanian, maka dapat dilakukan upaya atau tindakan rekayasa guna mengurangi laju erosi sampai batas yang dapat diterima (*maximum acceptable limit*).

Dengan demikian maka model dan tindakan konservasi yang harus dilakukan di wilayah DAS Tallo Hulu adalah:

a. Tindakan Konservasi pada Pertanian Lahan Kering Campur

Adapun model dan teknik konservasi yang diterapkan pada pertanian lahan kering campur adalah:

1. Untuk lereng $>40\%$, 25-50% dibuat guludan bersaluran dan menerapkan pola agroforestry. Guludan bersaluran ini dibuat memanjang menurut garis kontur atau memotong lereng. Tinggi guludan 25-30 cm, sedangkan kedalaman saluran 25-40 cm dengan lebar 30 cm. Pada Metode ini dilaksanakan satu paket yaitu pembuatan guludan bersaluran disertai penanaman tanaman hutan berupa pohon-pohonan, perdu, yang harus ditanam menurut garis kontur sebagai tanaman tunggal ataupun tanaman campuran. Jenis pohon kayu-kayuan dan buah-buahan dan tanaman industri yang dianjurkan seperti sengon (*Paraserianthes falcataria*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), jeruk, kedondong (*Spondias dulcis*), dan kelapa (*Cocos nucifera*). Guludan diperkuat dengan tanaman rumput dan perdu.
2. Untuk lereng 15-25% dan 8-15% dibuat guludan biasa kemudian disertai penerapan pola agroforestry, hanya saja perlu menciptakan pola agrforestry dengan strata yang lebih kompleks. Stratum bawah terdiri dari tanaman pendek yang tahan terhadap naungan seperti talas, nanas yang menempati ruangan dibawah satu meter. Stratum kedua ditempati oleh kopi, vanili, merica. Stratum ketiga adalah pohon-pohon yang menghasilkan kayu bakar, kayu bangunan, kebun bambu atau suatu campuran pohon buah-buahan, seperti sengon, durian, langsung, mangga dan alpukat.

b. Tindakan Konservasi Pada Pemukiman

Pada kawasan pemukiman lereng 25-40% adalah diterapkan teras bangku serta diciptakan agroforestry pekarangan. Struktur vegetasi pekarangan ini harus diciptakan bertingkat. Perpaduan antara tanaman kehutanan, tanaman pangan, diharapkan dapat menciptakan manfaat ekonomi dan juga manfaat konservasi tanah.

Untuk pekarangan dikembangkan 3 strata yaitu strata terbawah ditanam tanaman pangan seperti sayur-sayuran, rempah-rempah seperti lombok, talas, lengkuas, sereh, terong, tomat, ubi jalar. Stratum berikutnya antara satu dan dua meter ditanam singkong dan ganyong. Kedua jenis tanaman ini mempunyai kadar kalori tinggi dan bisa menjadi makanan alternatif pengganti beras.

Stratum kedua antara dua sampai lima meter ditanam pisang, pepaya, dan pohon buah-buahan lainnya seperti nangka, jambu, rambutan, cengkeh. Sedangkan stratum tertinggi, yaitu diatas 10 meter, ditanam pohon kelapa, petai dan sengon. Model agroforestry pekarangan ini tercipta stratifikasi tajuk yang menyerupai hutan sekunder sehingga akan diperoleh nilai CP sama dengan hutan sekunder.

c. Konservasi Pada Hutan Tanaman

Adapun tindakan konservasi yang sebaiknya diterapkan pada hutan tanaman yang berlereng 15-25% adalah pembuatan teras dan penanaman vegetasi penutup tanah seperti jenis-jenis legum. Jenis ini memiliki kemampuan untuk bersimbiosis dengan bakteri pengikat N sehingga nitrogen tanah menjadi meningkat. Selain itu daun-daun jenis legum lebih cepat mengalami dekomposisi sehingga memberikan sumbangan yang cepat dalam penyediaan bahan organik.

Metode yang kedua adalah pembangunan hutan tanaman sebaiknya tidak lagi monokultur. Hal ini diasumsikan bahwa hutan tanaman yang tidak monokultur selain berfungsi untuk manfaat ekonomi masyarakat juga akan menguntungkan dari segi

ekosistem. Jika tercipta stratifikasi tajuk maka akan terjadi stratifikasi perakaran yang akan memperbaiki sifat fisik tanah. Menurut Gordon dan Forman (1983), pembuatan hutan tanaman bisa dirancang dengan cakupan lansekap, yaitu adanya perhatian pada interaksi di dalam dan diantara ekosistem.

Hutan tanaman di lokasi penelitian vegetasinya adalah jenis acasia dan sengon. Kedua jenis ini dapat dipadukan dengan tanaman lain seperti aghatis dan jati. Misalnya aghatis dan sengon sebagai tanaman pokok dan jati sebagai tanaman penyerta. Demikian pula jati sebagai tanaman pokok sedang acasia sebagai penyerta.

Pemilihan kombinasi jenis harus memprioritaskan jenis setempat. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi resiko gangguan pada hutan. Jenis setempat juga secara cepat mampu menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan setempat.

Hutan tanaman yang bukan sistem monokultur yang terdiri dari beberapa jenis dan ditanam berselang-seling dan juga dengan umur yang berbeda-beda akan menciptakan keseimbangan alami. Sebuah konsep yang diperkenalkan oleh Pickett dan Thomson (1978) dalam desain cagar alam maupun oleh Kumala (2004) dalam pembangunan konservasi Pseudo in-situ jenis target Dipterocarpaceae. Tujuan akhir dari desain ini adalah memperbanyak ekoton, agar heterogenitasnya meningkat. Hakekat dari usulan ini adalah membuat hutan tanaman sealami mungkin.

d. Cara Menekan Erosi pada Padang Rumput dan Semak Belukar

Adapun cara menekan erosi pada padang rumput dan semak belukar pada lereng >40% adalah dengan reboisasi. Perhutanan kembali dipandang sebagai salah satu remedy yang terpenting dalam menghadapi masalah erosi dan banjir. Dengan menutupi kembali tanah-tanah rumput/semak oleh vegetasi hutan maka rongga-rongga tanah dapat

a n							
2	2445,9 7	0,3 2	9,27	0,01	0,0 4	2,9	14,4
3	2254,9 3	0,2 4	110,0 6	0,00 1	0,1	6,0	19,2
4	2254,9 3	0,2 8	105,4 3	0,00 1	0,1	6,7	14,4
6	2445,9 7	0,2 6	41,73	0,00 1	0,1	2,7	19,2
12	2063,8 8	0,3 4	0,34	0,00 1	0,1	0,02	14,4

Keterangan : 2: Pertanian lahan kering campur

3: Padang rumput

4: Semak belukar

6: Pemukiman

12: Hutan tanaman

Pada Tabel 20 menunjukkan bahwa setelah diterapkan tindakan konservasi dengan model guludan, teras bangku, pola agroforestry, reboisasi, hutan tanaman bukan monokultur diperoleh nilai erosi 2,9 ton/ha/thn pada pertanian lahan kering campur, 6 ton/ha/thn pada padang rumput, 6,7 ton/ha/thn pada semak belukar, 2,7 ton/ha/thn pada pemukiman dan 0,02 ton/ha/thn pada hutan tanaman.

Tindakan konservasi pada pertanian lahan kering campur mampu menekan erosi sebesar 99,6 %, padang rumput 87,5%, semak belukar 74,6%, pemukiman 89,8%, hutan tanaman tidak monokultur 99,97%. Model konservasi agronomis sangat efektif dalam menurunkan erosi. Efektivitas tanaman penutup tanah dalam mengurangi erosi dan aliran permukaan dipengaruhi oleh kerapatan vegetasi yang tinggi. vegetasi yang rapat akan menciptakan sistem perakaran tinggi yang dapat membantu pematapan agregat tanah sehingga akan meningkatkan porositas tanah.

Kerapatan tanaman juga akan memengaruhi luasan lahan yang tertutup tanaman, semakin rapat tanaman yang ada dipermukaan tanah semakin kecil energi hujan yang sampai ke tanah, sehingga semakin kecil kemungkinan terjadi erosi. Penelitian yang

dilakukan Fournier (1972), Elwell dan Stocking (1976), dan Evas (1976), dalam Suripin (2004) menyatakan bahwa untuk memberikan perlindungan yang cukup terhadap erosi paling sedikit 70% dari permukaan tanah harus tertutup oleh tanaman.

Model agroforestry adalah model terbaik untuk menekan erosi karena tercipta stratifikasi tajuk. Selain itu vegetasi yang kompleks menjadikan tanah kaya dengan unsur-unsur hara seperti nitrogen pada sengon, phosphor dan calsium,pada artocarpus, dapat menyuburkan tanah. Tanah yang subur berpengaruh terhadap tata air yang baik.

Manap dan Abod (1990) mengemukakan, bahwa fungsi utama pohon-pohon dan tanaman keras lainnya dalam sistem agroforestry adalah :

1. Untuk memberi jasa dan diversifikasi hasil
2. Pohon-pohon dapat memperkaya muka bumi dengan serasah yang gugur diatasnya, dan dapat juga merubah iklim mikro.
3. Karena pohon-pohon pada umumnya tumbuh lebih tinggi maka dapat memberi naungan pada tanaman di bawahnya, dan pada saat kekurangan air dapat mendominasi tata air setempat.
4. Pohon-pohon dalam sistem agroforestry dapat berfungsi sebagai cadangan plasma nutfah.
5. Mengurangi terjadinya suhu-suhu ekstrim, baik di udara, dalam tanah, dan dalam batang dan daun sehingga meningkatkan produktivitas tanaman pertanian.

Demikian halnya dengan konservasi mekanik seperti teras, guludan juga dapat menurunkan besarnya erosi. Oleh karena keduanya dapat mengurangi kecepatan dan jumlah aliran permukaan serta memungkinkan penyerapan air oleh tanah sehingga erosi akan berkurang (Arsyad S, 2010).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian analisis besarnya erosi di DAS Tallo Hulu diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Diperoleh nilai erosi tertimbang lebih besar pada sub DAS Jenepangkalung daripada sub DAS Jenetalinggoa.
2. Besarnya erosi yang masih diperbolehkan (TSL) untuk kedua sub DAS adalah untuk solum >90 cm TSL 19,2 ton/ha/thn, solum 50-90 cm TSL 14,4 ton/ha/thn, solum 25-50cm TSL 9,6 ton/ha/thn, dan solum <25cm TSL 4,8 ton/ha/thn.
3. Adapun tindakan konservasi yang dilakukan di sub DAS Jenepangkalung dan sub DAS Jenetalinggoa adalah reboisasi pada semak dan padang rumput, teras bangku dan agroforestry pekarangan pada pemukiman, guludan dan agroforestry untuk pertanian lahan kering campur serta mengembangkan hutan tanaman bukan monokultur (vegetasi lebih dari satu jenis).

B. Saran

1. Diharapkan kepada pemerintah setempat dalam setiap pengambilan kebijakan senantiasa memperhatikan aspek konservasi lingkungan.
2. Diharapkan kepada masyarakat yang ada di Desa Parigi, Lonjobokko dan Borisallo menerapkan tindakan konservasi pada lahan yang tingkat kemiringannya tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Penerbit Gadjah Mada University Press, Bulaksumur, Yogyakarta.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Penerbit IPB Press.
- Arsyad, U. 2010. *Analisis Erosi Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan dan Kemiringan Lereng di Daerah Aliran Sungai Jeneberang Hulu*. Disertasi Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, UNHAS. Makassar.
- Blancocanqui, et al., 2006. *Performance of grass barriers and filter strips under interill and concentrated flow*. Journal of Environmental Quality. 35 (6): 1969-1974.
- Chan, K.Y., et al., 2001. *Oxidizable Organic Carbon Fractions and Soil Quality Changes in an Oxic Paleustalf under Different Pasture Leys*. Soil Science 166: 61-67.
- Chavez R., 2003. *Modeling Soil Erosion Risk in Los Maribios Volcanic Chain, Nicaragua*. Tropical Resources Bulletin (25) 50-56.
- Chow Te Ven.1964. *Handbook of Applied Hydrology*. McGraw-Hill, Inc. United States of America.
- Departemen Kehutanan. 2000. *Handbook of Indonesian Forestry*. Departemen Kehutanan Republik Indonesia.
- Departemen Kehutanan. 2006. *Glosary Pengelolaan DAS*. Badan Litbang Kehutanan. Balai Litbang Teknologi Pengelolaan Indonesia Bagian Timur. Makassar .
- Departemen Kehutanan. 2009. *Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRHL-DAS)*. Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia.
- Djajadi, et al., (2008). *Teknik konservasi untuk menekan erosi dan penyakit lincat pada lahan tembakau temanggung*. Jurnal Littri 14(3), September. Hlm. 101 – 106 ISSN 0853 – 8212.
- Foster, G.R. dan W.H. Wischmeier. 1973. *Evaluating irregular slopes for soil loss prediction*. American Soc. Agric. Eng..St. Joseph, Michigan.
- Gilley, J.E., et al., 2000. *Narrow grass hedge effects on runoff and soil loss*. Journal of Soil and Water Conservation. 55:190-196.
- Golchin, et al., 1995. *The effect of cultivation on the composition of organic matter and structural stability of soils*. Aust. J. Soil. Res. 33 : 975 - 993
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Presindo Jakarta. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 1989. *Ilmu Tanah*. PT. Medyatama Sarana Perkasa, Jakarta

- _____, S.1995. Ilmu Tanah. Akademika Presindo, Jakarta.
- Hakim, N., M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S.G. Nugroho, A.M. Diha, G.B. Hong, H.H. Bailey. 1986. *Dasar Ilmu Tanah*. University Lampung, Lampung.
- Hammer, W. I., 1981. *Soil Conservation Consultant Report Center for Soil Research*, Bogor, Indonesia.
- Hudson, N.W. and D. C. Jackson, 1976. *Result Achieved in the Measurement of Erosion and Run Off in Southern Rhodesia*. Proc. Third Int' African Soil. Conf. Pp. 75-83.
- Hopley, D., 1999. *Geological & Geomorphological Input into Tropical Coastal Management with special reference to Balikpapan Bay, East Kalimantan*. Technical Report of Proyek Pesisir, Kalimantan Timur.
- Kodoatie R.J. et al., 2008. *Pengelolaan Sumberdaya Air Terpa-du*. Edisi Revisi. Penerbit, ANDI. Yogyakarta.
- Kartasapoetra, A.G. 2000. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Lubis, et al., 2003. *Indeks bahaya erosi pada beberapa penggunaan lahan inceptisol Desa Telagah Kecamatan Sei Bingei Kabupaten Langkat*.
- Kelompok Kerja Erosi dan Sedimentasi. (2002), *Kajian Erosi dan Sedimentasi Pada DAS Teluk Balikpapan Kalimantan Timur*, Laporan Teknis Proyek Pesisir, TE-02/13-I, CRC/URI, Jakarta, 38 halaman
- Lopulisa, C., 2004. *Tanah-tanah Utama Dunia Ciri Genesa dan Klasifikasinya*. Lepas, Makassar.
- Manan, S. 1976. *Pengaruh hutan dan Manajemen Daerah Aliran Sungai*. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Manap A., Abood F, 1990. *Selected Forest Trees with Potensial Application in Malaysian Agroforestry*. Dalam : Agroforestry System and Technologies, Biotrop Special Publication No.39.
- Naidu, et al., 1996. *Soil solution composition and aggregate stability changes caysed by long-term farming at four contrasting site in South Australia*. Aust. J. Soil. Res. 34 : 511 – 527.
- Rahim, S.E. 2006. *Pengendalian Erosi Tanah Dalam Rangka Pelestarian Lingkungan Hidup*. Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- Rachman, et al., 2004. *Soil hydraulic properties influenced by stiff-stemmed grass hedge systems*. Soil Science Society of American Journal. 68: 1386-1393\

- Rumaijuk A.F. 2009. Kajian Tingkat Bahaya Erosi (TBE) Pada Penggunaan Lahan Tanaman Industri (Kopi) di Sub DAS Lau Biang (Kawasan Hulu DAS Wampu). Departemen Teknologi Pertanian. USU.
- Sanchez, P.A., 1992. Sifat dan Pengeolaan Tanah Tropika. Insitut Teknologi Bandung.
- Sarief, S. 1986. *Konservasi Tanah dan Air*. Pustaka Buana. Bandung.
- Seta, A. K. 1987. *Konservasi Sumber Daya Tanah dan Air*. Kalam Mulia, Jakarta.
- Sinukaban, N. 1994. *Membangun Pertanian Menjadi Lestari dengan Konservasi*. Faperta IPB. Bogor.
- Suratman, 2008. Permasalahan Pengelolaan Lahan Pertanian di Wilayah Tepian Danau Toba. *Prosiding. Strategi Penanganan Sumberdaya Lahan untuk Mendukung Kedaulatan Pangan dan energi*. 22-23 desember 2008. IPB, Bogor. Hal. 478-487
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. ANDI. Yogyakarta.
- Utomo, W.H. 1989. *Konservasi Tanah di Indonesia*. CV. Rajawali. Jakarta.
- Paimin, et al., 2003. *Dinamika Komunitas Vegetasi Hutan Tanaman Mahoni (Swietenia macrophylla) dalam Perannya Sebagai Pengendali Limpasan dan Erosi*. Jurnal Pengelolaan DAS. Surakarta vol.9.3.
- Puguh Dwi Raharjo dan Saifudin (2008). *Pemetaan Erosi DAS Lukulohulu dengan Menggunakan Data Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografi*. Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan Vol. 8, No. 2 (2008) p: 103-113
- Widianto, et al., (2002). *Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian Apakah Fungsi Hidrologis Hutan Dapat Digantikan Sistem Kopi Monokultur?* Jurnal Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Yoder, et al., 2005. *No-till transplanting of vegetables and tobacco to reduce erosion and nutrient surface runoff*. Journal of Soil and Water Conservation. 60: 68-72.
- Yusmandhany E.S. 2002. *Pengukuran Tingkat Bahaya Erosi Sub DAS Cipamingkisi Bogor*. Jurnal Teknik Pertanian, vol.7 No.2.

Lampiran 12. Gambar Penggunaan Lahan

Hutan Sekunder





C= 0,001 P = 0,1

Hutan Tanaman





$C = 0,05$ $P = 0,1$

Pertanian Lahan Kering Campur



$$C = 0,2 \quad P = 0,5$$

Sawah

C = 0,01 P = 0,2

Semak Belukar



C = 0,3 P = 0,04



$C = 0,01$ $P = 0,04$

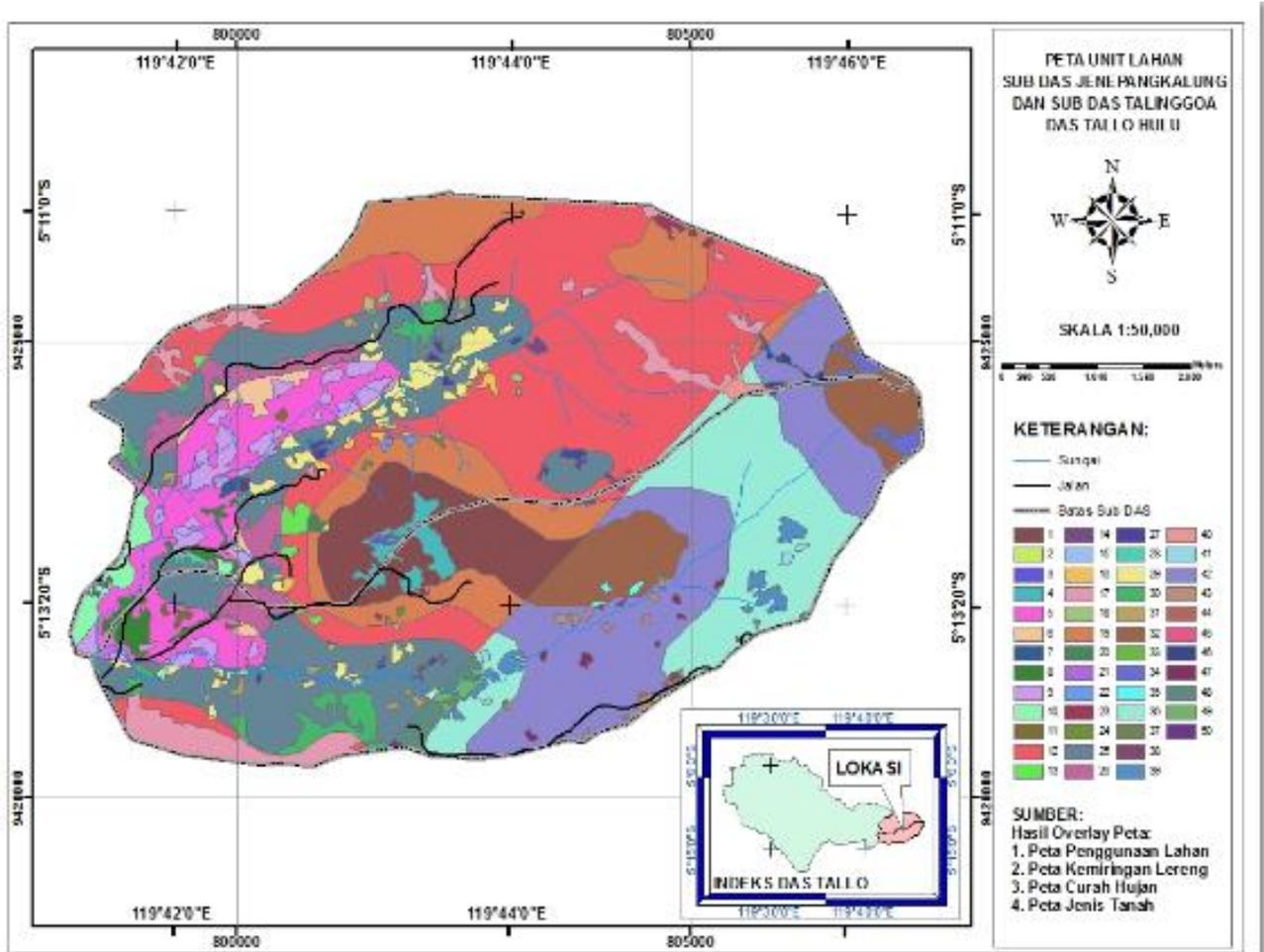
Padang Rumput



C = 0,02 P = 0,04



Lampiran 13. Peta Unit Lahan DAS Tallo Hulu



$$C = 0,02 \quad P = 0,04$$

