

KARAKTERISTIK DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) TABUNIO UNTUK MERUMUSKAN DAN MENGEVALUASI DINAMIKA KERENTANAN LINGKUNGAN

Buku ini membahas tentang Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS) Tabunio untuk Merumuskan dan Mengevaluasi Dinamika Kerentanan Lingkungan. Konten di dalamnya meliputi kondisi DAS Tabunio dan lahan di sekitarnya, Erosi, serta Kerapatan vegetasi yang dapat menjadi bahan kajian bagi akademisi, pemangku kebijakan, serta masyarakat yang bergerak di bidang upaya pelestarian lingkungan. Disusun berdasarkan hasil penelitian di lapang dan didukung referensi ilmiah, menjadikan literatur ini mudah dipahami.

Research



IRDH

Published by :
IRDH (International Research and Development for Human Beings)
(Anggota IKAPI) No 159-JTE-2017
Office : Jl. Sokajaya 59 Purwokerto
Perum New Villa Bukit Sengkaling C9 No 1 Malang
HP/WA. 081 357 217 319 / 089 621 424 412
Website : www.irdhcenter.com Email : buku.irdh@gmail.com

ISBN 978-623-375-008-0



9 786233 750080

Prof. Dr. Ir. H. Syarifuddin Kadir, M.Si., dkk

KARAKTERISTIK DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) TABUNIO UNTUK MERUMUSKAN
DAN MENGEVALUASI DINAMIKA KERENTANAN LINGKUNGAN

2021



KARAKTERISTIK DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) TABUNIO UNTUK MERUMUSKAN DAN MENGEVALUASI DINAMIKA KERENTANAN LINGKUNGAN

Research



IRDH



Prof. Dr. Ir. H. Syarifuddin Kadir, M.Si
Nurlina, S.Si., M.Sc
Dr.rer.nat. Ir. H. Wahyuni Ilham, M.P
Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom
Prof. Dr. Ir. Ahmad Kurnain, M.Sc, IPM

**KARAKTERISTIK
DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) TABUNIO
UNTUK MERUMUSKAN DAN MENGEVALUASI DINAMIKA
KERENTANAN LINGKUNGAN**

Prof. Dr. Ir. H. Syarifuddin Kadir, M.Si

Nurlina, S.Si., M.Sc

Dr.rer.nat. Ir. H. Wahyuni Ilham, M.P

Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom

Prof. Dr. Ir. Ahmad Kurnain, M.Sc, IPM

CV. IRDH

**KARAKTERISTIK
DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) TABUNIO
UNTUK MERUMUSKAN DAN MENGEVALUASI DINAMIKA
KERENTANAN LINGKUNGAN**

Penulis : Prof. Dr. Ir. H. Syarifuddin Kadir, M.Si
Nurlina, S.Si., M.Sc
Dr.rer.nat. Ir. H. Wahyuni Ilham, M.P
Dr. Ichsan Ridwan, S.Si., M.Kom
Prof. Dr. Ir. Ahmad Kurnain, M.Sc., IPM
Editor : Cakti Indra Gunawan, S.E., M.M., Ph.D
Penata Letak : Lilya Windi Pramesti, S.Pd
Pracetak dan Produksi : Dito Aditia, S.Pi
Perancang Sampul : Meva Ainawati

Hak Cipta © 2021, pada penulis

Hak publikasi pada CV IRDH

Dilarang memperbanyak, memperbanyak sebagian atau seluruh isi dari buku ini dalam bentuk apapun, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Cetakan Pertama November, 2021

Penerbit CV IRDH

Anggota IKAPI No. 159-JTE-2017

Office: Jl. Sokajaya No. 59 Purwokerto

Perum New Villa Bukit Sengkaling C9 No. 1 Malang

HP : 0813 5721 7319, WA : 089 621 424 412

www.irdhcenter.com

Email: buku.irdh@gmail.com

ISBN : 978-623-375-008-0

i-vi + 83 hlm, 17,6 cm x 25 cm

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Rabbul Alamin yang telah melimpahkan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Buku ini yang berjudul “Karakteristik DAS Tabunio untuk Merumuskan dan Mengevaluasi Dinamika Kerentanan Lingkungan” .

Buku ini dibuat berdasarkan kajian dari hasil penelitian di Daerah Aliran Sungai (DAS) Tabunio, Provinsi Kalimantan Selatan. Kerentanan ekologis adalah kondisi suatu wilayah yang berpotensi untuk terjadi kerusakan lingkungan karena aktivitas dan atau kegiatan manusia yang berpotensi menimbulkan dampak lingkungan. DAS Tabunio keseluruhan seluas 62.558,56 ha dan meliputi 10 Sub DAS 4 Kecamatan dan 44 Desa. Sub DAS terluas adalah sub DAS Tunggaran 12.305,13 ha (19,67%) bagian hilir DAS Tabunio, sub DAS yang terkecil 2.548,65 ha bagian tengah DAS Tabunio.

Klasifikasi erosi berat dan sangat berat di DAS Tabunio didominasi pada tutupan lahan pemukiman dan perkebunan, sedangkan tutupan lahan hutan mempunyai klasifikasi erosi sangat ringan, sehingga perlu adanya upaya yang harus dilakukan untuk pengendalian atau penguruga laju erosi berdasarkan kondisi tutupan lahan. Setiap DAS terdiri atas DAS bagian hulu, tengah dan DAS bagian hilir, sehingga pengelolaan DAS seharusnya terpadu bagian hulu, tengah dan bagian hilir untuk meningkatkan fungsi DAS dalam rangka kelesatarian lingkungan yang berkelanjutan, peran bidang ekologis (pengatir tata air), ekonomi, dan sosial.

Buku ini disusun oleh dosen Universitas Lambung Mangkurat (ULM), yakni Prof. Dr. Ir. H. Syarifuddin Kadir, M.Si, Nurlina, S.Si.,M.Sc, Dr. Ichsan Ridwan, S.Si.,M.Kom, dan Prof. Dr. Ir. Ahmad Kurnain, M.Sc., IPM. Penelitian ini melibatkan mahasiswa Pascasarjana Program Doktor Pertanian dan mahasiswa Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini, sehingga tersusun artikel ilmiah dalam bentuk buku. Kami menyadari bahwa tulisan ini belum sempurna, namun disusun dengan maksimal untuk lebih teliti. Kritik dan saran kami butuhkan untuk perbaikan buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat pada dosen, mahasiswa, peneliti, serta praktisi kehutanan dan lingkungan hidup yang ingin mengetahui tentang karakteristik DAS Tabunio untuk merumuskan dan mengevaluasi dinamika kerentanan lingkungan Provinsi Kalimantan Selatan.

Banjarbaru, November 2021

Penulis utama



Prof. Dr. Ir. H. Syarifuddin Kadir., M.Si
NIP. 19630408 198903 1 018

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I KONDISI LAHAN	1
1.1 Batas DAS dan Sub DAS.....	2
1.2 Hidrologi DAS.....	6
1. Banjir.....	7
2. Infiltrasi.....	11
1.3 Tutupan Lahan	14
1.4 Kelerengan dan Topografi	20
1.5 Curah Hujan.....	24
1.6 Satuan Peta Tanah.....	28
BAB II EROSI.....	30
2.1 Erosivitas (R)	30
2.2 Erodibilitas.....	36
1. Kelerengan.....	41
2. Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Tanah (CP)	45
3. Klasifikasi Laju Erosi	48
BAB III KERAPATAN VEGETASI	54
3.1 Klasifikasi Kerapatan Vegetasi.....	54
3.2 Upaya Konservasi Tanah Dan Air Secara Vegatif	58
GLOSARIUM	60

DAFTAR PUSTAKA.....	63
INDEKS.....	70
DOKUMENTASI LAPANGAN.....	73
TENTANG PENULIS.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Daerah Aliran Sungai Tabunio	4
Gambar 1. 2 Grafik Presentase Luas Sub DAS di DAS Tabunio.....	5
Gambar 1. 3 Grafik Luas Tutupan Lahan DAS Tabunio	16
Gambar 1. 4 Peta Tutupan Lahan DAS Tabunio	20
Gambar 1. 5 Presentase Kelerengan DAS Tabunio.....	22
Gambar 1. 6 Peta Kelerengan (Kemiringan Lereng) DAS Tabunio.....	23
Gambar 1. 7 Rata-Rata Curah Hujan DAS Tabunio	25
Gambar 1. 8 Peta Curah Hujan Tahunan DAS Tabunio.....	26
Gambar 1. 9 Peta Satuan Peta Tanah DAS Tabunio	28
Gambar 2. 1 Peta Erosivitas Hujan DAS Tabunio	35
Gambar 2. 2 Peta Erodibilitas DAS Tabunio	40
Gambar 2. 3 Peta Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) DAS Tabunio.....	44
Gambar 2. 4 Peta Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Tanah (CP) DAS Tabunio.....	46
Gambar 2. 5 Grafik Kelas Erosi di DAS Tabunio	50
Gambar 2. 6 Peta Klasifikasi Laju Erosi di DAS Tabunio	51
Gambar 2. 7 Kelas Erosi Menurut Tutupan Lahan.....	52
Gambar 3. 1 Peta Kerapatan Vegetasi di DAS Tabunio.....	56
Gambar 3. 2 Peta Kerapatan Vegetasi setiap sub DAS di DAS Tabunio	58

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Sub DAS di DAS Tabunio	4
Tabel 1. 2 Tabel Luas Tutupan Lahan DAS Tabunio Tahun 2005, 2010, 2015, dan 2020.....	15
Tabel 1. 3 Tabel Luas Perubahan Tutupan Lahan DAS Tabunio Tahun 2005 – 2020.....	17
Tabel 1. 4 Tabel Kelerengan DAS Tabunio	21
Tabel 1. 5 Curah Hujan DAS Tabunio	25
Tabel 1. 6 Peta Satuan Peta Tanah DAS Tabunio	28
Tabel 2. 1 Tabel Perhitungan Nilai Erosivitas Hujan berdasarkan Rumus Bols	32
Tabel 2. 2 Luas Tingkat Erosivitas Berdasarkan Sub DAS di DAS Tabunio	34
Tabel 2. 3 <i>Table of Soil Type and Soil Erodibility Value of Tabunio Watershed</i>	38
Tabel 2. 4 Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) DAS Tabunio	42
Tabel 2. 5 Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Tanah (CP)	46
Tabel 2. 6 Tingkat Laju Erosi Berdasarkan Sub DAS di DAS Tabunio	50
Tabel 2. 7 Luas Kelas Erosi Menurut Tutupan Lahan.....	52

BAB I

KONDISI LAHAN

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak sungai yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air. Pembangunan terutama daerah yang mengandalkan ketersediaan air, perencanaan penggunaan lahan, pengelolaan, dan restorasi ekologi menggunakan DAS sebagai unit pengelolaan (Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2014).

Daerah Aliran Sungai (DAS) berfungsi sebagai reservoir air yang sangat bergantung dari karakteristik, meliputi kondisi lahan yang berkaitan dengan berbagai fungsi, seperti fungsi produksi, fungsi hidrologis, maupun fungsi ekologisnya. Lahan dapat dinilai dari kemampuannya berperan dari ketiga aspek di atas. Dari fungsi hidrologis, lahan yang baik adalah lahan yang mampu menyerap air (hujan), menyimpannya dan mengalirkannya, sehingga mampu memelihara debit air sungai dengan baik, memperkecil fluktuasi sepanjang tahun, mengurangi *run off*, mengurangi sedimen terlarut, dan memelihara kualitas air dari pencemaran.

Asdak (2010) mengemukakan bahwa DAS merupakan ekosistem yang di dalamnya terjadi proses biofisik hidrologis yang dapat terjadi secara alamiah. Selain itu, DAS merupakan tempat aktivitas manusia untuk kepentingan sosial-ekonomi dan untuk kepentingan budaya. Proses biofisik hidrologis DAS merupakan bagian dari siklus hidrologis, sedangkan kegiatan sosial-ekonomi dan budaya masyarakat dilakukan untuk meningkatkan kesejahteraan merupakan bentuk

intervensi manusia terhadap sistem alami DAS yang bermukim dalam DAS dan sekitarnya.

Masalah utama yang dihadapi ekosistem DAS umumnya adalah peningkatan populasi manusia dan perubahan penggunaan lahan, yang dapat menurunkan kualitas dan kuantitas air (Kometa & Ebot, 2012). Selanjutnya menurut Kusuma (2007) interaksi komponen dalam ekosistem DAS ini dapat dinyatakan dalam bentuk keseimbangan *input* dan *output*, ini mencirikan keadaan hidrologi ekosistem tersebut.

Asdak (2010) mengemukakan bahwa ekosistem terdiri atas komponen biotik dan abiotik yang saling berinteraksi membentuk satu kesatuan yang teratur. Dinyatakan juga bahwa DAS dibagi menjadi daerah hulu yang dicirikan oleh kerapatan drainase, kelerengan yang lebih tinggi dan jenis vegetasi umumnya berupa tegakan hutan dan atau lainnya sehingga bukan merupakan daerah rawan banjir tetapi rawan pemasok banjir. Sebaliknya daerah hilir merupakan daerah rawan banjir.

Budhiono & Murdiyarso (1990) mengemukakan bahwa daerah aliran sungai merupakan suatu “ekosistem yang di dalamnya terjadi interaksi diantara komponen-komponen fisik (tanah dan iklim), dan faktor biotik (vegetasi)”. Selain itu, menurut Kusuma (2007) interaksi komponen dalam ekosistem DAS yang terdiri atas beberapa komponen penyusunnya dan sedimen yang dihasilkan ini mencirikan adanya proses hidrologi ekosistem tersebut.

1.1 Batas DAS dan Sub DAS

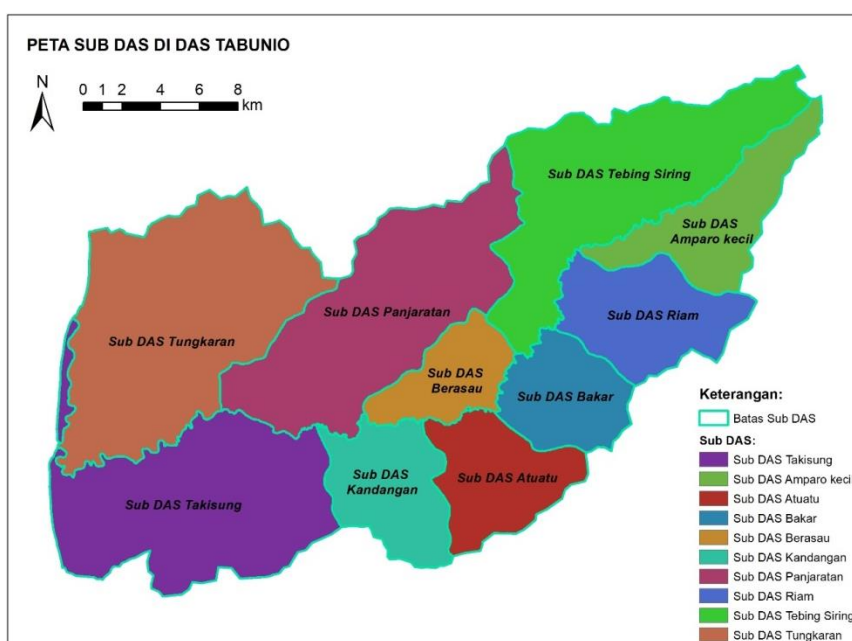
Menurut Zhang *et al* (2008), DAS umumnya dianggap sebagai unit pembangunan terutama daerah yang mengandalkan ketersediaan

air. Hernandez & Ramirez, (2008) mengemukakan bahwa perencanaan penggunaan lahan, pengelolaan, dan restorasi ekologi menggunakan DAS sebagai unit pengelolaan. Selanjutnya, menurut Soemarno (2011) DAS dapat dimanfaatkan sebagai sarana pemantauan tata guna lahan yang baik, karena siklus hidrologi DAS menunjukkan keterkaitan biofisik antara daerah hulu, tengah, dan hilir sebagai kesatuan ekosistem.

Aktivitas manusia dalam memanfaatkan sumber daya alam hutan, tanah, dan air untuk budidaya tanaman, pertambangan, pembangunan, dan kegiatan lainnya dapat mengakibatkan terjadi perubahan kondisi tata air suatu DAS ataupun pada ukuran lebih kecil seperti sub DAS atau sub-sub DAS. Batasan DAS dan definisi jaringan saluran sering diperlukan dalam pemodelan hidrologi. Ada dua alternatif untuk menentukan batas DAS yaitu dari peta kontur atau dianalisis dari data *Digital Elevation Model (DEM)* (Sorooshian *et al*, 2008). Penentuan batas DAS dari peta kontur cukup memakan waktu dan subyektif, terutama untuk daerah aliran sungai besar. Segmentasi otomatis DAS dan ekstraksi jaringan saluran dan sub DAS dari data raster elevasi merupakan cara mudah dan cepat untuk parameterisasi DAS. Meningkatnya ketersediaan cakupan DEM di banyak wilayah membuat segmentasi DAS otomatis dan karakterisasi pendekatan yang menarik untuk analisis hidrologi (Lin *et al.*, 2006).

Karakteristik DAS pada pengembangan algoritma dan mencari solusi dari situasi yang unik, seperti depresi, daerah datar, atau konektivitas jaringan. Model pengolahan DEM yang mengidentifikasi daerah cekung ke atas sering menghasilkan segmen jaringan terputus yang kemudian harus dihubungkan dan mungkin memerlukan

penyesuaian tambahan untuk menghasilkan pola yang wajar (Douglas, 1986). Model-model lain bergantung pada konsep aliran *routing*. Dalam pendekatan ini, arah lereng bawah curam mendefinisikan jalur aliran (Jenson & Domingue, 1988; Martz & de Jong, 1988; Morris & Heerdegen, 1988). DAS Tabunio terdiri atas 10 sub sub DAS sebagaimana disajikan pada Gambar 1.1 dan 1.2, serta Tabel 1.1 berikut ini.



Gambar 1. 1 Daerah Aliran Sungai Tabunio

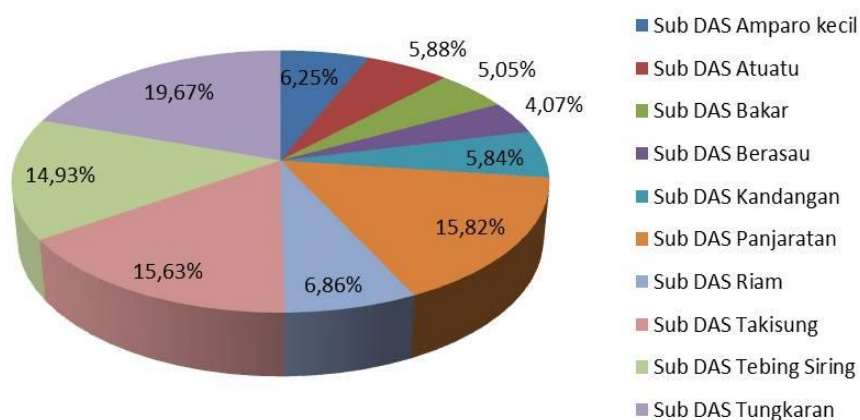
Tabel 1. 1 Sub DAS di DAS Tabunio

No.	Sub DAS	Luas (ha)	Presentase (%)
1	Sub DAS Amparo kecil	3.912,88	6,25
2	Sub DAS Atuatu	3.676,86	5,88
3	Sub DAS Bakar	3.161,36	5,05
4	Sub DAS Berasau	2.548,65	4,07
5	Sub DAS Kandangan	3.651,57	5,84

No.	Sub DAS	Luas (ha)	Presentase (%)
6	Sub DAS Panjaratan	9.897,05	15,82
7	Sub DAS Riam	4.288,91	6,86
8	Sub DAS Takisung	9.775,12	15,63
9	Sub DAS Tebing Siring	9.341,04	14,93
10	Sub DAS Tungkaran	12.305,13	19,67
	Total	62.558,57	100,00

Sumber: (Hasil Analisis, 2021)

Persentase (%) Luas Sub DAS di DAS Tabunio



Gambar 1. 2 Grafik Presentase Luas Sub DAS di DAS Tabunio

Pada Tabel 1.1, Gambar 1.1, dan Gambar 1.2 terlihat bahwa luas DAS Tabunio keseluruhan sebesar 62.558,56 ha dan meliputi 10 Sub DAS 4 Kecamatan dan 44 Desa. Sub DAS terluas adalah sub DAS Tungkaran 12.305,13 ha (19,67%) bagian hilir DAS Tabunio, sub DAS yang terkecil 2.548,65 ha bagian tengah DAS Tabunio. Setiap DAS terdiri atas DAS bagian hulu, tengah, dan hilir, sehingga pengelolaan DAS seharusnya terpadu bagian hulu, tengah, dan bagian hilir guna meningkatkan fungsi DAS untuk kelestarian lingkungan yang

berkelanjutan, peran bidang ekologis (pengatur tata air), ekonomis, dan sosial.

Pengelolaan DAS juga dipahami sebagai sistem perencanaan yang menggunakan masukan (*input*) pengelolaan dan masukan alamiah untuk menghasilkan keluaran (*output*) yang berupa barang dan jasa, serta dampak terhadap sistem lingkungan baik di dalam maupun berupa sungai, banjir, sedimentasi dan penurunan nilai wisata (Becerra, 1995).

1.2 Hidrologi DAS

Kondisi hidrologi DAS di Indonesia umumnya dicirikan oleh meningkatnya kejadian ekstrim seperti banjir dan kekeringan dengan kandungan cemaran yang tinggi di badan-badan air seperti sungai dan danau. Krisis air juga semakin terasa dan akan mengalami kelangkaan air yang serius akibat tekanan penduduk, aktivitas manusia, dan perubahan penggunaan lahan (Ruslan, 2013). Dampak negatif akibat perubahan penggunaan lahan dalam skala luas adalah terjadinya perubahan pola hujan, perubahan rezim hidrologi, dan penurunan debit sungai di sejumlah DAS di Indonesia (Hidayat, 2002; Yan, *et al.*, 2013).

Karakteristik debit sungai menunjukkan variasi aliran yang tinggi, baik untuk rezim aliran sungai-sungai tertentu maupun antar-sungai. Rasio debit maksimum/minimum bervariasi dari kurang dari 20 kali sampai lebih dari 100 kali, walau perlu dicermati juga akurasi informasi debit yang diberikan ini antara debit maksimum sesaat atau rerata bulanan. Sebagai indikator penting untuk menilai karakteristik hidrologi banjir dari suatu sungai adalah debit spesifik. Nampak bahwa sungai-sungai utama di Indonesia ini memiliki sifat banjir yang

moderate dibandingkan dengan sungai-sungai di dunia, yaitu dengan debit *specific* (Q_{max}/A) antara $10-80 \text{ m}^3/\text{s}/100 \text{ km}^2$, kecuali Tuntang dan Jeneberang yang melampaui $100 \text{ m}^3/\text{s}/100 \text{ km}^2$ atau termasuk tinggi. Sebagai ukuran ketersediaan air dapat dinyatakan debit jenis terhadap debit rerata yang menghasilkan besaran antara $4-10 \text{ m}^3/\text{s}/100 \text{ km}^2$. Debit minimum menyatakan kondisi ketersediaan air pada musim kering yang tentunya harus digunakan terbatas untuk jenis penggunaan air tertentu saja, seperti penggunaan domestik dan industri, dan tidak untuk pertanian.

Kondisi hidrologi Indonesia umumnya saat ini dicirikan oleh meningkatnya kejadian ekstrem seperti banjir dan kekeringan dengan kandungan cemaran yang tinggi di badan-badan air seperti sungai dan danau. Krisis air juga semakin terasa, terutama menjelang dan selama musim kemarau, khususnya untuk Pulau Jawa yang sudah diantisipasi akan mengalami kelangkaan air yang serius akibat tekanan penduduk yang akut dan kondisi perubahan penggunaan lahan yang buruk. Diperkirakan bahwa sebagai dampak yang perlu dicermati dari perubahan penggunaan lahan dalam skala luas adalah telah terjadinya penurunan curah hujan dan rezim hidrologi di sejumlah wilayah di Indonesia.

1. Banjir

Hujan merupakan faktor utama penyebab banjir. Perubahan iklim menyebabkan pola hujan berubah dimana saat ini hujan yang terjadi mempunyai waktu yang pendek tetapi intensitasnya tinggi. Akibat keadaan ini saluran yg ada tidak mampu lagi menampung besarnya aliran permukaan dan tanah cepat mengalami penjumlahan.

Banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (kali) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuangan (Suripin, 2001). Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran. Banjir di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang.

Beberapa karakteristik yang berkaitan dengan banjir, diantaranya (1) banjir dapat datang secara tiba – tiba dengan intensitas besar namun dapat langsung mengalir, (2) banjir datang secara perlahan namun intensitas hujannya sedikit, (3) pola banjir musiman, (4) banjir datang secara perlahan, namun dapat menjadi genangan yang lama di daerah depresi, dan (5) akibat yang ditimbulkan adalah terjadinya genangan, erosi, dan sedimentasi. Sedangkan akibat lain adalah terisolasinya daerah pemukiman dan diperlukan evakuasi penduduk.

Banyak faktor menjadi penyebab terjadinya banjir. Namun secara umum penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam dua kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. Faktor alamiah penyebab banjir adalah curah hujan, fisiografi, erosi, sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase yang tidak memadai, dan pengaruh air pasang.

Indonesia mempunyai iklim tropis, sehingga sepanjang tahun mempunyai dua musim yaitu musim hujan yang umumnya terjadi antara bulan Oktober sampai bulan Maret dan musim kemarau yang

terjadi antara bulan April sampai bulan September. Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi dapat mengakibatkan banjir di sungai dan apabila banjir tersebut melebihi tebing sungai maka akan timbul banjir atau genangan (Jiang, 2008; Zhang, *et al.*, 2015).

Fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan daerah pengaliran sungai (DPS), kemiringan sungai, geometrik hidrolis (bentuk penampang, seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai, dan lainnya merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir. Erosi dan sedimentasi di DPS berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Erosi dan sedimentasi menjadi problem klasik sungai-sungai di Indonesia. Besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran, sehingga timbul genangan dan banjir di sungai.

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi DPS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai yang dikarenakan tidak adanya vegetasi penutup dan penggunaan lahan yang tidak tepat. Hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota-kota tersebut sering menjadi langganan banjir di musim hujan.

Air pasang laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi, maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik (*backwater*). Contoh terjadi di Kota Semarang dan Jakarta. Genangan ini terjadi sepanjang tahun baik di musim hujan dan maupun di musim kemarau.

Penyebab terjadinya banjir karena tindakan manusia adalah perubahan kondisi DPS, kawasan kumuh, sampah dan pengelolaannya,

drainage lahan, bendungan dan bangunan air, kerusakan bangunan pengendali banjir, perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat (Zhang *et al.*, 2007). Perubahan penggundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota, dan perubahan tata guna lahan lainnya dapat memperburuk masalah banjir, karena meningkatnya aliran permukaan (Kurdi, 2015). Perubahan tata guna lahan akibat aktivitas manusia dalam pembangunan, terutama di daerah hulu DAS, berkontribusi sangat besar terhadap naiknya kuantitas dan kualitas banjir (Zégre, Maxwell & Lamont, 2013). Perumahan kumuh yang terdapat di sepanjang sungai dapat menghambat aliran. Masalah kawasan kumuh dikenal sebagai faktor penting terhadap masalah banjir daerah perkotaan. Ketidaksiplinan masyarakat untuk membuang sampah pada tempat yang ditentukan, umumnya mereka langsung membuang sampah ke sungai. Di kota-kota besar hal ini sangat mudah dijumpai. Pembuangan sampah di alur sungai dapat meninggikan muka air banjir karena menghalangi aliran air. Drainase perkotaan dan pengembangan pertanian pada daerah bantuan banjir akan mengurangi kemampuan bantaran dalam menampung debit air yang tinggi.

Bendung dan bangunan lain, seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik (*backwater*). Pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir, sehingga menimbulkan kerusakan dan akhirnya menjadi tidak berfungsi dapat meningkatkan kuantitas banjir. Beberapa sistem pengendalian banjir memang dapat mengurangi kerusakan akibat banjir kecil sampai sedang, tetapi mungkin dapat menambah kerusakan selama banjir-banjir yang besar. Sebagai contoh bangunan tanggul sungai yang tinggi. Limpasan permukaan menyebabkan

terjadinya banjir, selain itu dapat merusak pembatas sungai, hal ini menimbulkan kecepatan aliran air menjadi sangat besar disebabkan rusaknya pembatas sungai sehingga menimbulkan banjir yang besar (Jiang, Huang & Ruan, 2008).

2. Infiltrasi

Indarto (2010) mengemukakan bahwa infiltrasi merujuk pada gerakan air ke bawah atau masuknya air hujan ke dalam permukaan tanah, laju infiltrasi menunjukkan jumlah air yang masuk kedalam tanah pada waktu tertentu yang dinyatakan dalam tebal air per waktu, misalnya 10 mm/jam atau 10 mm/det, sedangkan kapasitas infiltrasi ialah batas tertinggi laju infiltrasi yang dinyatakan dalam tebal air per satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam atau mm/det.

Infiltrasi ialah proses meresap atau masuknya air ke dalam tanah melalui permukaan tanah yang merupakan jumlah tebal air yang dapat meresap ke dalam tanah dalam satuan waktu. Infiltrasi adalah sumber utama adanya air tanah, tanpa adanya infiltrasi air hujan ke dalam tanah maka terbatas air di dalam tanah. Selanjutnya Indarto (2010) mengemukakan bahwa laju infiltrasi adalah jumlah air yang masuk kedalam tanah untuk periode tertentu. Beberapa faktor yang mempengaruhi infiltrasi adalah (a) tekstur tanah; (b) vegetasi penutupan tanah dan karakteristik permukaan tanah; (c) kadar lengas tanah; (d) morfologi tanah; (e) kemiringan lahan, (f) jenis dan pola hujan; dan (g) intensitas hujan (Stothoff, *et al.*, 1999; Neris, *et al.*, 2013; Huang, Wu & Zhao, 2013).

Pola-pola penggunaan lahan merupakan faktor utama yang mempengaruhi infiltrasi tanah. Dengan demikian, meningkatkan

infiltrasi tanah dan mengurangi limpasan-permukaan sangat penting untuk konservasi tanah dan air, terutama di lingkungan semi-kering. Sistem *agroforestry* mempengaruhi infiltrasi tanah dengan tingkatan yang berbeda-beda, tergantung pada sistem tanaman, seperti: monokultur kenari (*Juglans regia*) (JRMS), monokultur gandum (*Triticum aestivum*) (TAMS), dan sistem kenari-gandum *alley cropping* (JTACS). Hasil penelitian Lai, *et al.* (2015) menunjukkan bahwa JTACS memfasilitasi infiltrasi dan distribusi temporal laju infiltrasi menunjukkan hubungan kuat dengan distribusi curah hujan dibandingkan dengan sistem monokultur. Namun demikian, efek JTACS terhadap kapasitas infiltrasi hanya signifikan dalam lapisan tanah yang dangkal, yaitu kedalaman tanah 0-40 cm. Dalam sistem JTACS, kecepatan gerakan *zone* pembasahan tanah ke arah bawah lebih cepat daripada sistem monokultur ketika jumlah curah hujan dan intensitas yang lebih tinggi. Laju infiltrasi tanah ditingkatkan dan dua puncak laju infiltrasi tanah lebih tinggi di musim hujan dalam sistem *alley cropping*. Hal ini memiliki arti penting dalam konservasi tanah dan air. Hasil penelitian empiris ini memberikan wawasan baru tentang keberlanjutan *agroforestry* yang dapat membantu petani memilih pola tanam yang rasional (Lai, *et al.*, 2015).

Pemilik tanah dan manajer di seluruh Amerika Serikat bagian barat semakin intensif mencari metode-metode untuk mengevaluasi dan meminimumkan dampak akibat perambahan hutan terhadap ekosistem padang rumput semak-semak (Neris, *et al.*, 2013). Simulasi skala kecil-plot (0.5 m²) dilakukan dengan pengukuran vegetasi penutup tanah, curah hujan, dan karakteristik tanah untuk menyelidiki respon penebangan pohon hutan. Penelitian ini juga mengevaluasi efek

pembakaran terhadap repelensi lengas tanah dan efektivitas indeks stabilitas agregat untuk mendeteksi perubahan potensi erosi.

Petakan uji terletak di antara tajuk pohon dan semak dan situs-mikro tajuk pohon dan semak-semak. Hujan dengan intensitas yang tinggi (102 mm/jam) di hutan yang tidak peka erosi menghasilkan *run off* dan erosi yang diperbesar dari situs-mikro pohon pasca kebakaran, tetapi erosi (45-75 g/m²) adalah relatif kecil dibandingkan dengan peningkatan erosi 3-13 kali lipat pada situs-mikro pohon pasca kebakaran di lokasi hutan yang peka erosi (240-295 g/m²). Kebakaran hutan yang peka erosi juga meningkatkan 7 kali lipat erosi di situs-mikro semak-semak (220-230 g/m²) dan 280-350 g/m² erosi di lokasi bidang batas. Tingginya *run off* (40-45 mm) dan erosi tanah (230-275 g/m²) pada *interspaces* yang terbakar di lokasi yang peka erosi berkurang 4-5 kali lipat (10 mm dan 50 g/m²) oleh adanya material pohon yang ditumbangkan (Pierson, *et al.*, 2014). Repelensi lengas-tanah yang sangat kuat ditemukan pada lapisan tanah 0-3 cm di bawah kanopi pohon yang terbakar dan kekuatannya tidak berubah dengan cara pembakaran. Kadir (2013) menyatakan bahwa perbedaan vegetasi dan sifat fisik tanah menentukan kapasitas dan volume infiltrasi pada setiap unit lahan dalam suatu DAS atau sub DAS, hal ini akan mempengaruhi jumlah aliran permukaan.

Pengukuran infiltrasi pada suatu permukaan lahan atau di bawah penutupan lahan biasanya terdiri atas laju dan kapasitas infiltrasi, dinyatakan dalam tebal air per satuan waktu (*inchi* per jam atau centimeter per jam). Curah hujan yang melebihi kapasitas infiltrasi dapat menyebabkan terjadinya aliran permukaan menuju tempat yang lebih rendah dan berakhir pada sungai, anak sungai atau tempat

penampungan lainnya di dalam suatu daerah aliran. Beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi laju infiltrasi adalah (1) kemampuan tanah untuk mengosongkan air di permukaan dan meresap masuk ke dalam tanah (2) kadar air dalam profil tanah, (3) jumlah air yang tersedia di permukaan tanah, dan (4) karakteristik permukaan tanah (Asdak, 2010).

Ketersediaan air dalam tanah merupakan hal penting, karena menentukan besarnya tekanan potensial pada permukaan tanah. Hubungan antara kapasitas infiltrasi dan waktu yang terjadi selama dan beberapa saat setelah kejadian hujan dapat dinyatakan dalam bentuk kurva kapasitas infiltrasi. Secara umum kapasitas infiltrasi yang terjadi pada suatu DAS pada awal kejadian cukup tinggi, tetapi kapasitas infiltrasi semakin lama menjadi turun dan mendekati nilai konstan. Curah hujan yang melebihi kapasitas infiltrasi tanah akan menghasilkan limpasan permukaan (*run off*), dan kejadian *run off* ini dipacu oleh kemiringan lahan dan adanya lapisan kedap air dalam profil tanah (Gómez-Giraldez *et al.*, 2014).

1.3 Tutupan Lahan

Raharjo (2011) mengemukakan bahwa penutupan lahan pada suatu DAS berkaitan dengan sesuatu jenis yang nampak di permukaan bumi, sedangkan penggunaan lahan berkaitan dengan pemanfaatan obyek oleh manusia untuk memenuhi kebutuhannya. Penutupan lahan pada suatu DAS berkaitan dengan kondisi fisik yang terdiri atas: a) vegetasi; b) tanah; c) air; d) dan unsur-unsur budaya yang ada di permukaan bumi tanpa memperhatikan aktivitas manusia terhadap penggunaan suatu obyek dipermukaan bumi. Penutupan lahan merupakan kondisi alamiah, sedangkan penggunaan lahan pada suatu

DAS atau suatu wilayah administrasi berkaitan dengan aktivitas manusia.

Penggunaan lahan yang digunakan sebagai unsur utama dalam penentuan tingkat kerentanan lingkungan yang diperoleh dari hasil interpretasi/penafsiran citra *landsat*. Penggunaan dan penutupan lahan merupakan bagian dari karakteristik suatu DAS yang menjadi parameter penentuan tingkat kerntanan lingngan dan kerawanan pemasok banjir yang menyebabkan periode kejadian banjir semakin meningkat.

Menurut Zhang & Barten (2009) melaporkan bahwa perubahan penutupan lahan dengan kegiatan penebangan kayu menyebabkan terjadi perubahan karakteristik aliran *headwater*, seperti kuantitas dan waktu aliran dasar dan aliran badai, konsentrasi sedimen dan nutrisi terlarut, suhu air, dan stabilitas saluran aliran tahunan dalam kondisi normal. Selanjutnya dikemukakan juga bahwa penebangan kayu umumnya mengurangi transpirasi dan intersepsi kanopi pada suatu tegakan, selanjutnya penurunan *evapotranspirasi* akan menyebabkan aliran permukaan meningkat. Perbandingan luas tutupan lahan di DAS Tabunio sejak tahun 2005 sampai dengan 2020 disajikan pada Tabel 1. 2, Tabel 1.3 dan Gambar 1.3 dan 1.4.

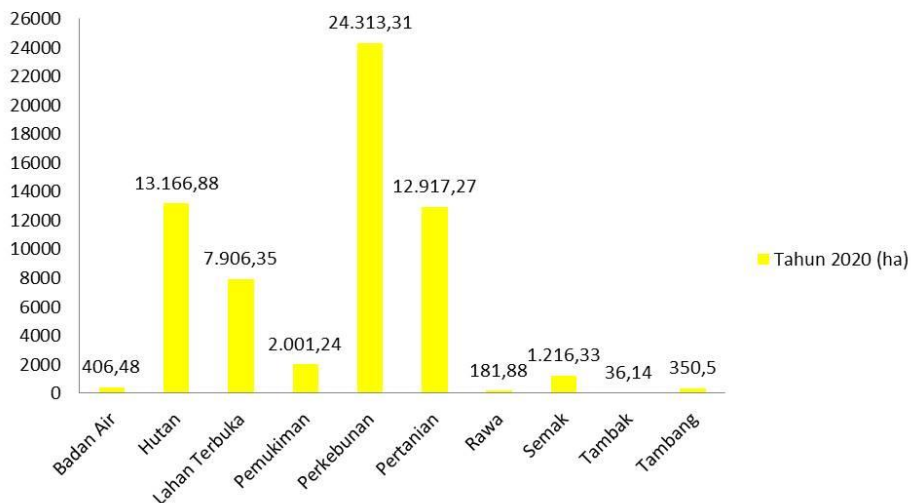
Tabel 1. 2 Tabel Luas Tutupan Lahan DAS Tabunio Tahun 2005, 2010, 2015, dan 2020

No	Tutupan Lahan	Tahun			
		2005 (ha)	2010 (ha)	2015 (ha)	2020 (ha)
1	Badan Air	592,64	386,64	368,50	406,48
2	Hutan	16.223,67	14.004,85	14.699,89	13.166,88
3	Lahan Terbuka	3.712,99	4.945,80	13.247,55	7.906,35

No	Tutupan Lahan	Tahun			
		2005 (ha)	2010 (ha)	2015 (ha)	2020 (ha)
4	Pemukiman	619,07	991,83	1.451,73	2.001,24
5	Perkebunan	502,16	7.710,81	20.866,44	24.313,31
6	Pertanian	21.021,27	10.313,42	8.366,95	12.917,27
7	Rawa	6.759,52	3.818,56	161,37	181,88
8	Semak	10.846,53	17.042,34	1.695,94	1.216,33
9	Tambak	45,88	126,24	47,96	36,14
10	Tambang	2.172,66	3.155,88	1.590,04	350,50

Sumber: (Hasil Analisis, 2021)

Luas Tutupan Lahan DAS Tabunio Tahun 2020



Gambar 1. 3 Grafik Luas Tutupan Lahan DAS Tabunio

Sosrodarsono *et al.* (2003) mengemukakan bahwa perubahan tutupan lahan mempengaruhi kondisi hidrologis DAS, variasi laju infiltrasi, karena vegetasi selain berperan mengurangi penguapan permukaan tanah, juga dapat meningkatkan infiltrasi. Menurut Lee (1986), kapasitas infiltrasi pada lahan bervegetasi lebih tinggi dibanding lahan tidak bervegetasi, dan tipe tutupan lahan sangat menentukan kapasitas infiltrasi tersebut. Terkait dengan masalah

hubungan vegetasi dan infiltrasi ini. Widiyanto *et al.* (2004) mengemukakan bahwa penebangan hutan atau pepohonan secara serentak dan babat habis telah mengganggu fungsi hidrologi hutan, karena penebangan tersebut menimbulkan kerusakan tanah permukaan berupa penurunan bahan organik, jumlah ruang pori, dan laju infiltrasi air hujan.

Tabel 1. 3 Tabel Luas Perubahan Tutupan Lahan DAS Tabunio Tahun 2005 – 2020

No	Tutupan Lahan	Luas Perubahan			
		2005 – 2010 (ha)	2010 – 2015 (ha)	2015 – 2020 (ha)	2005 – 2020 (ha)
1	Badan Air	-206,00	-18,14	37,98	-186,16
2	Hutan	-2.218,82	695,04	-1.533,01	-3.056,79
3	Lahan				
	Terbuka	1.232,82	8.301,75	-5.341,20	4.193,36
4	Pemukiman	372,77	459,90	549,51	1.382,18
5	Perkebunan	7.208,65	13.155,63	3.446,87	23.811,15
6	Pertanian	-10.707,86	-1.946,46	4.550,32	-8.104,00
7	Rawa	-2.940,96	-3.657,19	20,50	-6.577,65
8	Semak	6.195,82	-15.346,40	-479,62	-9.630,20
9	Tambak	80,37	-78,28	-11,82	-9,73
10	Tambang	983,22	-1.565,85	-1.239,54	-1.822,17

Keterangan: Tanda (-) berarti mengalami penurunan, tanda (+) berarti mengalami peningkatan.

Sumber: (Hasil Analisis, 2021)

Pada Tabel 1.2 dan Tabel 1.3 terlihat bahwa tutupan lahan yang dominan mengalami perubahan pengurangan tahun 2005 hingga 2020 adalah hutan (16.223,67 hingga 13.166,88) dan lahan pertanian (21.021,27 hingga 12.917,27). Selanjutnya tutupan lahan yang mengalami perubahan peningkatan adalah lahan terbuka (3.712,99

hingga 7.906,35), pemukiman (619,07 hingga 2.001,24), dan perkebunan (502,16 hingga 24.313,31).

Perubahan pengurangan tutupan tutupan lahan tersebut pada tabel di atas berpengaruh pada bidang ekologis (tata air) dan ekonomis pendapatan masyarakat sektor pertanian. Hal ini menyebabkan meningkatnya kerawanan banjir dan lahan kritis. Selain itu menurunkan daya dukung dan daya tampung ketersediaan pangan di DAS Tabunio.

Perubahan tutupan lahan karena menurunnya hutan biasanya mempengaruhi perilaku hidrologi DAS dan penurunan kualitas tanah. Selain itu, sistem pertanian dan sistem ekologi di bagian hilir DAS biasanya mengalami masalah kekurangan air di musim kemarau. Hilangnya kawasan hutan dapat meningkatkan potensi banjir dan juga meningkatkan dampak kekeringan di DAS.

Peningkatan kawasan hutan setelah penghutanan kembali lahan pertanian dapat mengurangi debit sungai musim basah dan menimbulkan debit musim kemarau, sehingga mengurangi potensi banjir di musim hujan dan mengurangi kekeringan di musim kemarau serta meningkatkan luas lahan pertanian yang produktif (Ruslan, 2013). Sebagian air hujan yang jatuh menimpa tajuk vegetasi akan tersimpan di permukaan daun atau batang (intersepsi tajuk) dan sebagian lagi sampai ke permukaan tanah (Vernimmen, *et al.*, 2007; Fan, *et al.*, 2014; Livesley, Baudinette & Glover, 2014). Banyaknya air yang terserap oleh tanah sangat ditentukan oleh kecepatan infiltrasi, intensitas, dan lamanya hujan serta kedalaman lapisan tanah yang mampu meluluskan dan menyimpan air.

Hutan merupakan sumber daya alam yang penting untuk semua kehidupan, bahan makanan, bahan pakaian, dan obat-obatan, serta

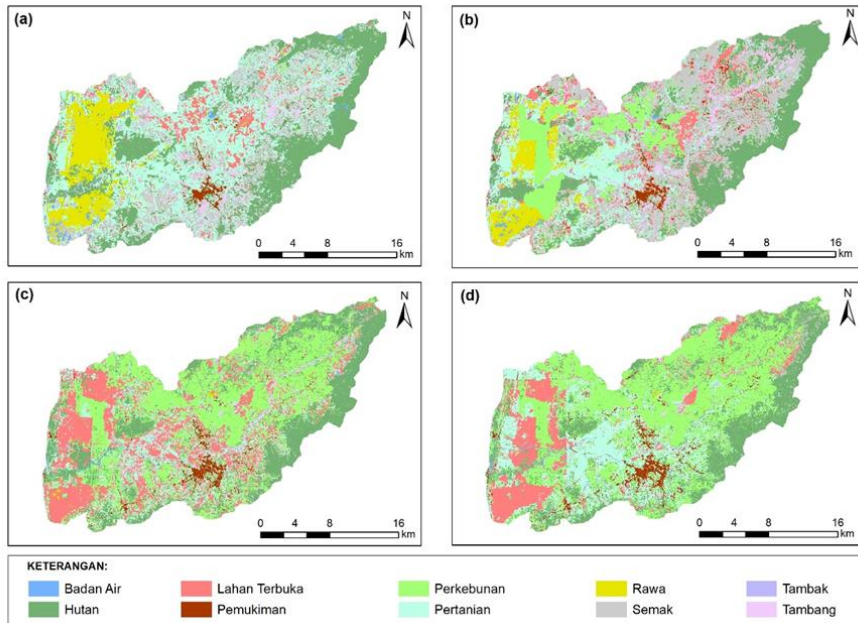
tempat tinggal. Air dilepaskan dari hutan mengalir ke tanah dan menyebabkan munculnya debit sungai sepanjang tahun. Di Thailand, sebagian besar hutan telah hilang oleh penebangan, produksi kertas, dan konstruksi perumahan (Wahren, *et al.*, 2012). Pertumbuhan penduduk dan kebutuhan pertanian untuk produksi tanaman dan produksi ternak juga telah menyebabkan konversi hutan dan perambahan hutan.

Pemanfaatan lahan untuk usaha tani dalam wilayah DAS menunjukkan adanya suatu aktivitas pengelolaan DAS yang intensif. Pengelolaan DAS dipahami sebagai upaya manusia dalam mengendalikan hubungan timbal balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dengan segala aktivitasnya, dengan tujuan membina kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatkan kemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia secara berkelanjutan (Departemen Kehutanan, 2001).

Liu & Chen (2006) mengungkapkan bahwa pertumbuhan penduduk sekitar hutan menyebabkan penebangan hutan menyebabkan berkurangnya air tanah, sedangkan kemampuan peresapan air pada DAS berhutan lebih besar di bandingkan dengan DAS tidak berhutan. Selain itu hasil penelitiannya juga menunjukkan bahwa apabila tanaman di bawah pohon hutan tanaman yang kecil itu hilang akan menyebabkan peningkatan aliran permukaan.

Degradasi lahan hutan dan perubahan penggunaan lahan berdampak negative terhadap kondisi hidrologi DAS. Penggunaan lahan dan vegetasi merupakan faktor penting dalam menentukan tingkat erosi tanah dan limpasan permukaan (*run off*). Degradasi ekosistem hutan berdampak pada fluktuasi debit aliran sungai dan

peningkatan banjir, hingga tercapai keseimbangan hidrologi yang baru setelah jangka waktu yang panjang (ratusan tahun) (Zou, Ffolliott & Wine, 2010; Webb & Kathuria, 2012; Webb, Kathuria & Turner, 2012; Yan *et al.*, 2015).



Gambar 1. 4 Peta Tutupan Lahan DAS Tabunio

1.4 Kelerengan dan Topografi

Kadir *et al.* (2014) kemiringan lereng merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk penentuan kerentanan lingkungan dan kerawanan pemasok banjir dalam suatu DAS, merupakan parameter fisik lahan yang relatif tetap atau dapat berubah dalam jangka waktu yang cukup lama dan kemungkinan perubahannya sangat kecil. Kondisi kelerengan pada DAS atau wilayah sangat berpengaruh terhadap terjadinya erosi dan sedimentasi. Kedua

parameter tersebut merupakan indikator kerusakan yang terjadi pada suatu DAS. Kadir *et al.* (2020) menyatakan bahwa lereng merupakan salah faktor yang harus dipertimbangkan untuk upaya pengendalian banjir dan mengurangi bahaya longsor pada suatu DAS.

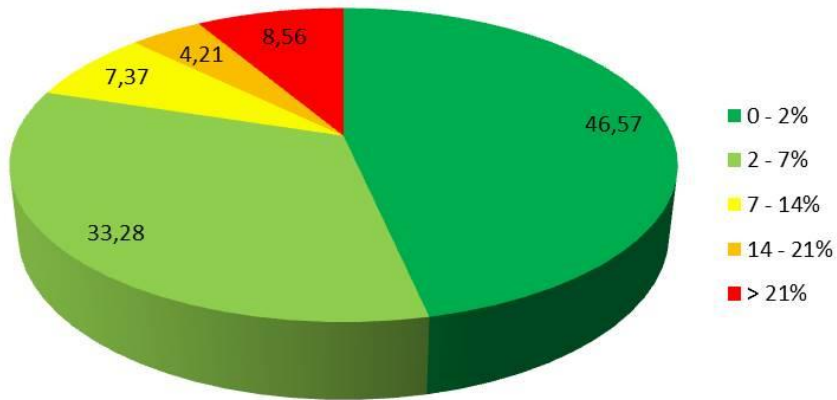
Keadaan topografi dapat menggambarkan keadaan suatu wilayah dalam suatu DAS. Selain itu, kondisi topografi sangat berpengaruh terhadap terjadinya erosi dan sedimentasi, keduanya dianggap merupakan indikator kerusakan yang terjadi pada suatu DAS. Pada daerah dengan topografi berbukit atau bergunung umumnya termasuk pada kelerengan yang curam dan biasanya potensi kerusakan lahan sangat nyata yang ditandai oleh besarnya aliran permukaan (Kadir *et al.*, 2014)

Penggunaan peta lereng yang telah tersedia AET dapat digunakan dengan cara informasi lereng yang diberikan diperiksa dengan teliti dan diperbaharui seperlunya. Perbandingan visual dengan informasi kontur pada peta topografi, serta interpretasi foto udara dan pengecekan di lapangan dapat digunakan untuk memeriksa dan memperbaiki informasi lereng. Kelerengan DAS Tabunio disajikan pada Tabel 1.4. dan Gambar 1.5 dan 1.6.

Tabel 1. 4 Tabel Kelerengan DAS Tabunio

No.	Kelerengan	Luas (ha)	Persen (%)
1	0 - 2%	29.134,66	46,57
2	2 - 7%	20.819,02	33,28
3	7 - 14%	4.610,35	7,37
4	14 - 21%	2.636,65	4,21
5	> 21%	5.357,88	8,56
Total		62.558,55	100,00

Kelerengn DAS Tabunio



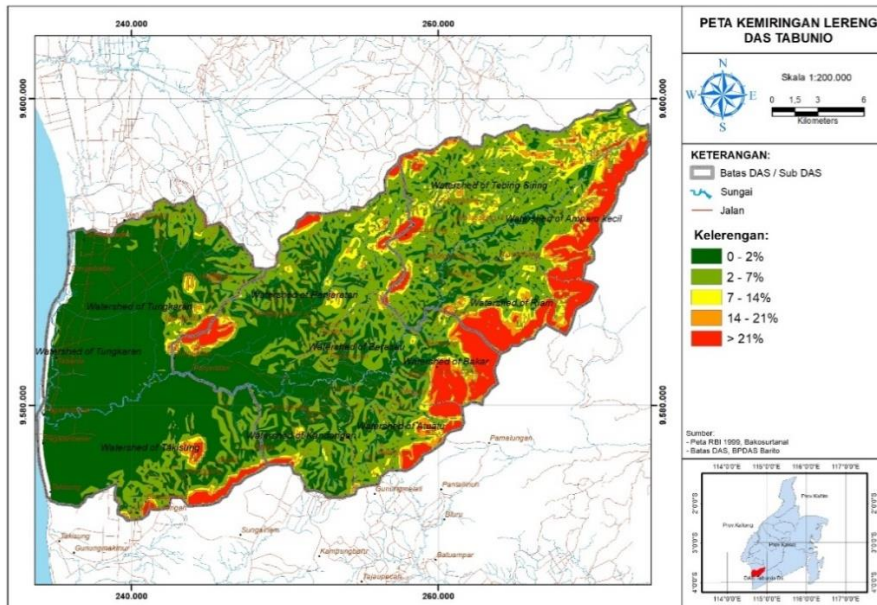
Gambar 1. 5 Presentase Kelerengn DAS Tabunio

Pada Tabel 1.4 dan Gambar 1.5 terlihat bahwa DAS Tabunio didominasi oleh kelerengn 0 - 2% (46,57%), sedangkan kelerengn > 14% (12,77%), selanjutnya pada Gambar 1.7 terlihat bahwa persentase kelerengn >21 % (8,56%) terletak pada bagian hulu DAS atau pada pada beberapa bagian pegunungan yang terdapat di bagian DAS Tabunio.

Menurut May dan Lisle (2012), bagian hulu DAS umumnya mempunyai lereng yang lebih curam yang dapat mempercepat aliran permukaan. Selanjutnya Thanapackiam *at al.* (2012) mengemukakan bahwa daerah pegunungan bagian hulu DAS, mempunyai profil sungai yang umumnya lebih cekung dan mempunyai jaringan sungai yang lebih rapat dari bagian hilir DAS.

Arsyad (2010) mengemukakan bahwa kemiringan lereng akan mempengaruhi kerentanan lingkungan, erosi dan aliran permukaan. Oleh karena itu, Xu *et al.* (2011) mengemukakan penggunaan lahan

yang mempunyai kemiringan lebih besar 15%, untuk kegiatan pertanian perlu di lakukan tindakan sipil teknis berupa terasering untuk mengurangi aliran permukaan.



Gambar 1. 6 Peta Kelerengan (Kemiringan Lereng) DAS Tabunio

Menurut Baja (2012^a), GIS dianggap sebagai suatu sistem peta kelas tinggi, yang dibutuhkan dalam setiap tahapan perencanaan tata guna lahan, yang bertahap dari perencanaan awal kegiatan, inventarisasi informasi, analisis, manipulasi data sampai pada penyajian hasil untuk pengambilan keputusan.

Pembuatan peta lereng secara digital dapat dilakukan dengan menggunakan peta kontur digital, dengan tahapan sebagai berikut :

1. Peta kontur digital, diubah/dikonversi menjadi DEM (*Digital Elevation Model*).
2. DEM diolah menggunakan *spatial analysis* diturunkan menjadi peta lereng yang masih di dalam format raster.

3. Peta lereng raster kemudian direklasifikasi menurut kelas lereng yang sudah ditentukan.
4. Peta hasil reklasifikasi kemudian dikonversi menjadi vektor, dan
5. Peta lereng vektor dihaluskan menggunakan analisis *Smooth line* dan *smooth polygon* atau *on screen digitation*.

1.5 Curah Hujan

Curah hujan yang mencapai permukaan bumi ditentukan melalui suatu penakar yang dinyatakan dalam satuan satu mm yang dapat disetarakan pada tempat yang datar seluas satu m², tanpa adanya kebocoran, penguapan ataupun proses mengalir dan meresap ketempat lainnya. Curah hujan adalah bagian dari siklus hidrologi yang mencapai permukaan bumi baik melalui vegetasi yang terdapat pada suatu DAS ataupun langsung ke permukaan bumi yang selanjutnya melalui proses hidrologi kembali ke atmosfer (Hidayat, 2011).

Curah hujan merupakan bagian dari presipitasi diartikan sebagai air yang terdapat di dalam atmosfer. Presipitasi adalah hasil dari uap air yang telah melalui proses kondensasi dan jatuh dalam rangkaian siklus hidrologi melalui vegetasi atau langsung ke permukaan bumi yang dinyatakan dalam satuan mm, sedangkan derajat curah hujan biasanya dinyatakan oleh jumlah curah hujan dalam satuan waktu dan disebut intensitas curah hujan (Limantara,2010).

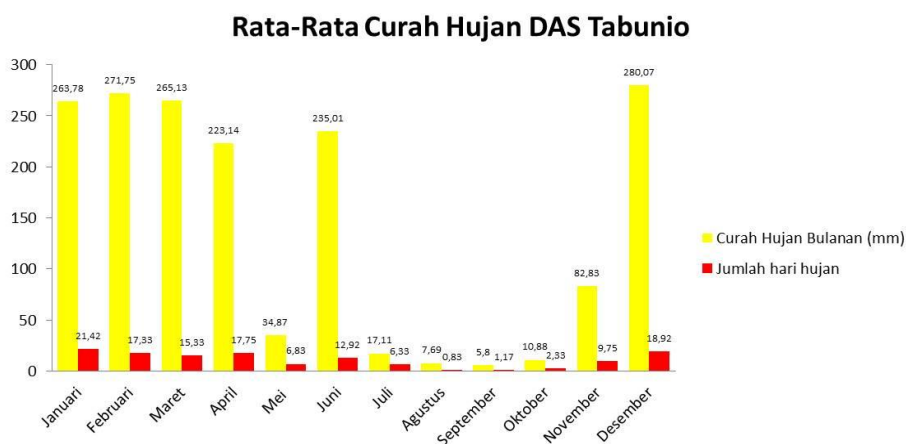
Menurut Asdak (2010) metode untuk mendapatkan data hujan DAS Tabunio: a) cara rata-rata aljabar atau aritmatik; b) cara *poligon thiessen*; dan c) cara *isohyet*. Berdasarkan metode analisis curah hujan tersebut di atas dapat diperoleh data yang terdiri atas: a) rata-rata curah hujan bulanan (mm/tahun); b) rata-rata hari hujan (hari/tahun); dan c)

jumlah curah hujan maksimum (mm/tahun). Hasil perhitungan curah hujan dilakukan berdasarkan data curah hujan tahunan DAS Tabunio disajikan pada Tabel 1.5 dan Gambar 1.7.

Tabel 1. 5 Curah Hujan DAS Tabunio

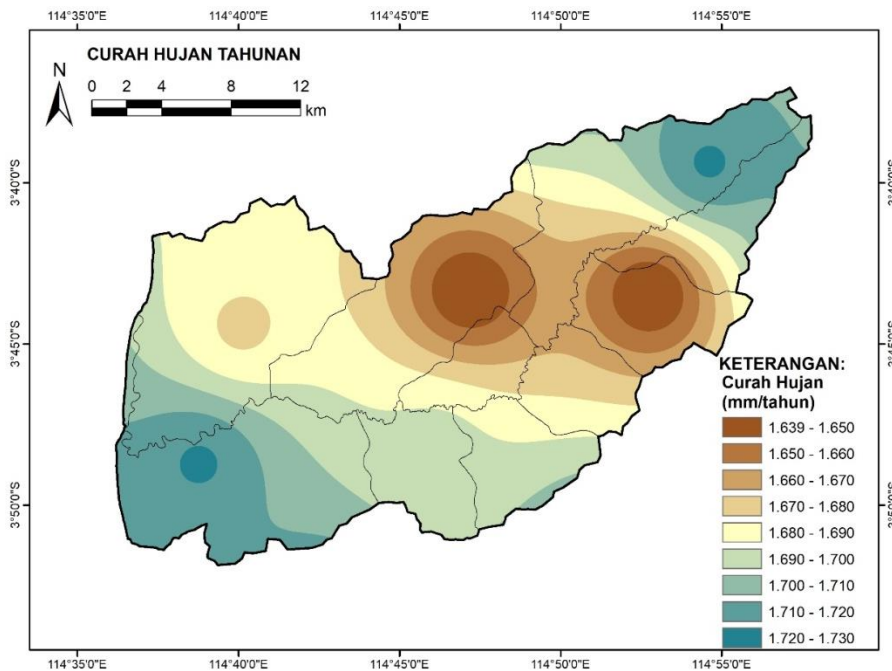
No.	Bulan	Curah Hujan Bulanan (mm)			Jumlah Hari Hujan		
		Min	Max	Rata-Rata	Min	Max	Rata-Rata
1	Januari	215,30	276,42	263,78	20	25	21,42
2	Februari	255,01	305,64	271,75	16	20	17,33
3	Maret	227,49	280,20	265,13	14	19	15,33
4	April	213,18	235,48	223,14	17	20	17,75
5	Mei	24,99	42,31	34,87	6	10	6,83
6	Juni	197,89	297,78	235,01	12	14	12,92
7	Juli	5,75	20,28	17,11	4	7	6,33
8	Agustus	0,00	13,31	7,69	0	1	0,83
9	September	0,00	9,95	5,80	0	2	1,17
10	Oktober	7,65	11,79	10,88	2	4	2,33
11	November	67,09	118,74	82,83	5	11	9,75
12	Desember	227,04	295,18	280,07	18	20	18,92
Jumlah				1.698,06			130,91

Sumber: (Hasil Analisis, 2021)



Gambar 1. 7 Rata-Rata Curah Hujan DAS Tabunio

Pada Tabel 1.5 dan Gambar 1.7 terlihat bahwa jumlah rata-rata curah hujan tahunan di DAS Tabunio sebesar 1.698,06 mm dan jumlah rata-rata curah hujan harian sebesar 130,91 mm. Pada gambar 1.8 terlihat bahwa jumlah curah hujan tahunan dominan tertinggi (1.720-1.730 mm/tahun terjadi pada bagian hulu dan bagian hilir DAS Tabunio.



Gambar 1. 8 Peta Curah Hujan Tahunan DAS Tabunio

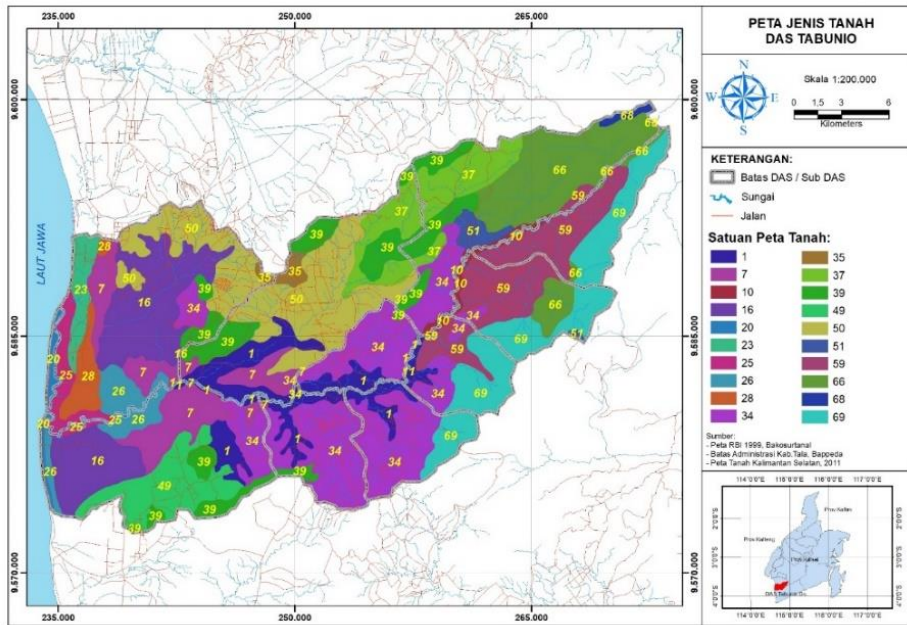
Curah hujan memainkan peranan penting dalam siklus hidrologi, yang merupakan perjalanan air dari permukaan laut ke atmosfer kemudian ke permukaan tanah dan kembali lagi ke laut yang tidak pernah berhenti (Asdak, 2010). Perlakuan akurat siklus hidrologi bumi adalah pusat eksplorasi ilmiah dinamika iklim dan perubahan iklim (Hack, 2006).

Jumlah curah hujan yang mencapai permukaan tanah pada DAS Tabunio bagian hulu yang selanjutnya ditentukan oleh kondisi karakteristik yang terdiri atas: a) vegetasi penggunaan dan penutupan lahan; b) kelerengan; c) sifat fisik; dan d) tindakan konservasi tanah secara mekanis. Kondisi karakteristik ini menentukan tingkat kerentanan lingkungan dan kerawanan sebagai pemasok air banjir ke bagian hilir sub DAS ini di Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan.

Kondisi curah hujan pada suatu DAS atau sub DAS dapat menyebabkan kejadian banjir pada bagian hilir. Namun demikian, hal ini ditentukan dengan oleh kondisi tata air suatu DAS atau sub DAS. Infiltrasi dan jaringan sungai DAS Tabunio merupakan bagian dari komponen tata air yang akan mempengaruhi fluktuasi debit air sungai, sehingga perlu adanya upaya para pemangku kepentingan atau *stakeholders* terkait untuk meningkatkan infiltrasi melalui kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan berdasarkan kelas kemampuan dan kesesuaian lahannya, yang diprioritaskan pada lahan kritis dan lahan terbuka lainnya.

Curah hujan yang jatuh di bumi sebagian akan tertahan oleh vegetasi, sebagian jatuh kepermukaan bumi, selanjutnya ada yang menjadi aliran sungai dan berakhir di laut atau danau. Selain itu ada air hujan kembali ke atmosfer dalam bentuk *evapotranspirasi* (Soewarno, 2000).

1.6 Satuan Peta Tanah



Gambar 1. 9 Peta Satuan Peta Tanah DAS Tabunio

Tabel 1. 6 Peta Satuan Peta Tanah DAS Tabunio

No.	Satuan Peta Tanah (SPT)	Jenis Tanah	Luas (ha)	Persen (%)
1	1	<i>Endoaquepts (Sulfic) (D), Dystrudepts</i>	4.043,45	6,46
2	7	<i>Endoaquepts (Sulfic), Sulfaquents</i>	3.749,95	5,99
3	10	<i>Eutrudepts, Udifluents, Endoaquepts</i>	643,87	1,03
4	16	<i>Endoaquepts (Sulfic) (D), Endoaquents, Sulfaquents</i>	5.792,29	9,26
5	20	<i>Quartzipsammets (D), Endoaquents, Psammaquents</i>	483,53	0,77
6	23	<i>Sulfaquents (D), Hydraquents, Endoaquents</i>	901,09	1,44
7	25	<i>Endoaquents, Sulfaquents,</i>	1.085,08	1,73

No.	Satuan Peta Tanah (SPT)	Jenis Tanah	Luas (ha)	Persen (%)
8	26	<i>Fluvaquents (Sulfic)</i>	1.530,08	2,45
9	28	<i>Fluvaquents (Sulfic), Endoaquents, Endoaquepts, Sulfaquents, Sulfaquents</i>	916,21	1,46
10	34	<i>Hapludox, Kanhapludults</i>	10.371,45	16,58
11	35	<i>Hapludox (D), Kandiudults</i>	369,86	0,59
12	37	<i>Acrudok, Hapludok, Kanhapludults</i>	3.252,14	5,20
13	39	<i>Eutrudepts (D), Eutrudox, Acrudox</i>	4.480,11	7,16
14	49	<i>Plinthudults, Kanhapludults (skel), Distrudepts (skel), Kandiudox (skel)</i>	2.511,88	4,02
15	50	<i>Kandiudox (skel), Hapludox (skel), Kanhapludults (skel)</i>	6.788,51	10,85
16	51	<i>Hapludox (D), Kandiudox, Hapludults</i>	509,90	0,82
17	59	<i>Kandiudox (D), Hapludox, Kanhapludults</i>	4.697,23	7,51
18	66	<i>Kandiudox (D), Hapludox</i>	4.959,61	7,93
19	68	<i>Hapludox, Haplults, Kandiudox</i>	200,52	0,32
20	69	<i>Inceptisols, Ultisols, Oxisols</i>	5.271,80	8,43
Total			62.558,56	100,00

BAB II

EROSI

2.1 Erosivitas (R)

Indeks erosivitas (R) adalah daya erosi hujan untuk membuat erosi pada suatu tempat yang dapat dihitung berdasarkan data hujan yang diperoleh dari penakar hujan otomatis atau penakar hujan biasa. Erosivitas hujan dapat diperoleh dengan menghitung besarnya energi kinetik hujan (E_k) yang ditimbulkan oleh intensitas hujan. Dalam model USLE, R atau EI30 diperoleh dari hasil perkalian energi kinetik hujan dengan intensitas hujan maksimum selama 30 menit (I_{30}) atau energi kinetik hujan dari intensitas hujan yang lebih besar dari 25 mm dalam satu jam ($KE > 1$). Untuk menghitung EI30 atau $KE > 1$ diperlukan data curah hujan yang diperoleh dari pencatat hujan otomatis. Nilai indeks erosivitas dihitung dengan menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh (Bols, 1978) sebagai berikut:

$$R_m = 6,119(\text{Rain})^{1,21}(\text{Day S})^{-0,47}(\text{Max P})^{0,53}$$

Keterangan:

- R_m = Erosivitas curah hujan bulanan rata-rata
(EI_{30})(mj.cm/ha/jam/bulan)
- $(\text{Rain})_m$ = Curah hujan rata-rata bulanan (cm)
- $(\text{Days})_m$ = Jumlah hari hujan rata-rata bulanan (hari)
- $(\text{MaxP})_m$ = Curah hujan harian rata-rata maksimal (cm)
- dan ;

$$R = \sum_{m=1}^{12} R_m$$

R = Erosivitas hujan tahunan rata-rata = jumlah R_m selama 12 bulan

Penentuan nilai erosivitas hujan menggunakan rumus Bols diperlukan data curah hujan harian untuk mendapatkan jumlah hari hujan, curah hujan maksimum harian, dan curah hujan bulanan. Nilai curah hujan DAS Tabunio bervariasi. Data curah hujan diambil berdasarkan beberapa input point yang telah ditentukan dengan memperhatikan sebaran curah hujan di DAS Tabunio. Berdasarkan data curah hujan menunjukkan bahwa nilai tertinggi terjadi di bagian hilir DAS Tabunio dan curah hujan dengan nilai terendah terjadi di hulu.

Kadir *et al.* (2020) Nilai R menunjukkan bahwa permukaan tanah rendah terletak di bawah zona intensitas curah hujan tinggi dibandingkan dataran tinggi pinggiran dan topografi bergelombang. Curah hujan yang terjadi di DAS Tabunio dalam 10 tahun terakhir memiliki pola yang berbeda, hal ini dikarenakan di beberapa titik terdapat banyak hujan lokal dan memiliki intensitas yang sangat berbeda.

Faktor erosivitas curah hujan dihitung dari nilai besarnya curah hujan. Erosivitas curah hujan tahunan diperoleh dari penjumlahan erosivitas bulanan dari bulan Januari sampai Desember. Setelah dilakukan perhitungan nilai erosivitas hujan setiap tahun pada setiap titik. Nilai erosivitas yang dihitung kemudian diinterpolasi ke dalam peta erosivitas hujan. Erosivitas DAS Tabunio disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Tabel Perhitungan Nilai Erosivitas Hujan berdasarkan Rumus Bols

Stasiun CH	Parameter Hujan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	Erosivitas (R)
Stasiun-1	CH (mm)	43,01	51,52	89,64	61,94	8,16	56,72	2,65	13,31	0,00	4,32	51,56	52,08	1.293,98
	HH	23	20	15	18	7	14	4	1	0	2	10	20	
	HM (mm)	269,85	287,87	227,49	235,48	24,99	197,89	5,75	13,31	0,00	7,65	118,74	288,85	
	Erosivitas (R)	163,73	208,04	240,26	189,02	6,668	164,5	0,81	10,06	0	2,05	98,735	210,11	
Stasiun-2	CH (mm)	48,87	53,94	87,14	50,04	11,39	73,11	5,17	8,95	5,20	9,54	18,58	56,05	1.395,03
	HH	20	16	14	17	6	13	7	1	2	2	11	19	
	HM (mm)	276,42	255,01	280,2	221,47	34,74	228,69	20,3	8,95	9,95	11,8	78,67	295,18	
	Erosivitas (R)	192,61	204,45	314,6	161	12,74	232,12	4,07	5,04	0	5,26	33,402	229,73	
Stasiun-3	CH (mm)	32,74	38,75	83,14	52,56	18,33	80,90	5,25	2,97	0,00	9,09	17,16	37,68	1.287,28
	HH	21	18	18	20	6	12	5	1	0	2	10	18	
	HM (mm)	215,3	288,91	273,51	213,18	42,31	297,78	13,8	2,97	0	10,9	71,55	262,75	
	Erosivitas (R)	112,52	188,81	264,82	146,19	20,82	350,01	3,02	0,74	0	4,66	29,858	165,84	
Stasiun-4	CH (mm)	42,73	41,25	67,56	34,67	12,17	78,88	5,07	0,00	0,00	3,60	17,48	43,45	1.171,52
	HH	25	19	19	19	10	12	7	0	0	4	5	18	
	HM (mm)	237,73	305,64	245,81	221,6	41,48	262,84	19	0	0	10,9	67,09	227,04	
	Erosivitas (R)	134,59	203,69	203,24	125,89	12,87	296,96	3,72	0	0	2,06	38,634	149,88	
Stasiun-5	CH (mm)	42,73	41,25	67,56	34,67	12,17	78,88	5,07	0,00	0,00	3,60	17,48	43,45	1.171,52
	HH	25	19	19	19	10	12	7	0	0	4	5	18	
	HM (mm)	237,73	305,64	245,81	221,6	41,48	262,84	19	0	0	10,9	67,09	227,04	
	Erosivitas (R)	134,59	203,69	203,24	125,89	12,87	296,96	3,72	0,00	0	2,06	38,634	149,88	
Stasiun-6	CH (mm)	42,73	41,25	67,56	34,67	12,17	78,88	5,07	0,00	0,00	3,60	17,48	43,45	1.171,52
	HH	25	19	19	19	10	12	7	0	0	4	5	18	
	HM (mm)	237,73	305,64	245,81	221,6	41,48	262,84	19	0	0	10,9	67,09	227,04	
	Erosivitas (R)	134,59	203,69	203,24	125,89	12,87	296,96	3,72	0,00	0	2,06	38,634	149,88	
Stasiun-7	CH (mm)	42,73	41,25	67,56	34,67	12,17	78,88	5,07	0,00	0,00	3,60	17,48	43,45	1.171,52
	HH	25	19	19	19	10	12	7	0	0	4	5	18	

Stasiun CH	Parameter Hujan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	Erosivitas (R)
Stasiun-8	HM (mm)	237,73	305,64	245,81	221,6	41,48	262,84	19	0	0	10,9	67,09	227,04	1.171,52
	Erosivitas (R)	134,59	203,69	203,24	125,89	12,87	296,96	3,72	0,00	0	2,06	38,634	149,88	
	CH (mm)	32,74	38,75	83,14	52,56	18,33	80,90	5,25	2,97	0,00	9,09	17,16	37,68	
	HH	21	18	18	20	6	12	5	1	0	2	10	18	
Stasiun-9	HM (mm)	215,3	288,91	273,51	213,18	42,31	297,78	13,8	2,97	0	10,9	71,55	262,75	1.286,54
	Erosivitas (R)	112,52	188,81	264,82	146,19	20,82	350,01	3,02	0,00	0	4,66	29,858	165,84	
	CH (mm)	43,01	51,52	89,64	61,94	8,16	56,72	2,65	13,31	0,00	4,32	51,56	52,08	
	HH	23	20	15	18	7	14	4	1	0	2	10	20	
Stasiun-10	HM (mm)	269,85	287,87	227,49	235,48	24,99	197,89	5,75	13,31	0,00	7,65	118,74	288,85	1.283,91
	Erosivitas (R)	163,73	208,04	240,26	189,02	6,668	164,5	0,81	0,00	0	2,05	98,735	210,11	
	CH (mm)	48,87	53,94	87,14	50,04	11,39	73,11	5,17	8,95	5,20	9,54	18,58	56,05	
	HH	20	16	14	17	6	13	7	1	2	2	11	19	
Stasiun-11	HM (mm)	276,42	255,01	280,2	221,47	34,74	228,69	20,3	8,95	9,95	11,8	78,67	295,18	1.389,98
	Erosivitas (R)	192,61	204,45	314,6	161	12,74	232,12	4,07	0,00	0	5,26	33,402	229,73	
	CH (mm)	48,87	53,94	87,14	50,04	11,39	73,11	5,17	8,95	5,20	9,54	18,58	56,05	
	HH	20	16	14	17	6	13	7	1	2	2	11	19	
Stasiun-12	HM (mm)	276,42	255,01	280,2	221,47	34,74	228,69	20,3	8,95	9,95	11,8	78,67	295,18	1.395,03
	Erosivitas (R)	192,61	204,45	314,6	161	12,74	232,12	4,07	5,04	0	5,26	33,402	229,73	
	CH (mm)	42,73	41,25	67,56	34,67	12,17	78,88	5,07	0,00	0,00	3,60	17,48	43,45	
	HH	25	19	19	19	10	12	7	0	0	4	5	18	
Stasiun-12	HM (mm)	237,73	305,64	245,81	221,6	41,48	262,84	19	0,00	0	10,9	67,09	227,04	1.171,52
	Erosivitas (R)	134,59	203,69	203,24	125,89	12,87	296,96	3,72	0,00	0	2,06	38,634	149,88	

Sumber: (Hasil Analisis, 2021)

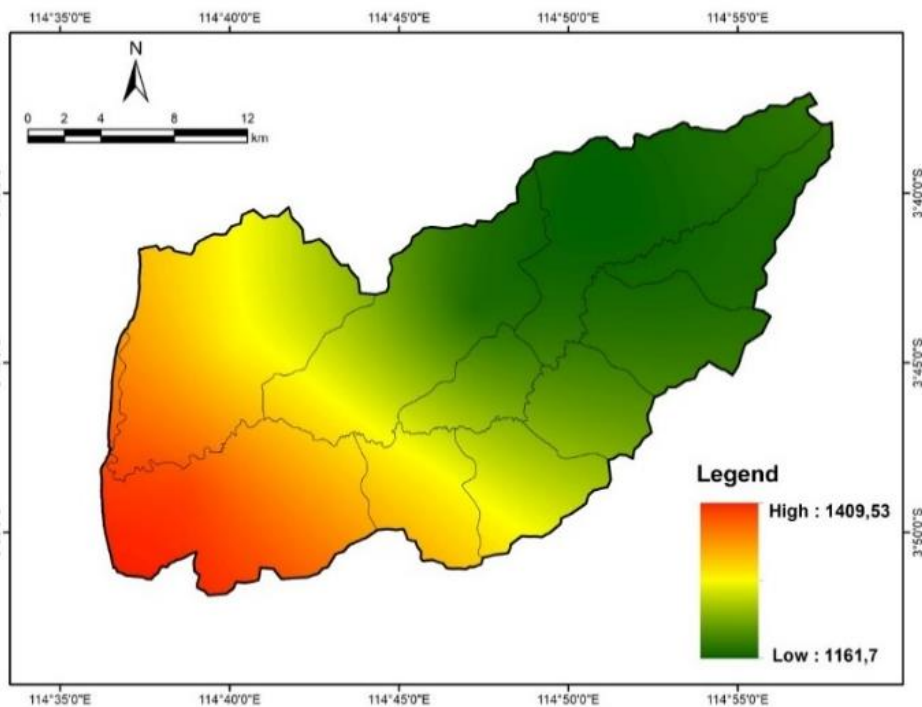
Tabel 2. 2 Luas Tingkat Erosivitas Berdasarkan Sub DAS di DAS Tabunio

Sub DAS	Erosivitas Hujan Tahunan (mm/ha/tahun)								
	<1170	1171 - 1200	1201 - 1230	1231 - 1260	1261 - 1290	1291 - 1320	1321 - 1350	1351 - 1380	>1380
Sub DAS Amparo kecil	2.481,44	1.431,43	-	-	-	-	-	-	-
Sub DAS Atuatu	-	-	5,57	1.818,86	1.523,57	328,86	-	-	-
Sub DAS Bakar	-	804,91	2.132,32	224,12	-	-	-	-	-
Sub DAS Berasau	-	554,91	1.052,82	766,86	174,06	-	-	-	-
Sub DAS Kandangan	-	-	-	23,74	918,93	2.125,96	582,94	-	-
Sub DAS Panjaratan	1.423,94	2.718,04	1.654,24	1.478,66	1.508,14	1.098,58	15,46	-	-
Sub DAS Riam	648,38	3.640,53	-	-	-	-	-	-	-
Sub DAS Takisung	-	-	-	-	-	476,00	2.081,33	2.526,31	4.691,48
Sub DAS Tebing Siring	6.552,80	2.788,24	-	-	-	-	-	-	-
Sub DAS Tungkaran	-	-	15,97	1.229,03	3.117,39	2.876,28	2.535,99	1.695,86	541,28

Sumber: (Hasil Analisis, 2021)

Pada Tabel 2.2 terlihat bahwa hasil analisis erosivitas tahun 2005, 2010, 2015, dan 2020 di setiap stasiun pengukuran di DAS Tabunio diperoleh data berkisar antara 1.171,52 mm sampai dengan 1.389,98 mm. Erosivitas rata-rata lebih tinggi ada bagian hilir DAS Tabunio.

Nilai erosivitas pada DAS Tabunio yang besar memberikan dampak terhadap kondisi permukaan tanah. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah dapat menyebabkan terlepasnya partikel-partikel tanah, karena hujan memberikan tumbukan dan tekanan terhadap tanah saat jatuh. Partikel-partikel tanah akan ikut serta larut bersama dengan air yang mengalir di permukaan tanah menjadi bagian dari proses erosi. Peristiwa tersebut akan terjadi secara berulang sehingga menimbulkan proses erosi yang berdampak pada kerusakan tanah.



Gambar 2.1 Peta Erosivitas Hujan DAS Tabunio

Meusburger *et al.* (2012) menyatakan hubungan antara energi kinetik dengan intensitas hujan sebagai parameter erosivitas untuk menentukan besarnya kerusakan tanah akibat erosi. Curah hujan, intensitas hujan, dan distribusi hujan menentukan kekuatan pukulan hujan terhadap tanah, jumlah dan kekuatan aliran permukaan serta tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh proses erosi (Arsyad, 2010). Nilai erosivitas dipengaruhi oleh tingkat curah hujan yang berdampak terhadap besarnya erosi (Kartika *et al.*, 2016).

Selanjutnya Arsyad (2010) menyatakan bahwa semakin tinggi intensitas hujan, semakin tinggi pula tenaga pukulannya dengan demikian berarti semakin banyak pula partikel tanah yang terlepas kemudian terlempar bersama percikan air. Curah hujan dan alih fungsi lahan adalah dua faktor penting yang mempengaruhi limpasan permukaan dan erosi tanah (Xiao *et al.*, 2015).

Kadir *et al.* (2014) erosivitas merupakan unsur fisik lingkungan yang beragam baik berdasarkan waktu dan tempat kejadiannya, hujan juga merupakan faktor penentu dan faktor pembatas bagi perencanaan dan pelaksanaan kegiatan pertanian, kehutanan, dan perkebunan. Kegiatan penggunaan lahan mempertimbangkan kondisi erosivitas, karena kondisi erosivitas dapat menjadi menjadi faktor yang dapat meningkatkan kerentanan lingkungan pada suatu DAS.

2.2 Erodibilitas

Erodibilitas menunjukkan nilai kepekaan suatu jenis tanah terhadap daya penghancuran dan penghanyutan air hujan (Kartasapoetra & Sutedjo, 2005). Besarnya nilai faktor K ini ditentukan

dengan menganalisis sifat fisik tanah setiap unit lahan, yang meliputi tekstur, struktur, permeabilitas, dan kandungan bahan organik.

Nilai K ditentukan dengan menggunakan persamaan yang dibuat oleh Wischmeier dan Smith (1978), yaitu:

$$K = \{ 2,173 M^{1,14}(10^{-4}) \cdot (12-a) + 3,25 (b-2) + 2,5 (c-3) \}/100$$

Keterangan:

- K = Faktor erodibilitas tanah, dalam satuan ton/ha/jam/(ha.MJ.mm)
M = (% debu + % pasir sangat halus) × (100 - % liat)
a = Kandungan bahan organik (%)
b = Nilai struktur tanah
c = Nilai permeabilitas tanah

Erodibilitas tanah merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam menentukan erosi yang terjadi. Semakin tinggi nilai erodibilitas tanah maka semakin rentan terhadap erosi. Sebaliknya, semakin rendah nilai erodibilitas suatu lahan akan resisten terhadap erosi.

Banuwa (2013) menyatakan bahwa tanpa adanya proses penghancuran partikel-partikel tanah, maka erosi tidak akan terjadi, tanpa proses pengangkutan, maka erosi akan sangat terbatas. Kedua proses tersebut di atas dibedakan menjadi empat sub proses, yakni: (1) penghancuran oleh curah hujan; (2) pengangkutan oleh curah hujan; (3) penghancuran oleh aliran permukaan; dan (4) pengangkutan oleh aliran permukaan. Jika butir hujan mencapai permukaan tanah, maka partikel-partikel tanah dengan berbagai ukuran akan terpercik (*splashed*) ke segala arah, menyebabkan terjadinya penghancuran dan pengangkutan partikel-partikel tanah. Jika aliran permukaan tidak terjadi (seluruh

curah hujan terinfiltrasi), maka seluruh partikel-partikel yang terpercik akibat curah hujan akan mengendap di permukaan tanah. Selanjutnya jika aliran permukaan terjadi, maka partikel-partikel yang mengendap tersebut akan diangkut ke lereng bagian bawah.

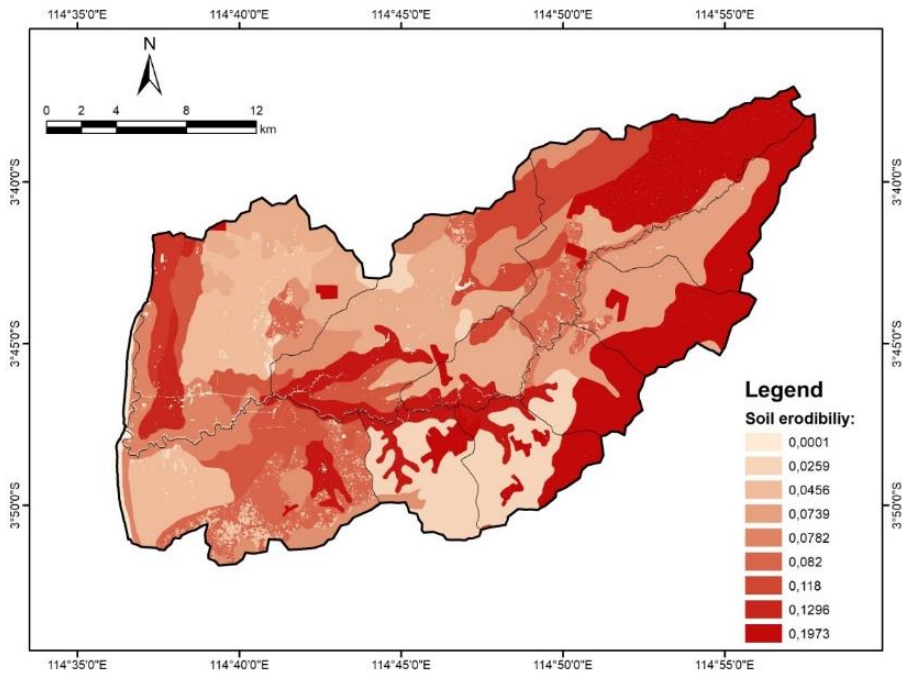
DAS Tabunio terdiri atas 20 satuan peta tanah (*soil map*), berdasarkan hasil analisis erodibilitas tanah setiap satuan peta tanah sebagaimana disajikan pada Tabel 2.3 dan Gambar 2.2.

Tabel 2. 3 *Table of Soil Type and Soil Erodibility Value of Tabunio Watershed*

No.	Soil Map Unit (SPT)	Soil Type	Area (ha)	Percent (%)	Soil Erodibility
1	1	<i>Endoaquepts (Sulfic) (D), Dystrudepts</i>	4.043,45	6,46	0,1937
2	7	<i>Endoaquepts (Sulfic), Sulfaquents</i>	3.749,95	5,99	0,1008
3	10	<i>Eutrudepts, Udifluvents, Endoaquepts</i>	643,87	1,03	0,0817
4	16	<i>Endoaquepts (Sulfic) (D), Endoaquents, Sulfaquepts</i>	5.792,29	9,26	0,0456
5	20	<i>Quartzipsammments (D), Endoaquents, Psammaquents</i>	483,53	0,77	0,3064
6	23	<i>Sulfaquents (D), Hydraquents, Endoaquents</i>	901,09	1,44	0,1226
7	25	<i>Endoaquents, Sulfaquents, Fluvaquents (Sulfic)</i>	1.085,08	1,73	0,0782
8	26	<i>Fluvaquents (Sulfic), Endoaquents, Endoaquepts</i>	1530,08	2,45	0,0782
9	28	<i>Endoaquepts, Sulfaquents, Sulfaquents</i>	916,21	1,46	0,1296
10	34	<i>Hapludox, Kanhapludults</i>	10.371,45	16,58	0,082
11	35	<i>Hapludox (D), Kandiudults</i>	369,86	0,59	0,0259

No.	Soil Map Unit (SPT)	Soil Type	Area (ha)	Percent (%)	Soil Erodibility
12	37	<i>Acrudok, Hapludok, Kanhapludults</i>	3.252,14	5,20	0,118
13	39	<i>Eutrudepts (D), Eutrudox, Acrudox</i>	4.480,11	7,16	0,0749
14	49	<i>Plinthudults, Kanhapludults (skel), Distrudepts (skel), Kandiudox (skel)</i>	2.511,88	4,02	0,0631
15	50	<i>Kandiudox (skel), Hapludox (skel), Kanhapludults (skel)</i>	6.788,51	10,85	0,0631
16	51	<i>Ha pludox (D), Kandiudox, Hapludults</i>	509,89	0,82	0,0631
17	59	<i>Kandiudox (D), Hapludox, Kanhapludults</i>	4.697,23	7,51	0,0739
18	66	<i>Kandiudox (D), Hapludox</i>	4.959,61	7,93	0,1973
19	68	<i>Hapludox, Haplults, Kandiudox</i>	200,52	0,32	0,1973
20	69	<i>Inceptisols, Ultisols, Oxisols</i>	5.271,80	8,43	0,1973
Total			62,558.55	100.00	

Sumber: (Hasil Analisis, 2021)



Gambar 2. 2 Peta Erodibilitas DAS Tabunio

Pada Tabel 2.3 terlihat bahwa nilai erodibilitas DAS Tabunio 0,0631 sampai dengan 0,1937. Selanjutnya berdasarkan pada Gambar 2.2 terlihat bahwa dominasi erodibilitas lebih tinggi pada bagian hulu DAS Tabunio dan pada bagian sempadan sungai DAS Tabunio. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 63 Tahun 1993 tentang Garis Sempadan Sungai, Daerah Manfaat Sungai, Daerah Penguasaan Sungai, dan Bekas Sungai, garis sempadan sungai adalah garis batas luar pengamanan sungai. Sedangkan, daerah sempadan adalah kawasan sepanjang kiri kanan sungai termasuk sungai buatan.

Tanah dengan tekstur dominan debu lebih rentan terhadap erosi dengan erodibilitas lebih tinggi daripada tanah bertekstur pasir dan liat. Tanah berdebu memiliki partikel halus kemampuan menahan air rendah dan mudah jenuh. Daya serap pasir lebih tinggi karena memiliki pori-

pori besar sehingga laju permukaannya cenderung lebih kecil. Tanah liat memiliki cenderung lebih tahan terhadap erosi karena agregat-tanahnya kuat sehingga tidak mudah hancur oleh air hujan (Nugroho, 2009).

Menurut Qurratul (2008) bahan organik berfungsi sebagai perekat dalam pembentukan dan pematapan agregat tanah, sehingga tanah tidak mudah hancur karena pukulan butir air hujan. Semakin banyak kandungan bahan organik maka semakin sulit tanah tersebut dapat dihancurkan oleh air hujan. Menurut Sulistyaningrum *et al.* (2014) semakin besar presentase kandungan bahan organik pada tanah maka nilai indeks erosinya makin kecil.

1. Kelerengan

Menurut (Morgan, 1979) faktor panjang dan kemiringan lahan (LS), dihitung menggunakan rumus sebagai berikut: $(1,38 \cdot 0,965 \cdot S^{0,138} \cdot L^2)^{\lambda}$ dengan LS = faktor **panjang dan kemiringan** lahan; S = **kemiringan** lahan (%) L = **panjang lereng** (m) Rumus tersebut berlaku untuk lahan **dengan kemiringan** <22%.

Faktor LS, kombinasi antara faktor panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S) merupakan nisbah besarnya erosi dari suatu lereng dengan panjang dan kemiringan tertentu terhadap besarnya erosi dari plot lahan dengan panjang 22,13 m dan kemiringan 9%. Nilai LS untuk sembarang panjang dan kemiringan lereng.

Nilai panjang dan kemiringan lereng (LS), nilai faktor topografi (LS) adalah besaran yang menunjukkan perbandingan tanah yang hilang suatu luasan lahan (ton/ha) pada lereng tertentu dengan tanah

yang hilang dari suatu petak baku pada tempat yang berdekatan (Rusman, 1999).

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 $LS = V L (0,0138 + 0,00965 S + 0,00138 S^2)$. Nilai LS DAS Tabunio disajikan pada Tabel 2.4 dan Gambar 2.3.

Tabel 2. 4 Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) DAS Tabunio

Sub DAS	Nilai LS							Total
	<10	10 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	50 - 60	>60	
Sub DAS Amparo Kecil	2.604,28	512,45	463,02	160,42	73,62	37,22	61,86	3.912,88
Sub DAS Atuuatu	3.656,64	11,49	7,14	1,03	0,35	0,14	0,08	3.676,86
Sub DAS Bakar	3.161,36	-	-	-	-	-	-	3.161,36
Sub DAS Berasau	2.316,48	134,33	75,72	14,54	4,62	1,89	1,06	2.548,65
Sub DAS Kandangan	2.569,02	615,23	343,60	74,12	26,81	11,45	11,35	3.651,57
Sub DAS Panjaratan	9.166,44	418,28	216,53	53,21	20,37	9,48	12,73	9.897,05
Sub DAS Riam	3.964,83	119,20	102,31	41,88	21,41	13,17	26,12	4.288,91
Sub DAS Takisung	8.077,91	912,14	555,04	133,12	49,85	22,38	24,67	9.775,12
Sub DAS Tebing Siring	9.341,04	-	-	-	-	-	-	9.341,04
Sub DAS Tungkaran	11.852,90	297,18	106,23	25,39	10,84	5,42	7,18	12.305,13
Total	56.710,90	3.020,30	1.869,59	503,70	207,86	101,15	145,05	62.558,56

Sumber: (Hasil Analisis, 2021)

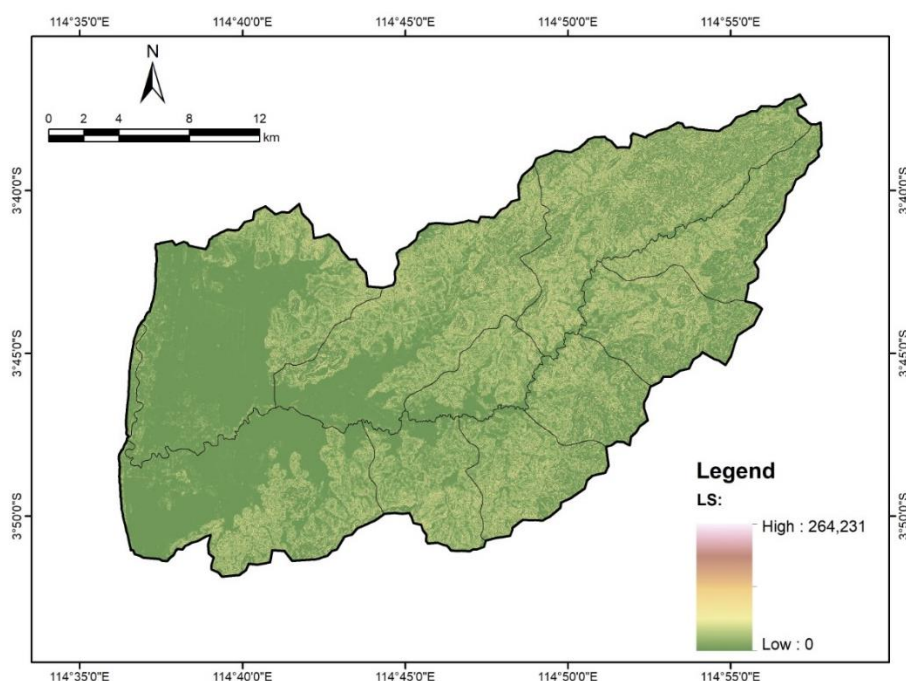
Berdasarkan pada Tabel 2.4 terlihat bahwa nilai LS terendah (<10) seluas 56.710,90 ha pada klasifikasi nilai LS <10, sedangkan nilai LS tertinggi (>60) seluas 145,05 ha. Pada Gambar 2.4 terlihat bahwa nilai LS tertinggi didominasi pada bagaian hilir DAS Tabunio.

Menurut May dan Lisle (2012) bagian hulu DAS umumnya mempunyai lereng yang lebih curam yang dapat mempercepat aliran permukaan. Selanjutnya, menurut Thanapackiam *et al.* (2012) mengemukakan bahwa daerah pegunungan bagian hulu DAS mempunyai profil sungai yang umumnya lebih cekung dan mempunyai jaringan sungai yang lebih rapat dari bagian hilir DAS.

Parameter kemiringan lereng untuk penentuan kerentanan lingkungan dan kerawanan pemasok banjir dalam suatu DAS, merupakan parameter fisik lahan yang relatif tetap atau dapat berubah dalam jangka waktu yang cukup lama dan kemungkinan perubahannya sangat kecil. Kondisi kelerengan pada DAS atau wilayah sangat berpengaruh terhadap terjadinya erosi dan sedimentasi. Kedua parameter tersebut merupakan indikator kerusakan yang terjadi pada suatu DAS. Selanjutnya Cojean dan Cai (2011) mengemukakan bahwa lereng merupakan salah faktor yang harus dipertimbangkan untuk upaya pengendalian banjir dan mengurangi bahaya longsor pada suatu DAS.

Menurut Soetrisno (1998) efek penting dari lereng adalah terhadap pengaliran air di atas permukaan tanah dan drainase, dan melalui faktor-faktor kandungan air tanah. Efek penting lainnya adalah melalui pengeringan terhadap temperatur dan air dari permukaan tanah. Lereng merubah intensitas pengeringan dengan cara merubah sudut jatuh sinar matahari.

Kecepatan air larian yang besar umumnya ditentukan oleh kemiringan lereng yang tidak terputus dan panjang serta terkonsentrasi pada saluran-saluran sempit yang mempunyai potensi yang besar untuk terjadinya erosi alur dan erosi parit. Kedudukan lereng juga menentukan besar kecilnya erosi yang terjadi, dimana lereng bagian bawah lebih mudah tererosi dibandingkan lereng bagian atas, karena momentum air larian lebih besar dan kecepatan air larian lebih terkonsentrasi ketika mencapai lereng bagian bawah (Kadir, 2020)



Gambar 2. 3 Peta Panjang dan Kemiringan Lereng (LS) DAS Tabunio

Semakin panjang lereng suatu lahan menyebabkan semakin banyak air permukaan yang terakumulasi, sehingga aliran permukaan menjadi lebih tinggi kedalaman maupun kecepatannya, kemiringan lereng dan infiltrasi sangat mempengaruhi besar dan cepatnya intensitas

air aliran dan erosi yang tinggi (Bafdal *et al.* 2011). Dewi *et al.* (2012) mengungkapkan semakin besar nilai kemiringan lereng, maka kesempatan air untuk masuk ke dalam tanah (infiltrasi) akan terhambat sehingga volume limpasan permukaan semakin besar yang mengakibatkan terjadinya erosi.

Rayes (2007) mengemukakan bahwa kecuraman lereng, panjang lereng dan bentuk lereng dapat mempengaruhi kerentanan lingkungan melalui besarnya aliran permukaan. Arsyad (2010) mengemukakan bahwa kemiringan lereng akan mempengaruhi besarnya erosi dan aliran permukaan. Xu *et al.* (2011) mengemukakan penggunaan lahan yang mempunyai kemiringan lebih besar 15% untuk kegiatan pertanian perlu di lakukan tindakan sipil teknis berupa terasering untuk mengurangi kerentanan lingkungan.

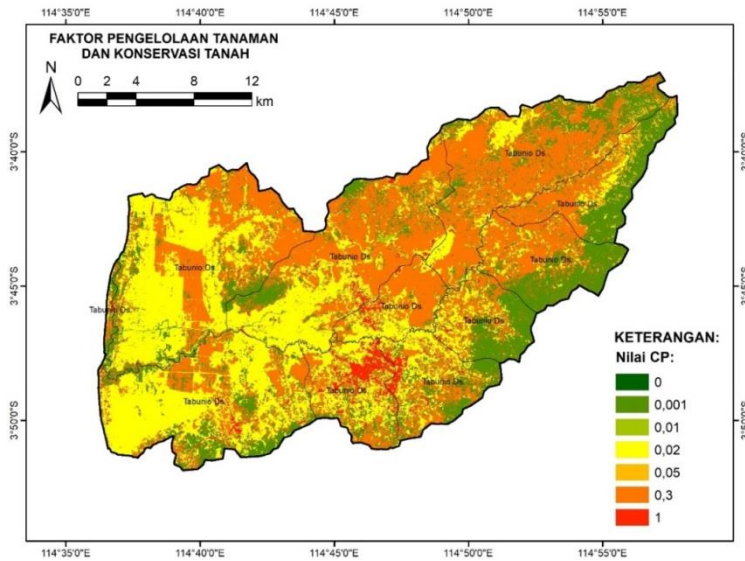
2. Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Tanah (CP)

Pengelolaan tanaman dan konservasi tanah yang digunakan sebagai unsur utama dalam penentuan kerentanan lingkungan dan tingkat kerawanan banjir. Baja (2012) melaporkan bahwa SIG adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk bekerja dengan data ter-referensi dengan koordinat spasial atau geografis dan dalam perencanaan tata guna lahan, ketersediaan data diperoleh secara spasial untuk mengevaluasi kerentanan lingkungan pada suatu DAS.

Tanaman penutup sebagai faktor C memiliki kontribusi yang besar terhadap laju erosi. Jenis dan ragam nilai C yang mendekati hutan memiliki daya menahan air yang tinggi menyebabkan minimnya terjadi erosi.

Tabel 2. 5 Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Tanah (CP)

Sub DAS	Faktor Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Tanah (CP)							Total
	0	0,001	0,01	0,02	0,05	0,3	1	
Sub DAS Amparo kecil	4,19	1.742,21	10,41	348,60	423,29	1.352,75	31,43	3.912,88
Sub DAS Atuu	4,75	1.088,18	2,07	1.158,91	4,27	1.056,56	362,12	3.676,86
Sub DAS Bakar	1,96	1.430,41	2,27	708,65	3,69	936,81	77,57	3.161,36
Sub DAS Berasau		170,44	4,59	855,56	0,76	1.337,23	180,08	2.548,65
Sub DAS Kandangan	3,68	528,07	5,69	1.439,55	38,03	897,58	738,96	3.651,57
Sub DAS Panjaratan	6,21	1.376,29	76,69	3.176,74	198,46	4.770,77	291,89	9.897,05
Sub DAS Riam	3,93	1.877,21	5,63	400,94	18,59	1.931,44	51,17	4.288,91
Sub DAS Takisung	12,55	1.759,74	8,03	5.521,90	0,83	2.142,59	329,47	9.775,12
Sub DAS Tebing Siring	10,70	2.113,11	30,26	1.061,00	523,52	5.469,09	133,36	9.341,04
Sub DAS Tungkarau	10,97	1.386,16	35,39	6.386,29	4,88	4.344,70	136,75	12.305,13
Total	58,94	13.471,81	181,05	21.058,14	1.216,33	24.239,52	2.332,78	62.558,56



Gambar 2. 4 Peta Pengelolaan Tanaman dan Konservasi Tanah (CP) DAS Tabunio

Pada Tabel 2.5 dan Gambar 2.4 terlihat bahwa klasifikasi nilai CP 0 seluas 58,94 ha terdapat pada bagian hulu DAS Tabunio dan pada beberapa pegunungan di DAS Tabunio, sedangkan klasifikasi nilai CP 0,3 mendominasi di DAS Tabunio seluas 24.239,52 ha. Berdasarkan nilai CP DAS Tabunio, maka diharapkan ke depan diupayakan kegiatan terkait rehabilitasi hutan dan lahan menjadi prioritas berdasarkan nilai CP.

Vegetasi hutan atau tanaman tingkat tinggi (pohon) menghasilkan infiltrasi yang lebih besar dibanding tanaman pertanian lainnya yang menyebabkan berkurangnya kerentanan lingkungan dan aliran permukaan, sehingga dalam rangka pengendalian kerentanan lingkungan dan kerawanan pemasok banjir, perlu adanya upaya perluasan vegetasi hutan untuk meningkatkan infiltrasi di DAS Tabunio yang dapat meningkatkan fungsi DAS sebagai pengatur tata air (Kadir *at al.*, 2014).

Kerentanan merupakan suatu keadaan yang ditimbulkan oleh kegiatan manusia atau lingkungan yang mengakibatkan bahaya terhadap masyarakat. Selanjutnya, Permana (2011) menyatakan bahwa upaya pengelolaan tanaman dan konservasi merupakan suatu upaya yang dilakukan untuk mencegah kerentanan lingkungan atau mengurangi dampak bencana.

Subiyantoro (2010) mengemukakan bahwa upaya pengelolaan tanaman dan konservasi sesungguhnya berkaitan dengan siklus penanggulangan kerentanan lingkungan berupa upaya penanganan sebelum terjadinya. Risiko, kerentanan lingkungan, bahaya bencana banjir di DAS Tabunio, memungkinkan terjadinya kejadian alam maupun karena aktivitas manusia di suatu tempat. Kerentanan

menunjukkan kerawanan yang dihadapi suatu masyarakat dalam menghadapi ancaman tersebut.

Menurut Bhan dan Bahera (2014), vegetasi mempunyai pengaruh yang besar terhadap erosi karena dengan adanya vegetasi air hujan dihalangi agar tidak langsung jatuh menghantam permukaan tanah sehingga kekuatan air untuk menghancurkan tanah dapat dikurangi. Arsyad (2010) menambahkan, akar tanaman menyebabkan agregat tanah menjadi stabil secara mekanik dan kimia. Akar serabut mengikat butir-butir tanah, sedangkan sekresi dari bagian tanaman memberikan zat-zat kimia yang berfungsi sebagai pemantap agregat tanah. Triwilaida (2000) mengungkapkan, seresah sebagai sumber bahan organik yang membentuk humus akan mengikat butir-butir tanah menjadi suatu struktur yang lebih tahan terhadap pukulan air hujan. Selain itu juga meningkatkan permeabilitas dan infiltrasi.

3. Klasifikasi Laju Erosi

Indarto (2010) mengemukakan bahwa aktivitas manusia terhadap erosi sangat berpengaruh sekali seperti adanya perubahan-perubahan tata guna lahan yang sering terjadi di daerah aliran sungai. Selanjutnya Arsyad (2010), mengemukakan bahwa secara keseluruhan terdapat lima faktor yang menyebabkan dan mempengaruhi besarnya erosi: 1) iklim; 2) faktor vegetasi; 3) faktor tanah; 4) faktor topografi, dan 5) faktor manusia.

Selanjutnya, menurut Asdak (2007) dikemukakan pendugaan besarnya erosi dengan menggunakan rumus USLE yang bentuk persamaannya sebagai berikut:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

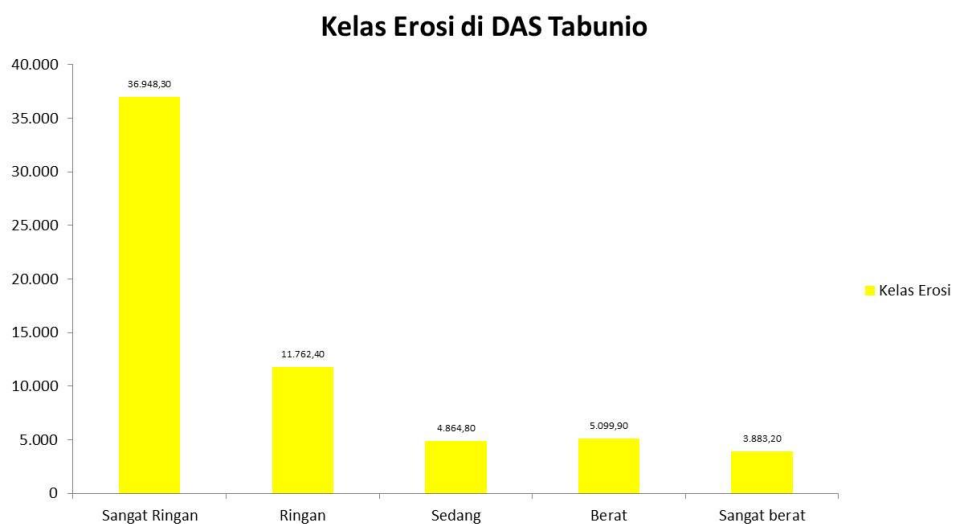
- A = Jumlah tanah yang hilang (Ton/ha/th),
- R = Faktot erosivitas hujan tahunan rata-rata (mj.cm/ha/jam/tth),
- K = Faktor erodibilitas tanah (Ton,ha.jam/ha/mj.cm),
- L = Faktor panjang lereng,
- S = Faktor kemiringan lereng,
- C = Faktor pengelolaan tanaman,
- P = Faktor konservasi tanah.

Nilai dari semua parameter-parameter pendukung pendugaan laju erosi diakumulasikan guna memperoleh nilai erosi. Pendugaan besarnya erosi dengan menggunakan metode modifikasi persamaan USLE yang dilakukan oleh Ruslan (1992) dengan menambah perkalian 0,61. Selain itu, Baja (2012^a) mengemukakan bahwa erosi dapat di analisis menggunakan USLE, namun memiliki beberapa keterbatasan, yang sering dipandang sebagai prasyarat yang ditetapkan dalam prosedur pemodelan. Keterbatasan tersebut sebagai berikut:

1. Persamaannya menggunakan pendekatan empiris yang tidak mewakili proses fisik yang sebenarnya dari erosi tanah,
2. Persamaannya digunakan untuk memprediksi kehilangan tanah rata-rata. tahunan, dan tidak untuk kejadian hujan tunggal,
3. Hanya digunakan untuk perkiraan erosi lembar dan rill, dan
4. Tidak memperhitungkan deposisi sedimen.

Tabel 2. 6 Tingkat Laju Erosi Berdasarkan Sub DAS di DAS Tabunio

No.	Sub DAS	Sangat Ringan	Ringan	Sedang	Berat	Sangat Berat	Total
1	Amparo Kecil	2.471,55	664,80	215,62	445,16	115,74	3.912,88
2	Atuatu	2.569,62	306,66	429,88	208,99	161,71	3.676,86
3	Bakar	2.296,58	357,02	196,39	196,60	114,77	3.161,36
4	Berasau	942,14	713,80	338,55	413,23	140,94	2.548,65
5	Kandangan	2.265,74	427,03	405,91	341,08	211,81	3.651,57
6	Panjaratan	5.034,53	2.342,81	900,13	1.174,75	444,83	9.897,05
7	Riam	2.557,19	671,56	319,06	472,77	268,33	4.288,91
8	Takisung	6.918,30	1.769,04	456,74	390,74	240,30	9.775,12
9	Tebing Siring	4.665,45	1.387,73	1.111,78	961,17	1.214,91	9.341,04
10	Tungkaran	7.227,21	3.121,95	490,70	495,42	969,86	12.305,13
Total		36.948,30	11.762,40	4.864,76	5.099,90	3.883,20	62.558,56

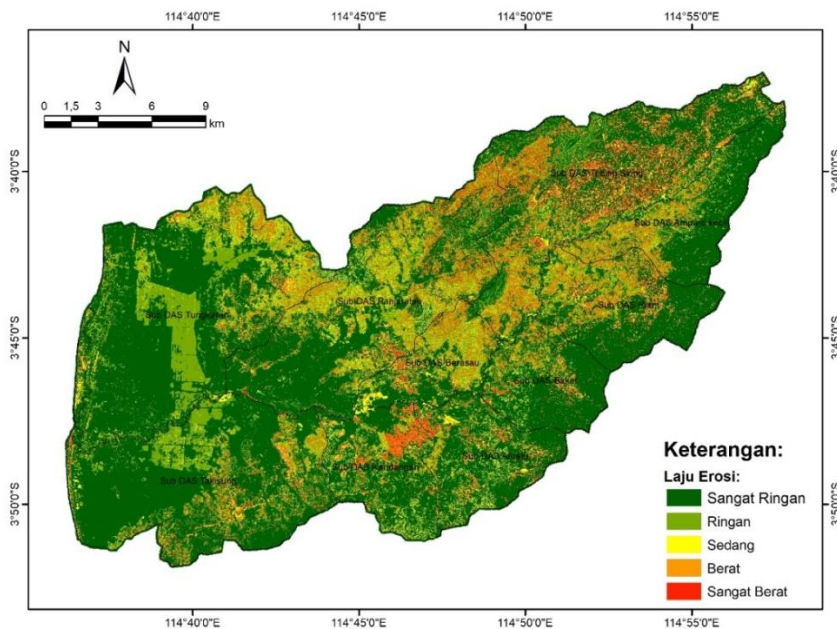


Gambar 2. 5 Grafik Kelas Erosi di DAS Tabunio

Pada Tabel 2.6 dan Gambar 2.5 terlihat bahwa klasifikasi tingkat laju erosi di DAS Tabunio didominasi oleh laju erosi sangat ringan

seluas 36.948,30 ha dan terendah pada klasifikasi laju erosi sangat berat seluas 3.883,20 ha. DAS Tabunio terdapat sub DAS Panjaratan dan sub DAS Tebing Siring yang mendominasi klasifikasi laju erosi klasifikasi berat dan sangat berat yang terletak pada bagian tengah dan hulu DAS Tabunio.

kelerengan (LS), erodibilitas (K), serta pengelolaan tanaman dan konservasi (CP), hal ini meyebabkan Sub DAS Tebing Siring dan Panjaratan terdapat pada klasifikasi laju erosi di dominasi klasifikasi berat dan sangat berat. Menurut Rusnam *et al.* (2013) menyatakan tingginya nilai erosi yang terjadi pada unit lahan berkaitan dengan pengelolaan tanaman dan konservasi tanah, hal ini karena dengan kerapatan dan ketinggian tajuk yang mampu menahan dan memecah butir hujan.

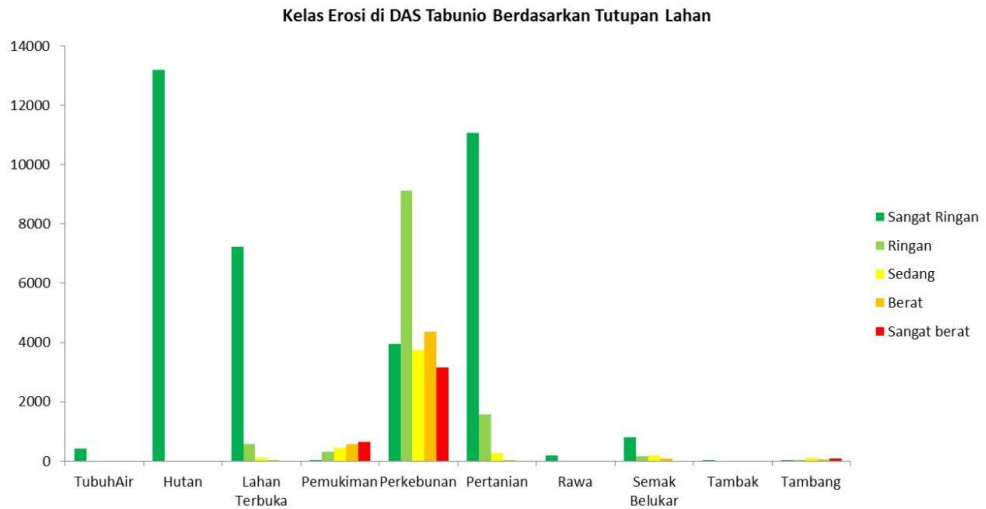


Gambar 2. 6 Peta Klasifikasi Laju Erosi di DAS Tabunio

Tabel 2. 7 Luas Kelas Erosi Menurut Tutupan Lahan

No	Tutupan Lahan	Klasifikasi Erosi (ha)					Total
		Sangat Ringan	Ringan	Sedang	Berat	Sangat berat	
1	Tubuh Air	409,0	-	-	-	-	409,0
2	Hutan	13.181,3	-	-	-	-	13.181,3
3	Lahan Terbuka	7.233,6	563,8	111,1	1,0	-	7.909,5
4	Pemukiman	34,5	313,5	441,4	574,4	638,3	2.002
5	Perkebunan	3.956,6	9.121,1	3.737,5	4.360	3.149,2	24.324,5
6	Pertanian	11.074,4	1.576,5	264,3	6,9	-	12.922,1
7	Rawa	182	-	-	-	-	182
8	Semak Belukar	802,2	152,6	198,1	88,2	-	1.241,1
9	Tambak	36,1	-	-	-	-	36,1
10	Tambang	38,5	34,9	112,3	69,5	95,7	350,9
	Total	36.948,3	11.762,4	4.864,8	5.099,9	3.883,2	

Sumber: (Hasil Analisis, 2021)



Gambar 2. 7 Kelas Erosi Menurut Tutupan Lahan

Pada Tabel 2.7 dan Gambar 2.7 terlihat bahwa klasifikasi erosi berat dan sangat berat didominasi pada tutupan lahan pemukiman dan perkebunan, sedangkan tutupan lahan hutan mempunyai klasifikasi erosi sangat ringan, sehingga perlu adanya upaya yang harus dilakukan untuk pengendalian atau penguranga laju erosi berdasarkan kondisi tutupan lahan. Kometa dan Ebot (2012) dinyatakan bahwa masalah utama yang dihadapi DAS umumnya peningkatan populasi manusia dan perubahan tutupan lahan yang dapat menyebabkan kerentana lingkungan menurunkan kualitas dan kuantitas air.

Jacob *et al.* (2009) mengemukakan bahwa kejadian erosi pada lahan pertanian menyebabkan perubahan praktik pertanian. Selanjutnya Roig-Munar *et al.* (2012) berpendapat bahwa degradasi lahan menyebabkan terjadi erosi yang mempengaruhi perubahan kondisi sungai.

BAB III

KERAPATAN VEGETASI

Zhang dan Wang (2007) mengemukakan, budidaya pertanian akan memberikan keuntungan maksimum untuk kepentingan perlindungan dan untuk kesejahteraan masyarakat. Selanjutnya, Zhao *et al.* (2012) menegaskan bahwa perubahan penutupan lahan suatu DAS atau sub DAS dapat berpengaruh terhadap tingginya aliran permukaan pada musim hujan, sehingga dapat menyebabkan fluktuasi debit yang tidak normal dan menyebabkan terjadinya banjir.

3.1 Klasifikasi Kerapatan Vegetasi

Penelitian dilakukan pada tahun 2021 dengan mengambil lokus penelitian di DAS Tabunio Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan yang terdiri atas 10 sub DAS sebagaimana disajikan pada tabel 1.1 dan gambar 1.1, analisis kerapatan vegetasi di lakukan untuk evaluasi dinamika kerentanan lingkungan di DAS Tabunio

Metode penginderaan jauh (*remote sensing*) merupakan suatu metode untuk memperoleh data dan informasi dari suatu objek permukaan bumi dengan menggunakan alat yang tidak berhubungan langsung dengan objek yang dikajinya. Penelitian ini menggunakan metode perhitungan indeks vegetasi, perhitungan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang akan dianalisis mempergunakan Data Citra Satelit Sentinel-2A. Analisis NDVI digunakan untuk memperoleh nilai sebaran kerapatan vegetasi.

Tinggi rendahnya klasifikasi kerapatan vegetasi dapat diketahui dengan mempergunakan nilai NDVI yang merupakan sebuah transformasi citra penajaman spectral untuk menganalisis

yang berkaitan dengan vegetasi (Huda, 2018). Semakin tinggi klasifikasi kerapatan vegetasi pada suatu DAS, maka akan semakin tinggi infiltrasi, semakin rendah aliran permukaan dan semakin tinggi penyerapan CO₂ dan semakin tinggi pengendalian banjir serta semakin rendah suhu permukaan disekitar lahan tersebut, begitu juga sebaliknya (Putra & Erwin, 2011). Nilai dari NOVI berkisar dari -1 hingga +1 dengan semakin tinggi nilainya akan semakin tinggi kerapatan vegetasinya.

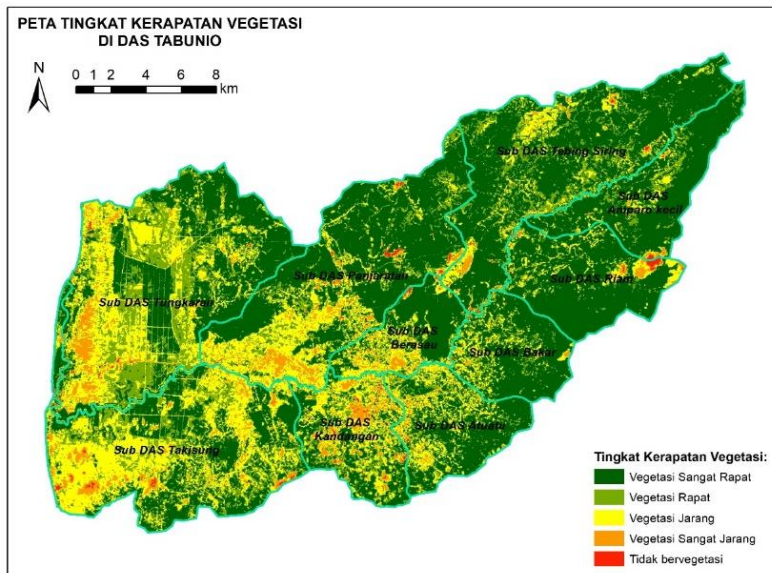
Proses klasifikasi tutupan lahan diawali dengan penentuan kelas tutupan/penggunaan lahan yang didasarkan pada tutupan lahan dominan yang ada di DAS Tabunio. Penelitian ini membagi penggunaan lahan menjadi 10 kelas tutupan lahan. Uji akurasi klasifikasi tutupan lahan menggunakan *confusion matrix* dan *Kappa coefisien*. Hasil klasifikasi menunjukkan akurasi keseluruhan yang tinggi mulai dari 86% hingga 95%. Di antara dua metode klasifikasi yang digunakan, metode *Support Vector Machine (SVM)* menghasilkan akurasi keseluruhan tertinggi dibandingkan dengan metode *Maximum Likelihood* (Nurlina *et al.*, 2021). Perbandingan luas tutupan lahan di DAS Tabunio sejak tahun 2005 sampai dengan 2020 disajikan pada Tabel 1.3, Perubahan tutupan lahan di DAS Tabunio disajikan pada Tabel 1.4, sedangkan peta penggunaan lahan 2005 dan 2020 disajikan pada Gambar 1.2

Hasil pengolahan NDVI menggunakan data citra satelit Sentinel-2A pada tahun 2016 - 2020, diperoleh kelas vegetasi menjadi 5 kelas yaitu non-vegetasi, vegetasi jarang, vegetasi sedang, dan vegetasi rapat sebagaimana disajikan pada Tabel 3.1 dan Gambar 3.1. Hasil analisis NDVI yang diperoleh dari citra satelit berguna untuk memperkirakan

faktor pengelolaan tutupan dan pemantauan kerentanan lingkungan di DAS (Durigon *et al.*, 2014).

Klasifikasi kerapatan vegetasi DAS Tabunio disajikan pada Tabel 3.1. dan Gambar 3.1 dan 3.2. Klasifikasi tertinggi dan terendah sebagai berikut:

- a. Klasifikasi vegetasi sangat rapat tertinggi di sub DAS Ampro Kecil (79%), sedangkan terendah sub DAS Takisung (31%)
- b. Klasifikasi vegetasi rapat tertinggi di sub DAS Tungkaran (30%), sedangkan terendah sub Berasau (17%)
- c. Klasifikasi jarang tertinggi di sub DAS Kandangan (29%), sedangkan terendah sub DAS Ampro Kecil (4%)
- d. Klasifikasi vegetasi sangat jarang tertinggi di sub DAS Berasau (7%), sedangkan terendah sub DAS Ampro Kecil (1%)
- e. Klasifikasi tidak bervegetasi tertinggi di sub DAS Kandangan (1%), sedangkan terendah sub DAS Atuuatu (0,1%)

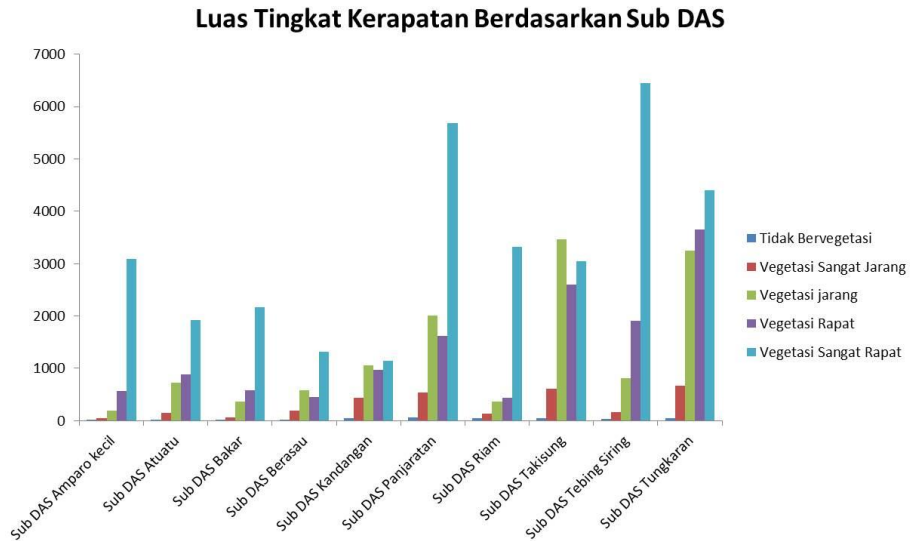


Gambar 3. 1 Peta Kerapatan Vegetasi di DAS Tabunio

Tabel 3. 1 Tingkat Kerapatan Vegetasi di DAS Tabunio

No.	Sub DAS	Luas Tingkat Kerapatan Vegetasi (ha)					Total
		Tidak Bervegetasi	Vegetasi Sangat Jarang	Vegetasi Jarang	Vegetasi Rapat	Vegetasi Sangat Rapat	
1	Sub DAS Amparo Kecil	12,67	48,54	191,98	566,68	3.088,25	3.908,12
2	Sub DAS Atutu	4,47	150,31	727,44	876,21	1.914,84	3.673,28
3	Sub DAS Bakar	6,12	56,85	359,25	578,88	2.158,09	3.159,19
4	Sub DAS Berasau	17,70	187,93	584,20	442,98	1.315,84	2.548,65
5	Sub DAS Kandangan	39,09	438,40	1.059,43	967,98	1.144,11	3.649,00
6	Sub DAS Panjaratan	57,80	534,41	2.001,29	1.616,69	5.681,77	9.891,97
7	Sub DAS Riam	39,93	128,27	361,63	435,24	3.320,19	4.285,26
8	Sub DAS Takisung	50,45	602,77	3.469,01	2.602,53	3.040,48	9.765,25
9	Sub DAS Tebing Siring	23,93	159,66	803,96	1.905,31	6.440,56	9.333,41
10	Sub DAS Tungkaran	38,04	664,72	3.249,87	3.650,60	4.399,65	12.002,89
Total		290,19	2.971,86	12.808,07	13.643,10	32.503,78	62.217,01

Sumber: (Hasil Analisis, 2021)



Gambar 3. 2 Peta Kerapatan Vegetasi setiap sub DAS di DAS Tabunio

Pada Tabel 3.1 dan Gambar 3.1 dan 3.2 terlihat bahwa kerentanan lingkungan di daerah aliran sungai Tabunio didominasi oleh sub DAS pada bagian hilir dan sub DAS bagian tengah didominasi kerapatan jarang dan sangat jarang, sedangkan sub bagian hulu seperti sub DAS Tebing. Siring dan sub DAS Amparo kecil, dan sub DAS Riam didominasi klasifikasi kerapatan vegetasi rapat dan sangat rapat. Vegetasi merupakan komponen karakteristik DAS yang merupakan formulasi penentuan potensi pasokan air banjir suatu DAS (Paimin *et al.* (2009). Vegetasi komponen ekosistem DAS berproses untuk memperoleh output debit air yang normal (Hernandez-Ram, 2008).

3.2 Upaya Konservasi Tanah Dan Air Secara Vegetatif

Adapun upaya konservasi tanah dan air yang dilakukan secara vegetatif ialah sebagai berikut:

- a. Bagian hulu DAS dilakukan revolusi hijau yang didominasi untuk kepentingan ekologis dengan vegetasi rapat dan sangat rapat;
- b. Bagian tengah DAS dilakukan revolusi hijau yang didominasi untuk kepentingan ekologis, ekonomis dan sosial dengan vegetasi rapat;
- c. Bagian hilir DAS dilakukan Revolusi hijau yang didominasi untuk kepentingan ekonomis dan sosial dengan vegetasi rapat dan jarang.

Kadir *et al.* (2020) rehabilitasi hutan dan lahan merupakan kegiatan revolusi hijau sebagai upaya mempertahankan, pemulihan, meningkatkan fungsinya secara ekologi sebagai pengatur tata air dan secara ekonomi dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Rehabilitasi hutan dan lahan menurut Undang–Undang Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999, dimaksudkan untuk memulihkan, mempertahankan dan meningkatkan fungsi hutan dan lahan, sehingga daya dukung, produktifitas, dan peranannya dalam mendukung sistem kehidupan tetap terjaga. Upaya rehabilitasi hutan (reboisasi) dilakukan secara vegetatif (kegiatan tanam menanam) dengan menggunakan jenis tanaman yang sesuai dengan fungsi hutan, lahan, serta kondisi agroklimat setempat. Berkaitan dengan hal tersebut dan untuk kesamaan persepsi para pihak terkait, perlu disiapkan pedoman pembuatan tanaman.

GLOSARIUM

Banjir adalah peristiwa yang terjadi akibat kondisi tata air dan lahan kritis yang tidak normal serta tingginya curah hujan pada bagian hulu dan tengah suatu DAS melebihi kondisi normal.

Curah hujan adalah bagian dari siklus hidrologi yang mencapai permukaan bumi baik melalui vegetasi yang terdapat pada suatu DAS ataupun langsung ke permukaan bumi yang selanjutnya melalui proses hidrologi kembali ke atmosfer.

Daerah aliran sungai (DAS) adalah satu kesatuan dengan sungai dan anak sungai, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air, Pembangunan terutama daerah yang mengandalkan ketersediaan air, perencanaan penggunaan lahan, pengelolaan dan restorasi ekologi menggunakan DAS sebagai unit pengelolaan.

Daerah sempadan adalah kawasan sepanjang kiri dan kanan sungai, termasuk sungai buatan.

Erodibilitas adalah nilai kepekaan suatu jenis tanah terhadap daya penghancuran dan penghanyutan air hujan

Erosi adalah hilang atau terkikisnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain.

Erosivitas adalah sifat curah hujan yang dapat menyebabkan tersangkutnya partikel-partikel tanah pada tempat yang lebih rendah permukaannya.

Garis sempadan sungai adalah garis batas luar pengamanan sungai.

Indeks erosivitas (R) adalah daya erosi hujan untuk membuat erosi pada suatu tempat yang dapat dihitung berdasarkan data hujan yang diperoleh dari penakar hujan otomatis atau penakar hujan biasa.

Infiltrasi adalah gerakan air menuju ke bawah atau masuknya air hujan ke dalam permukaan tanah.

Kanopi vegetasi yang diperoleh dari hasil pengolahan indeks vegetasi dalam citra.

Kapasitas infiltrasi adalah laju yang tertinggi dimana air dapat diserap oleh suatu tanah tertentu, dan pada suatu hutan yang utuh kapasitas tersebut dapat melebihi intensitas curah hujan yang terbesar.

Keadaan topografi adalah penggambaran keadaan suatu wilayah dalam suatu DAS yang berpengaruh terhadap terjadinya erosi dan sedimentasi, sekaligus menjadi indikator kerusakan yang terjadi pada suatu DAS.

Kemiringan lereng adalah parameter yang dapat digunakan untuk penentuan kerentanan lingkungan dan kerawanan pemasok banjir dalam suatu DAS.

Kerapatan vegetasi adalah suatu tingkat kehijauan.

Kerapatan vegetasi umumnya diwujudkan dalam bentuk presentase.

Kerentanan ekologis adalah kondisi suatu wilayah yang berpotensi untuk terjadi kerusakan lingkungan karena aktivitas dan atau

kegiatan manusia yang berpotensi menimbulkan dampak lingkungan

Laju infiltrasi adalah jumlah air yang masuk kedalam tanah pada waktu tertentu yang dinyatakan dalam tebal air per waktu, misalnya 10 mm/jam atau 10 mm/det.

Lereng adalah permukaan tanah alam yang terlihat lebih kelihatan karena adanya perbedaan tinggi pada kedua tempat.

Seresah sebagai sumber bahan organik yang membentuk humus akan mengikat butir-butir tanah menjadi suatu struktur yang lebih tahan terhadap pukulan air hujan.

Tutupan lahan adalah kenampakan material fisik permukaan bumi.

Tutupan lahan adalah kondisi alamiah pada suatu DAS dengan kondisi fisik, seperti vegetasi, tanah, air, dan unsur-unsur yang terdapat pada permukaan bumi tanpa memperhatikan aktivitas manusia terhadap pemanfaatan permukaan bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*, Edisi Kedua Cetakan Kedua. IPB Press. Bogor.
- Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Cetakan Keempat (revisi). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- _____, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Cetakan Kelima (revisi). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Baja, S. 2012^a. *Tata Guna Lahan dan Pengembangan Wilayah. Pendekatan Spasial dan Aplikasinya*. Andi Yogyakarta.
- _____, S. 2012^b. *Metode Analitik Evaluasi Sumber Daya Lahan. Aplikasi GIS, Fuzzy Set, dan MCDM*, Identitas Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Bafdal, N., Amaru K, dan Suryadi E. 2011. *Buku Ajar Teknik Pengawetan Tanah dan Air*. Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Unpad. Bandung. ISBN 978-602-9234-02-2.
- Banuwa, IS. 2013. *Erosi*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Becerra, E.H. 1995. *Monitoring and Evaluation of Watershed Management Project Achievements*. FAO Conservation Guide 24. FAO. Rome.
- Bhan, S dan Behera, UK. (2014). Conservation Agriculture In India Problems, Prospects And Policy Issues. *International Soil and Water Conservation Research*, 2(4), pp. 1-12
- Budhiyono, B.E, dan Murdiyarso, D. 1990. Pendekatan Kuantitatif dalam Pengelolaan System Daerah Aliran Sungai Pengaliran Waduk. *Lokakarya Pengembangan dan Pelestarian Wilayah Waduk Wonogiri, Tawangmangu Surakarta*. p.16-19.
- Cojean, R., and Cai, Y. J. 2011. Analysis and Modeling of Slope Stability in the Three-Gorges Dam Reservoir (China) — The case of Huangtupo Landslide, *Journal of Mountain Science*. 8 (2): 166–175. doi:10.1007/s11629-011-2100.

- Departemen Kehutanan RI. 2004. *Peraturan Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial Nomor : SK.167/V-SET/2004*. tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis. Jakarta.
- _____. 2006. *Sosialisasi Pedoman/Kebijakan Pengelolaan DAS Lingkup Provinsi Kalimantan Selatan di Banjarbaru* pada tanggal 7 Maret 2006. Banjarbaru.
- Dewi, I.A.S.U, Trigunasih, NM, dan Kusmawati, T. 2012. Prediksi Erosi dan Perencanaan Konservasi Tanah dan Air pada Daerah Aliran Sungai Saba. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 1(1)
- Douglas PH. 1986. Experiments to Locate Ridges and Channels to Create a New Type of Digital Elevation Model. *Cartographica* 23:29–61
- Fan,J., K.T. Oestergaard, A.Guyot dan D.A. Lockington. 2014. Measuring and Modeling Rainfall Interception Losses by a Native Banksia Woodland and An Exotic Pine Plantation in Subtropical Coastal Australia. *Journal of Hydrology*, 515: 2014, 156-165.
- Hack, J. J., Caron, J. M., Yeager, S. G., Oleson, K. W., and al, e. 2006. Simulation of the Global Hydrological Cycle in the CCSM Community Atmosphere Model Version 3 (CAM3). *Journal of Climate*. 19 (11): 2199-2221.
- Hardjowigeno. 2010. *Ilmu Tanah*. Penerbit Akademika.
- Hernandez-Ramirez, G. 2008. Emerging Markets for Ecosystem Services: A Case Study of the Panama Canal Watershed. *Journal of Environment Quality*. 37 (5): 1995.
- Hidayat, Y. 2002. Aplikasi Model ANSWERS dalam Mempredikasi Erosi dan Aliran Permukaan di DTA Bodong Jaya dan DAS Way Besay Hulu, Lampung Barat. *Tesis Magister*. Program Pascasarjana, IPB. Bogor. (tidak dipublikasi)
- Indarto. 2010. *Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Jacob, J., Disnar, J., Arnaud, F., Gauthier, E., Billaud, Y., Chapron, E., and Bardoux, G. 2009. Impacts of New Agricultural Practices on Soil Erosion During the Bronze Age in The French Prealps. *The Holocene*. 19 (2): 241-249.

- Jiang, X., Huang, C., and Ruan, F. 2008. Impacts of Land Cover Changes on Runoff and Sediment in the Cedar Creek Watershed, St. Joseph River, Indiana, United States. *Journal of Mountain Science*. 5 (2): 113–121.
- Jiang,H., J.B.Halverson, J.Simpson dan E.J. Zipser. 2008. *On the Differences in Storm Rainfall from Hurricanes Isidore and Lili*. Part II: Water Budget. *Wea. Forecasting*, 23: 44–61.
- Jenson, S. and Domingue, J. 1988. Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 54, 1593-1600.
- Kadir, S., Rayes, M. L., Ruslan, M., and Kusuma, Z. 2013. Infiltration To Control Flood Vulnerability A Case Study of Rubber Plantation of Dayak Deah Community in Negara, Academic Research International. *Natural and Applied Sciences*. 4 (5):1–13. <http://www.savap.org.pk>.
- Kadir, S., 2014. Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Untuk Pengendalian Banjir Di Catchment Area Jaing Sub DAS Negara Provinsi Kalimantan Selatan. *Disertasi Pascasarjana*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Kadir, S., Badaruddin., Nurlina., Ridwan, I. 2020. *Kajian Tata Air Untuk Revolusi Hijau Di Sub DAS Banyu Irang DAS Maluka Provinsi Kalimantan Selatan*, Cetakan Pertama Mei 2020 Penerbit CV IRDH. ISBN: 978-623-7718-13-0. Malang
- Kartika, I., Indarto, I, Pudjojono, M dan Ahmad, H. 2016. Pemetaan Tingkat Bahaya Erosi pada Level Sub DAS: Studi pada Dua DAS Identik. *Jurnal Agroteknologi*, 10(1)
- Kometa, S. S., and Ebot, M. A. T. 2012. Watershed Degradation in the Bamendjin Area of the North West Region of Cameroon and Its Implication for Development. *Journal of Sustainable Development*. 5 (9): 75–84.
- Kusuma, Z. 2007. *Pengembangan Daerah Aliran Sungai Program Pascasarjana*. Universitas Brawijaya. Malang.
- Kurdi, R., Soemarno, M.Bisri dan M.Ruslan. 2015. Land Covers to Increase Infiltration in Sub-Watershed Mengkaok in South

- Kalimantan Province. *Academic Research International*, 6(3):1–8.
- Lai,W., Z.C.Gao, G.P.Xiang, W.M.Xi dan Z.S.Xin. 2015. Soil Infiltration Characteristics In Agroforestry Systems and Their Relationships With The Temporal Distribution of Rainfall on The Loess Plateau in China. *PLoS ONE*, 10(4): e0124767.
- Limantara, L.M. 2010. *Hidrologi Praktis*, Cetakan I. Bandung: Lubuk Agung.
- Lin, W. T., Chou, W. C., Lin, C. Y., Huang, P. H., & Tsai, J. S. (2006). Automated Suitable Drainage Network Extraction From Digital Elevation Models In Taiwan's Upstream Watersheds. *Hydrological Processes*, 20(2), 289–306. <https://doi.org/10.1002/hyp.5911>
- Liu, Y., and Chen,Y. 2006. Impact of Population Growth and Land-Use Change on Water Resources and Ecosystems of the Arid Tarim River Basin in Western China. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*. 13 (4): 295-305.
- May, C. L., and Lisle, T. E. 2012. River Profile Controls on Channel Morphology, Debris Flow Disturbance, And The Spatial Extent of Salmonids In Steep Mountain Streams. *Journal of Geophysical Research.Earth Surface*. 117:
- Meusburger, K., Steel A, Panagos P, Montanarella L, & Alewell C. 2012. Spatial and Temporal Variability of Rainfall Erosivity Factor for Switzerland. *Hydrology and Earth System Sciences*.16:167–177.
- Neris,J., M.Tejedor, M.Rodríguez, J.Fuentes dan C.Jiménez. 2013. Effect of Forest Floor Characteristics on Water Repellency, Infiltration, Runoff and Soil Loss in Andisols of Tenerife (Canary Islands, Spain). *CATENA*, 108: 50-57.
- Nugroho,S.P. 2008. Analisis Curah Hujan Penyebab Banjir Besar di Jakarta pada Awal 2007. *JAI*. 4 (1): 50-55.
- Permana, S.E., Nasution, I.P., dan Gunawijaya, J. 2011. Kearifan Lokal Tentang Mitigasi Bencana Pada Masyarakat Baduy. *Makara, Sosial Humaniora*. 15 (1): 67-76.
- Quinn, C.H., Fraser, E.D.G., Hubacek & Reed, M.S. 2010. Property Rights in UK Uplands and the Implications for Policy and

- Management. *Ecological Economics Volume 69*, Issue 6, pp. 1355-1363.
- Qurratul, A, 2008. Prediksi Tingkat Bahaya Erosi Dengan Metode USLE di Lereng Timur Gunung Sindoro. *Skripsi SI Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret*. Surakarta. Vol. 2. No. 2 : 623-627.
- Raharjo, B. 2011. *Penutupan dan Penggunaan Lahan*.
<http://www.raharjo.org/tag/penutupan-lahan>. Februari, 26, 2012.
- Rayes, M.L. 2007. *Metode Inventarisasi Sumber Daya Alam*. CV Andi Offset. Yogyakarta.
- Ruslan, M. 1992. Sistem Hidrologi Hutan Lindung di DAS Riam Kanan. *Disertasi*, Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Rusnam, R. 2013. Analisis Spasial Besaran Tingkat Erosi pada Tiap Satuan Lahan di Sub DAS Batang Kandis. *Jurnal Dampak*, 10 (2) : 149 – 167.
- Soetrisno. 1998. Kelerengan dan Pertumbuhan Tanaman. http://www.silvikultur.com/Kelerengan_dan_Pertumbuhan_Tanaman.htm. Januari, 31, 2012.
- Soewarno. 1991. *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Penerbit Nova. Bandung.
- _____. 2000. *Hidrologi Operasional Jilid Kesatu*. PT. Citra Aditya Bakti, Bandung.
- Sosrodarsono, Suyono, Takeda, dan Kensaku. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita.
- Stothoff, S.A., D.Or, D.P. Groeneveld dan S.B. Jones. 1999. The Effect of Vegetation on Infiltration in Shallow Soil Underlain by Fissure Bedrock. *Journal Hydrology*, 218:169-190.
- Subiyantoro, I. 2010. Selayang Pandang tentang Bencana. *Jurnal Dialog Penanggulangan Bencana*. 1: 43-46.
- Sulistyaningrum, D., Susanawati, LD, dan Suharto, B. 2014. Pengaruh Karakteristik Fisika – Kimia Tanah Terhadap Nilai Indeks Erodibilitas Tanah dan Upaya Konservasi Lahan. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 1(1): 55 – 62.

- Suripin. 2001. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Triwilaida, 2000. Efektivitas Berbagai Jenis Tanaman Kayu-Kayuan Dalam Pengendalian Erosi Di DTW Wonogiri: Suatu Analisis. *Buletin Teknologi Pengelolaan DAS* No. VI, I hal 32-46.
- Vernimmen, R.R.E., L.A. Bruijnzeel, A. Romdoni dan J. Proctor. 2007. Rainfall interception in Three Contrasting Lowland Rain Forest Types in Central Kalimantan, Indonesia. *Journal of Hydrology*, 340(3-4): 217-232.
- Wahren, A.; Schwärzel, K.; Feger, K. H. 2012. Potentials and Limitations of Natural Flood Retention By Forested Land In Headwater Catchments: Evidence From Experimental and Model Studies. *Journal of Flood Risk Management*, 5(4): 321-335.
- Webb, A.A., A.Kathuria dan L.Turner. 2012. Longer-term changes in Streamflow Following Logging and Mixed Species Eucalypt Forest Regeneration: The Karuah Experiment. *Journal of Hydrology*, 464-465: 412-422
- Widianto, Suprayogo, D., Noveras, H., Widodo, R.H., Purnomosidhi, P., dan Noordwijk, M.V. 2004. Alih Guna lahan Hutan Menjadi Lahan Pertanian: Apakah Fungsi Hidrologis Hutan Dapat Digantikan Sistem Kopi Monokultur. *Jurnal Agrivita*. 26 (1): 47-52.
- Wischmeier, W.H. and Smith, D.D. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses*. A Guide to Conservation Planning, US Department of Agriculture Handbook No. 537, USDA, Washington, D.C.
- Xu, Y., Yang, B., Tang, Q., Liu, G., and Liu, P. 2011. Analysis of Comprehensive Benefits Of Transforming Slope Farmland To Terraces on the Loess Plateau: A case study of the Yangou Watershed in Northern Shaanxi Province, China. *Journal of Mountain Science*. 8 (3): 448-457.
- Yang, J., and Zhang, G. 2011. Water Infiltration in Urban Soils and Its Effects on The Quantity and Quality of Runoff. 751-761.
- Yan, B., N.F.Fang, P.C.Zhang dan Z.H.Shi. 2013. Impacts of land use Change on Watershed Streamflow and Sediment Yield: An Assessment Using Hydrologic Modelling and Partial Least Squares Regression. *Journal of Hydrology*, 484: 26-37.

- Yan,Q., T.Lei, C.Yuan, Q.Lei, X.Yang, M.Zhang, G.Su dan L.An. 2015. *Effects of Watershed Management Practices On The Relationships Among Rainfall, Runoff, And Sediment Delivery In The Hilly-Gully Region of the Loess Plateau in China.*
- Zégre,N.P., A.Maxwell dan S.Lamont. 2013. Characterizing Streamflow Response of a Mountaintop-Mined Watershed To Changing Land Use. *Applied Geography*, 39: 5-15.
- Zhang, X., Yu, X., Wu, S., and Cao, W. 2008. Effects of Changes In Land Use and Land Cover on Sediment Discharge of Runoff In A Typical Watershed In the Hill and Gully Loess Region of Northwest China. *Frontiers of Forestry in China*. 3 (3): 334–341.
- Zhang, H., and Wang, X. 2007. Land-Use Dynamics and Flood Risk In The Hinterland of the Pearl River Delta: The case of Foshan City. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*. 14 (5):485 - 92.
- Zhang, Y., and Barten, P.K. 2009. *Watershed Forest Management Information System (WFMIS) Environmental Modelling and Software*. 24 (4): 569-575.
- Zhao, Y., Zhang, K., Fu, Y., and Zhang, H. 2012. Examining Land-Use/Land-Cover Change in the Lake Dianchi Watershed of the Yunnan-Guizhou Plateau of Southwest China with remote sensing and GIS techniques: 1974–2008. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*. 9 (11): 3843–65.
- Zhang,L., J.Wang, Z.Bai dan Lv.Chunjuan. 2015. Effects of Vegetation on Runoff and Soil erosion on Reclaimed Land in an Opencast Coal-Mine Dump in a Loess Area. *CATENA*, 128: 44-53.
- Zhang,S., Y.Guo dan Z.Wang. 2015. Correlation Between Flood Frequency and Geomorphologic Complexity of Rivers Network – A Case Study of Hangzhou China. *Journal of Hydrology*, 527: 113-118.
- Zou,C.B., P.F.Ffolliott dan M.Wine. 2010. Streamflow Responses to Vegetation Manipulations Along a Gradient of Precipitation in the Colorado River Basin.

INDEKS

A

Air · 3, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17,
18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26,
31, 33, 34, 6, 8, 12, 15, 16, 17,
19, 24, 30, 31, 39
Alamiah · 8, 13, 15, 21
Algoritma · 10
Alley Cropping · 19

B

Backwater · 16, 17
Biofisik Hidrologis · 8
Biotik · 9
Budidaya · 10, 26

C

Citra Satelit · 26
Curah Hujan · 20, 21, 31, 34, 1, 2,
7, 8
Curah Hujan · 5, 31, 32, 33, 35

D

Daerah Aliran Sungai · 8, 39
DAS · 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11,
12, 13, 17, 20, 21, 22, 23, 24,
25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32,
33, 34, 35, 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 11,
13, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22,
23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 33,
34, 36, 37, 39, 49, 50

Das Tabunio · 3, 11, 12, 29, 32,
33, 34, 1, 5, 6, 12, 18, 21, 22,
26, 27, 29
Debit · 8, 13, 17, 25, 26, 34, 26, 30
Digital Elevation Model (Dem) ·
10
Drainase · 17

E

Ekologis · 3, 13, 25, 30, 39
Ekosistem · 8, 9, 19, 26, 30
Elevasi · 10, 17
Energi Kinetik · 1, 7
Erodibilitas · 8, 9, 11, 36, 39
Erosi · 3, 15, 16, 20, 26, 27, 28,
29, 1, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15,
16, 17, 19, 20, 21, 22, 24, 39
Erosi · 16, 20, 22, 23, 24, 32, 33,
34, 36, 37, 40
Erosivitas · 1, 2, 5, 6, 7, 8, 20, 39

F

Fisik · 9, 16, 20, 21, 27, 34, 8, 14,
21, 39
Fisiografi · 16

H

Hidrologis · 8, 23
hilir · 3, 9, 10, 12, 15, 25, 29, 33,
34, 1, 6, 14, 30

Hulu · 3, 9, 10, 12, 15, 29, 33, 34,
1, 11, 14, 18, 22, 30, 39
Hutan · 3, 9, 10, 17, 19, 20, 24, 25,
26, 34, 17, 18, 19, 24, 30, 31, 39

I

Iklim · 9, 14, 15, 33, 20
Infiltrasi · 18, 20, 21, 23, 25, 34,
16, 19, 20, 27
Intensitas · 15, 18, 19, 20, 25, 31,
1, 2, 7, 15, 16, 39

J

JTACS · 19

K

Kecepatan · 18, 19, 25, 15
Kelerengan · 5, 27, 28, 29, 30, 12,
36
Kemiringan Lereng · 27, 29, 30,
13, 14, 15, 16, 20
Kemiringan Sungai · 16
Kepekaan · 8, 39
Klasifikasi · 3, 20, 23, 26, 28
Komponen · 9, 34, 30
Kondensasi · 31
Konservasi · 17, 18, 30, 32, 33,
36, 54
Krisis · 13, 14

L

Lahan · 5, 8, 21, 22, 23, 24, 27, 23,
24, 33, 36, 37, 53, 54

M

Morfologi · 18

N

NDVI · 26, 27

O

Organik · 24, 8, 12, 20

P

Parameter · 22, 27, 7, 14, 21
Partikel · 6, 7, 9, 12
Pembangunan · 8, 39
Pencemaran · 8
Penginderaan Jauh · 26
Peristiwa Alam · 15
Peta Lereng · 28, 30
Populasi · 9, 24
Pori-Pori · 12
Presipitasi · 31
Produksi · 8, 26

R

rehabilitasi · 34, 18, 30, 31
Restorasi · 8, 10, 39
Run Off · 8, 20, 21, 26

S

Sedimentasi · 13, 15, 16, 27, 28,
14

Sempadan · 12
SIG · 17
Siklus Hidrologis · 8
Skala · 13, 14, 19
Sosial-Ekonomi · 8
Spatial Analysis · 30
Sumber Daya Alam · 10
Sungai · 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16,
17, 20, 25, 26, 29, 34, 12, 14,
20, 25, 30, 39

T

TAMS · 19

Tanah · 9, 10, 14, 18, 19, 20, 21,
23, 25, 26, 33, 34, 35, 2, 6, 7, 8,
9, 12, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 22,
30, 39, 40, 54
Tebing Sungai · 16
Topografi · 5, 27
Tropis · 15

V

Vegetasi · 9, 16, 18, 19, 20, 21, 23,
25, 26, 31, 34, 19, 20, 26, 27,
28, 30, 40

DOKUMENTASI LAPANGAN











TENTANG PENULIS



Prof. Dr. Ir. H. Syarifuddin Kadir, M.Si., dilahirkan di Tamattia Kabupaten Gowa Sulawesi Selatan, pada tanggal 8 April 1963. Penulis menempuh pendidikan S1 di UNHAS, Makassar (lulus tahun 1986), S2 di UNHAS, Makassar (lulus tahun 1996), dan S3 di Universitas Brawijaya, Malang (lulus tahun 2014). Penulis

adalah dosen pada Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat (ULM), di Banjarbaru Kalimantan Selatan sejak tahun 1989 sampai sekarang 2020 dan telah mendapatkan Piagam Tanda Kehormatan Satya Lencana Karya Satya 10 tahun, 20 tahun, dan 30 tahun dari presiden Republik Indonesia.

Penulis telah menerbitkan Prosiding, jurnal Nasional, dan internasional yang di antaranya terindeks Scopus. Kemampuan orasi, presentasi, serta pengetahuan yang luas di bidang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Pengelolaan SDAL membawa penulis menjadi pembicara di berbagai konferensi dan seminar di bidang Pengelolaan DAS dan Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan (PSDAL).

Penulis telah melakukan berbagai riset di bidang Pengelolaan DAS dan PSDAL di antaranya: *The Recovery of Tabonio Watershed Through Enrichment Planting Using Ecologically and Economically Valuable Species in South Kalimantan, Indonesia* (1996), *Power*

Recovery Support Tabunio Watershed Based on Analysis Of Erosion Based on Geographic Information System in the Province of South Kalimantan (2017); Identification of Characteristics of Land Cover in Mangkauk Catchment Area Using Support Vector Machine (SVM) And Artificial Neural Network (2017); Carrying Capacity of Satui Watershed In South Kalimantan Province, Indonesia (2018); Analysis of The Level of Erosion Hazard in The Framework of The Green Revolution In Watershed Maluka Province South Kalimantan (2019).

Penulis selain menjadi dosen juga menjabat sebagai Koordinator Program Magister Ilmu Kehutanan ULM. Penulis juga sebagai anggota Tim Biodiversitas Indonesia, pengurus Forum DAS Provinsi Kalimantan Selatan, dan pengurus Forum PRB Provinsi Kalimantan Selatan.



Nurlina, S.Si., M.Sc, dilahirkan di Bulukumba, Sulawesi Selatan, pada tanggal 14 April 1976. Penulis menempuh pendidikan S1 Geofisika di Universitas Hasanuddin (lulus tahun 1999), S2 Penginderaan Jauh di Universitas Gadjah Mada (lulus tahun 2008), dan sekarang sedang menempuh pendidikan S3 di Universitas Lambung

Mangkurat (bidang Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan). Penulis adalah dosen Program Studi Fisika Fakultas MIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin sejak tahun 2003 dan sebagai Asesor BNSP bidang Geospasial sejak tahun 2017. Kompetensi sebagai Ahli Madya Bidang Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis. Penulis telah mendapatkan Piagam Tanda Kehormatan Satya Lencana Karya Satya 10 tahun dari presiden Republik Indonesia ke 7. Penulis mengajar mata kuliah Geologi Fisik, Geomorfologi, Penginderaan Jauh Kartografi dan Sains Informasi Geografis.



Dr. Ichsán Ridwan, S.Si., M.Kom, dilahirkan di Sidrap Sulawesi Selatan, pada tanggal 7 Juli 1974. Penulis menempuh pendidikan S1 di Universitas Hasanuddin (lulus tahun 1999, bidang kajian Penginderaan Jauh), S2 di Institute Teknologi Sepuluh Nopember (lulus tahun 2007, bidang kajian Pengolahan Citra Digital), dan S3 di Universitas Brawijaya (lulus tahun 2017, bidang kajian Pemodelan Hidrologi).

Penulis adalah dosen Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin sejak tahun 2002 dan telah mendapatkan Piagam Tanda Kehormatan Satya Lencana Karya Satya 10 tahun dari presiden Republik Indonesia ke-7. Penulis mengajar mata kuliah Komputasi, Penginderaan Jauh, dan Sains Informasi Geografi.



Dr. rer. nat. Ir. H. Wahyuni Ilham, M.P., berasal dari kampung Baamang Tengah I Sampit Kalimantan Tengah, lahir pada 28 Januari 1965 merupakan anak sulung dari pasangan bapak Kapten Buchari (alm) dan ibu Hj. Faridah Bachrun (almh). Penulis menempuh pendidikan SD, SMP dan SMA di Sampit. Jenjang Pendidikan

lanjutan S1 di Fakultas Kehutanan ULM Banjarmasin bidang keahlian Ekonomi Hutan/Perencanaan Hutan dibidang Analisis Efisiensi Angkutan Kayu Hutan, S2 di Fakultas Kehutanan UGM Yogyakarta bidang keahlian GIS/Penginderaan Jauh untuk Kesesuaian dan Kemampuan Lahan dan S3 *Faculty of Forestry and Environmental Sciences di Albert-Ludwigs-Universitaet Freiburg, Germany* bidang keahlian *Remote Sensing and Landscape Information Systems*.

Penulis merupakan dosen pengajar dan aktif melakukan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat di Fakultas Kehutanan ULM sejak tahun 1990. Tahun 2010 – 2015 diberi amanah sebagai Ketua Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat ULM. Sesuai dengan kompetensi yang diemban, penulis dipercaya untuk mengampu mata kuliah Analisis Proyek Kehutanan, Perencanaan Hutan, Tata Guna Lahan Hutan, Filsafat Ilmu, GIS, Statistika, Penginderaan Jauh untuk Kehutanan, Sistem Informasi Lahan Terpadu, Inventarisasi Lahan dan Perpetaan Longkungan. Penulis juga merupakan dosen di Program Studi Pascasarjana PSDAL dan Program Studi Pascasarjana Ilmu-ilmu Kehutanan.



Prof. Dr. Ir. Ahmad Kurnain, M.Sc, IPM, dilahirkan di Makassar Sulawesi Selatan pada tanggal 7 April 1963. Pendidikan S1 di Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat (ULM) pada tahun 1990, S2 di Wageningen Agricultural University pada tahun 1998, dan S3 di Universitas Gadjah Mada pada tahun 2005. Pengajar

pada Fakultas Pertanian ULM sejak 1991 dengan matakuliah utama: Dasar Ilmu Tanah, Pengantar Lingkungan Lahan Basah , Tanah Gambut, Kimia Tanah, Emisi GRK Berbasis Lahan, Kualitas Tanah, Pengolahan Tanah dan Produktivitas Lahan, dan Konservasi Lahan Lanjutan. Banyak penelitian terkait lahan gambut dan biogeokimia tanah. Memberikan pembelajaran, penelitian dan pengabdian terkait inventarisasi GRK dan dokumen perencanaan aksi GRK. Pernah sebagai salah satu Anggota Ahli Gambut pada Badan Restorasi Gambut 2016 – 2020. Pengurus nasional Himpunan Ilmu Tanah Indonesia (HITI) dan Himpunan Masyarakat Gambut Indonesia (HGI).