

**TESIS**

**SEDIMENTASI, KEHILANGAN HARA, DAN KERUGIAN  
EKONOMI DI LINGKUNGAN SUB DAS MAMASA**

*SEDIMENTATION, LOSS OF NUTRIENTS, AND ECONOMIC LOSS IN  
MAMASA SUB-WATERSHED*

**NUR ISRA**  
**P032211008**



**MAGISTER PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**TESIS**

**SEDIMENTASI, KEHILANGAN HARA, DAN KERUGIAN EKONOMI DI  
LINGKUNGAN SUB DAS MAMASA**

Disusun dan diajukan oleh

**NUR ISRA**  
**NIM: P032211008**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Magister Pengelolaan Lingkungan Hidup  
Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin

pada tanggal 11 Agustus 2023

dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



**Dr. Ir. Usman Arsyad, M.Si.**  
NIP. 19540107 198503 1 002

Pembimbing Pendamping



**Dr. Ir. Zulkarnain Chairuddin, M.P.**  
NIP.19590919 198604 1 001

Ketua Program Studi  
S2 Pengelolaan Lingkungan Hidup



**Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Si.**  
NIP. 19650810 199103 1 006

Dekan Sekolah Pascasarjana  
Universitas Hasanuddin



**Prof. Dr. Budu, Ph.D., Sp.M (K), M.MedEd.**  
NIP. 19661231 199503 1 009

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Isra

Nomor Pokok : P032211008

Program Studi : Pengelolaan Lingkungan Hidup

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 11 Agustus 2023



## PRAKATA

Penulis berterima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah membantu penulis menyelesaikan penelitian ini.

Perubahan dalam penggunaan lahan, yang menyebabkan erosi dan sedimentasi yang tinggi, mendangkalkan sungai, mengganggu waduk PLTA Bakaru di wilayah hilir DAS, dan menyebabkan kerugian ekonomi, adalah dasar penelitian ini.

Penulis melakukan penelitian tentang analisis sedimentasi menggunakan model SWAT. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung dan menggambarkan tingkat sedimentasi di Sub DAS Mamasa. Selain itu, menganalisis kehilangan hara akibat erosi dan kerugian ekonomi yang disebabkan oleh erosi dan sedimentasi.

Penulis dengan tulus berterima kasih kepada: 1. Bapak Dr. Ir. Usman Arsyad, M.Si, sebagai Ketua Komisi Penasehat, dan Dr. Ir. Zulkarnain Chairuddin, M.P., sebagai Anggota Komisi Penasehat, atas bimbingan mereka; 2. Bapak Prof. Dr. Ir. Hazairin Zubair, M.S., Prof. Dr. Ir. Didi Rukmana, M.S., dan Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M.Sc., yang merupakan anggota tim penguji dalam penelitian.

Makassar, 11 Agustus 2023

Nur Isra

## UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat dan limpahan rahmat, kasih dan sayangNya, baik berupa kesehatan, kesempatan dan keberkahan ilmu pengetahuan sehingga penulis bias menyelesaikan tesis ini. Shalawat dan sala kepada baginda Rasulullah SAW sebagai contoh yang sempurna dalam kehidupan.

Penyusunan tesis ini merupakan salah satu tahap dalam penyelesaian studi pada Program Magister Universitas Hasanuddin. Penyelesaian tesis penelitaian ini merupakan hasil bimbingan dan arahan dari komisi pembimbing dan berbagai pihak lainnya. Penulis mengucapkan terima kasih dan apresiasi kepada Penyusunan tesis ini merupakan salah satu tahap dalam penyelesaian studi pada Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. Penyelesaian tesis penelitian ini merupakan hasil bimbingan dan arahan dari komisi pembimbing dan berbagai pihak lainnya. Penulis mengucapkan terima kasih dan apresiasi kepada: Bapak Dr. Ir. Usman Arsyad, M.Si selaku Ketua Komisi Penasehat, dan Dr. Ir. Zulkarnain Chairuddin, M.P. selaku Anggota Komisi Penasehat atas bimbingannya. Atas segala perhatian, keikhlasan, keluasan waktu dalam membimbing dan menuntun kami baik pada saat perkuliahan, maupun penyusunan tesis ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dekan dan Wakil Dekan, Ketua Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada para dosen yang tidak sempat disebutkan satu persatu atas segala limpahan ilmu dan pengetahuan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan. Atas segala perhatian, keikhlasan, keluasan waktu dalam membimbing dan menuntun kami baik pada saat perkuliahan, maupun penyusunan tesis ini.

Penulis juga mengucapkan apresiasi dan terima kasih kepada Dekan dan Wakil Dekan, Ketua Program Studi Sistem-sistem Pertanian Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada para dosen yang tidak sempat disebutkan satu persatu atas segala limpahan ilmu dan pengetahuan yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan.

Secara khusus dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih setulusnya kepada Ayahanda dan Ibunda atas segala kasih sayang, pengorbanan, perhatian, didikan, dan petunjuknya.

Kepada teman-teman program studi Pengelolaan Lingkungan Hidup, dan mahasiswa Departemen Ilmu Tanah, atas segala motivasi dan telah menjadi teman diskusi yang baik bagi penulis. Demikian juga kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama menjalani pendidikan.

Makassar, 11 Agustus 2023

Penulis

## ABSTRAK

**NUR ISRA.** Sedimentasi, Kehilangan Hara, dan Kerugian Ekonomi Sub DAS Mamasa. (Dibimbing oleh Usman Arsyad dan Zulkarnain Chairuddin)

Kesuburan tanah dan kualitas lahan pertanian mengalami penurunan akibat erosi dan sedimentasi di daerah hulu sub DAS. Penurunan kesuburan tanah ini disebabkan oleh hilangnya unsur hara NPK pada lapisan tanah atas. Erosi dan sedimentasi di daerah hulu Sub DAS Mamasa disebabkan oleh degradasi lahan dan konversi hutan akibat perluasan lahan dan perladangan berpindah untuk kakao, jagung, dan kopi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jumlah sedimen, kehilangan hara dan kerugian ekonomi sebagai dampak sedimentasi di Sub DAS Mamasa. Penelitian ini dilakukan di Sub DAS Mamasa pada bulan Juni hingga September 2022 melalui beberapa tahapan berupa studi literatur, pengumpulan data primer dan sekunder. Kemudian dilanjutkan dengan analisis laboratorium, pembuatan peta dasar untuk proses analisis data. SWAT membutuhkan data masukan berupa tutupan lahan, peta jenis tanah, peta kemiringan lereng, dan data iklim. Simulasi SWAT dilakukan dalam rentang waktu 2012 hingga 2021. Analisis hara sedimen untuk menganalisis kehilangan hara pada lahan pertanian, kerugian ekonomi. Daerah yang memiliki sedimentasi yang tinggi cukup besar terutama pada daerah hulu, sedimentasi yang terjadi akan menyebabkan kekeruhan pada air sungai. Sedimentasi yang terjadi pada bagian tengah merupakan hasil akumulasi dari beban sedimen pada bagian hulu ditambah dengan beban sedimen yang berasal dari wilayah tengah. Sedimentasi di wilayah DAS bagian hilir merupakan akumulasi keseluruhan beban sedimen yang terbawa dari wilayah DAS bagian hulu, tengah, hingga hilir. Kehilangan hara pada lahan pertanian terbesar yaitu pada wilayah hilir sebesar 904.183 kg. Total kehilangan hara untuk seluruh wilayah DAS mencapai 1.978.137 kg atau 1.978 ton. Total kerugian ekonomi sebagai dampak sedimentasi di Sub DAS Mamasa mencapai Rp. 35.947.006.198.

**Kata kunci:** Kehilangan hara, kerugian ekonomi, sedimen, dan Sub DAS Mamasa.

## ABSTRACT

**NUR ISRA.** Sedimentation, Loss of Nutrients, and Economic Loss in Mamasa Sub-Watershed. (Supervised by Usman Arsyad and Zulkarnain Chairuddin)

Soil fertility and the quality of agricultural land have decreased due to erosion and sedimentation in the upstream sub-watershed. This decrease in soil fertility is caused by the loss of NPK nutrients in the topsoil. Erosion and sedimentation in the upstream areas of the Mamasa Sub-watershed are caused by land degradation and forest conversion due to land expansion and shifting cultivation for cocoa, corn, and coffee. This study aims to analyze the amount of sediment, nutrient loss, and economic losses due to sedimentation in the Mamasa sub-watershed. This research was conducted in the Mamasa Sub-watershed from June to September 2022 through several stages in the form of literature studies, primary and secondary data collection. Then proceed with laboratory analysis, making a base map for the data analysis process. SWAT requires input data in land cover, soil type maps, slope maps, and climate data. The SWAT simulation was carried out from 2012 to 2021. Sediment nutrient analysis analyzes nutrient losses on agricultural land and economic losses. Areas with high sedimentation are quite large, especially in the upstream areas. Sedimentation that occurs will cause turbidity in river water. Sedimentation in the middle section results from the accumulation of sediment loads in the upstream section, plus sediment loads originating from the middle region. Sedimentation in the downstream watershed area accumulates the entire sediment load carried from the upstream, middle, and downstream watershed areas. The largest loss of nutrients on agricultural land was in the downstream area of 904,183 kg. The total loss of nutrients for the entire watershed area reached 1,978,137 kg or 1,978 tons. The total economic loss due to sedimentation in the Mamasa sub-watershed reached IDR 35,947,006,198.

**Keywords:** Nutrient loss, economic loss, sediment, and Mamasa sub-watershed.

## DAFTAR ISI

<b>TESIS .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>TESIS .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....</b>	<b>ii</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>viii</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Kerangka Pikir.....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Daerah Aliran Sungai.....	7
2.2 Erosi Tanah dan Sedimentasi .....	9
2.3 Sedimentasi.....	13
2.4 Sistem Informasi Geospasial.....	15
2.5 SWAT ( <i>Model Soil Water Assessment Tool</i> ) .....	15
2.6 Kehilangan Hara.....	17
2.7 Valuasi Ekonomi Dampak Lingkungan .....	19
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3.1 Tempat dan Waktu.....	22
3.2 Alat dan Bahan .....	22
3.3 Tahapan Penelitian/Prosedur kerja .....	24
3.3.1 Studi Literatur.....	24
3.3.2 Tahap Observasi .....	29
3.3.3 Prosedur Analisis SWAT .....	30
3.3.4 Pengolahan Data.....	32

3.3.7 Kalibrasi dan Validasi Data.....	34
3.3.8 Analisis Sifat Kimia Sedimen.....	35
3.3.9 Kerugian Ekonomi.....	35
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>37</b>
4.1 Kondisi umum .....	37
4.1.1 Iklim .....	37
4.1.2 Topografi.....	39
4.1.3 Jenis tanah .....	40
4.1.4 Tutupan lahan.....	41
4.2 Analisis SWAT .....	43
4.2.1 Kondisi Hidrologi.....	45
4.2.2 Pola Sebaran HRU ( <i>Hydrologic Respons Unit</i> ).....	46
4.3 Sedimentasi.....	48
4.4 Kehilangan Hara.....	55
4.5 Kerugian Ekonomi.....	58
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>60</b>
5.1 Kesimpulan.....	60
5.2 Saran .....	60
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka pikir penelitian .....	6
Gambar 2. Diagram Alur Penelitian .....	24
Gambar 3. Siklus Hidrologi dalam SWAT .....	32
Gambar 4 Hasil simulasi kondisi hidrologi Sub DAS Mamasa.....	45
Gambar 5. Peta sebaran HRU Sub DAS Mamasa .....	47
Gambar 6. Kondisi sungai bagian hulu Sub DAS Mamasa .....	52
Gambar 7. Peta sebaran sedimentasi di Sub DAS Mamasa .....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam survey lapangan dan analisis data.....	23
Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam analisis data .....	23
Tabel 3. Wilayah Sub DAS Mamasa Berdasarkan Curah Hujan Tahunan .....	38
Tabel 4. Wilayah Sub DAS Mamasa Berdasarkan Kelerengan .....	39
Tabel 5. Jenis Tanah wilayah Sub DAS Mamasa.....	40
Tabel 6. Karakteristik titik sampel tanah Sub DAS Mamasa.....	41
Tabel 7. Wilayah Sub DAS Mamasa Berdasarkan Tutupan Lahan .....	42
Tabel 8. Luas penutupan lahan pada Sub DAS Mamasa.....	43
Tabel 9. Klasifikasi Sub-Sub DAS pada Sub DAS Mamasa .....	43
Tabel 10. Jumlah HRU berdasarkan penutupan lahan di Sub DAS Mamasa .....	46
Tabel 11. Wilayah Sub DAS Mamasa berdasarkan nilai sedimentasi .....	51
Tabel 12. Hasil analisis unsur hara N, P dan K pada sampel sedimen sungai ...	55
Tabel 13. Unsur hara yang hilang tiap hektar pada lahan pertanian.....	56
Tabel 14. Biaya ganti kehilangan unsur hara (penggunaan pupuk Subsidi) .....	58
Tabel 15. Kerugian ekonomi akibat kehilangan hara (penggunaan pupuk non-Subsidi) .....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Lokasi Penelitian Sub DAS Mamasa.....	64
Lampiran 2. Peta Kemiringan Lereng Sub DAS MAmasa .....	65
Lampiran 3. Peta Jenis Tanah Sub DAS MAmasa.....	66
Lampiran 4. Peta Tutupan Lahan Sub DAS Mamasa.....	67
Lampiran 5. Peta Unit Lahan Sub DAS MAmasa.....	68
Lampiran 6. Tabel Curah Hujan.....	69
Lampiran 7. Tabel Karakteristik Tanah .....	72
Lampiran 8. Tabel uji akurasi citra Sentinel 2B .....	75

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai dibagi menjadi daerah hulu, tengah, dan daerah hilir. Daerah hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase yang lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng lebih besar dari 15% bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase. Sementara daerah hilir DAS merupakan daerah pemafaatan, kerapatan drainase lebih kecil, merupakan daerah dengan kemiringan lereng landai sampai datar (kurang dari 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan air). Ekosisten DAS hulu merupakan bagian yang sama pentingnya dengan daerah hilir karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap seluruh bagian DAS (Asdak, 2014).

Perubahan penggunaan lahan merupakan konsekuensi logis dari pemanfaatan lahan karena pertumbuhan jumlah penduduk. Pencemaran air, tanah dan udara terjadi akibat dari perubahan penggunaan lahan dan penutupan lahan secara signifikan. Tanah dan air sebagai sumber daya alam dalam daerah aliran sungai (DAS) mudah mengalami kerusakan atau degradasi (Arsyad 2010; FAO dan UNEP 1999). Lahan yang telah terdegradasi berat dan menjadi lahan kritis luasnya sekitar 48,3 juta ha atau 25,1% dari luas wilayah Indonesia (Wahyunto dan Dariah 2014).

Degradasi tanah dapat terjadi karena hilangnya unsur hara, penjenuhan tanah, dan erosi. Hal ini mengakibatkan tanah mengalami penurunan produktivitas dan kehilangan kemampuannya dalam mengatur keseimbangan air. Akibat

adanya degradasi hutan dan lahan, maka luas vegetasi hutan efektif menjadi semakin kecil, sehingga tidak dapat lagi berfungsi sebagai Sub sistem perlindungan dalam system DAS secara keseluruhan. Terjadinya perubahan luas vegetasi hutan menyebabkan tanah hutan terbuka yang diperparah dengan pembalakan liar sehingga tanah memadat karena adanya sedimen menutupi pori-pori tanah yang memperbesar limpasan permukaan, memperkecil infiltrasi sehingga banjir terjadi pada hampir setiap musim hujan dan kekeringan pada setiap musim kemarau.

Limpasan permukaan yang besar menghanyutkan butiran-butiran tanah dan pencucian hara tanah lapisan permukaan atas akibatnya tanah menjadi kritis baik sifat kimia maupun fisik sehingga daya dukung lahan terhadap pertumbuhan di atasnya menurun. Proses penghanyutan butiran tanah oleh limpasan permukaan menyebabkan pendangkalan pada alur sungai, bendung, bendungan, waduk, dan saluran-saluran irigasi lainnya serta muara-muara sungai bagian hilir. Kubangun (2016) menyatakan bahwa degradasi lahan akibat erosi yang dipercepat disebabkan oleh aktivitas manusia dalam menggunakan lahan, alih fungsi lahan, serta penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan dan peruntukannya dalam suatu kawasan daerah aliran sungai. Perubahan penggunaan lahan tidak membawa masalah yang serius sepanjang mengikuti kaidah konservasi tanah dan air serta kelas kemampuan lahan. Perubahan tataguna lahan berpengaruh langsung terhadap karakteristik tutupan lahan sehingga akan memengaruhi sistem DAS.

Berdasarkan data Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BPDASHL) Lariang Mamasa (2013) terdapat 141 DAS dan 67 Sub DAS

dalam wilayah Provinsi Sulawesi Barat, yang menurut kualifikasinya sebagian besar dari DAS tersebut termasuk DAS yang perlu dipulihkan yang sebagian besar wilayahnya merupakan lahan kritis. Sub DAS Mamasa, DAS Saddang merupakan Sub DAS lintas provinsi yang berada di wilayah Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat dan melalui beberapa wilayah Kabupaten. Luas Sub DAS Mamasa, DAS Saddang yaitu 104.680,52 ha (berdasarkan dari SK. 304/MENLHK/PDASHL/DAS.0/7/2018 Tentang Penetapan Daerah Aliran Sungai) dan masuk kedalam Sub DAS Prioritas. Di bagian hilir DAS Mamasa terdapat Bendungan PLTA Bakaru dengan luas irigasi 199,85 ha yang terletak di Desa Ulu Saddang, Pinrang. Bendungan ini digunakan sebagai sumber air baku dan irigasi air bagi masyarakat setempat, serta pembangkit listrik tenaga air. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian ini untuk melihat informasi data sedimentasi dan kehilangan hara sebagai target indikator dalam mengevaluasi tingkat degradasi lahan dan menjadi informasi tambahan dalam pengelolaan Sub DAS Mamasa.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Sub DAS Mamasa, DAS Saddang merupakan bagian dari DAS Saddang yang terletak di dua provinsi, yaitu Provinsi Sulawesi Barat dan Sulawesi Selatan yang memiliki luas +104.680,52 Ha. Sub DAS Mamasa, DAS Saddang merupakan Daerah Tangkapan Air Waduk Bakaru yang berperan sebagai sumber air untuk PLTA Bakaru. PLTA Bakaru diharapkan mampu memenuhi kebutuhan listrik untuk kegiatan pembangunan dan industri di Provinsi Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat, tapi dalam perkembangannya ternyata PLTA Bakaru tidak lagi mampu memproduksi energi listrik seperti yang direncanakan. Hal ini terjadi karena kondisi

waduk saat ini akibat sedimentasi mempengaruhi debit inflow. Peningkatan laju sedimentasi di Waduk Bakaru disebabkan oleh adanya degradasi lahan dan konversi hutan akibat perluasan lahan untuk budidaya tanaman kakao, jagung dan kopi. Hal ini juga dipicu dengan adanya konstruksi dan/atau peningkatan akses jalan ke daerah tersebut.

Kondisi sedimentasi atau pengendapan yang terjadi di waduk PLTA Bakaru saat ini sudah sangat memprihatinkan dan berdampak terhadap pengoperasian waduk tersebut tidak optimal lagi. Pada kondisi tertentu, kekeruhan dan kekerasan sedimen yang terbawa bersama aliran air juga dapat menyebabkan kerusakan pada komponen turbin maupun komponen Pembangkit Listrik Tenaga Air lainnya, dan sudah pasti berdampak pula terhadap tenaga listrik yang dibangkitkan oleh PLTA Bakaru. Akibat besarnya sedimentasi yang terjadi pada Waduk PLTA Bakaru, maka ditetapkanlah bahwa hal tersebut merupakan masalah utama yang perlu dan harus mendapat perhatian oleh seluruh pihak yang terlibat dalam pengelolaan PLTA Bakaru.

Erosi dan sedimentasi di kawasan hulu Sub DAS mengakibatkan menurunnya kualitas lahan pertanian seperti menurunnya kesuburan tanah. Penurunan kesuburan tanah ini akibat kehilangan unsur hara NPK yang terjadi di top soil. Keadaan ini menyebabkan berkurangnya produktivitas lahan disertai terjadinya peningkatan biaya yang dibutuhkan untuk mengembalikan tingkat kesuburan tanah. Pendapatan petani menjadi semakin rendah karena bertambahnya pengeluaran untuk membeli pupuk dalam rangka menyuburkan kembali tanahnya sehingga menyebabkan petani menjadi semakin miskin dan

tidak sejahtera. Pertanyaan penelitian yang berusaha untuk dijawab dalam penelitian ini diantaranya:

1. Bagaimana besaran sedimen di Sub DAS Mamasa?
2. Bagaimana besaran kehilangan hara pada kejadian erosi di Sub DAS Mamasa?
3. Bagaimana kerugian ekonomi sebagai dampak erosi dan sedimentasi di Sub DAS Mamasa?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

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

1. Menganalisis sedimen Sub DAS Mamasa.
2. Menganalisis kehilangan hara pada lahan pertanian di Sub DAS Mamasa.
3. Menganalisis kerugian ekonomi sebagai dampak sedimentasi di Sub DAS Mamasa.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

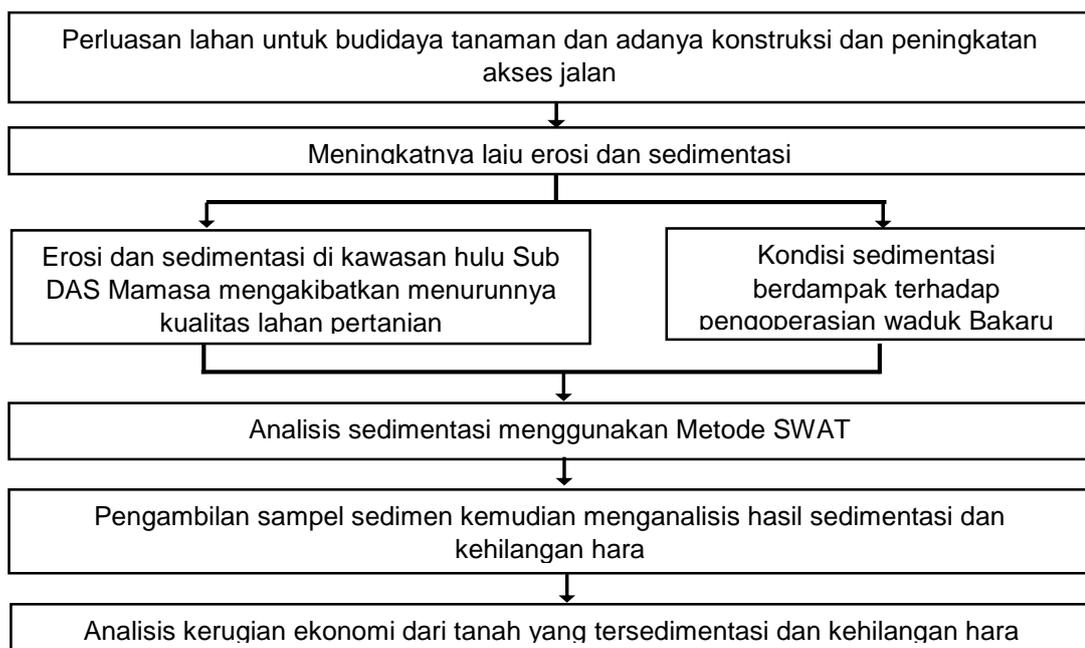
Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan informasi ilmiah mengenai keadaan umum, besaran tanah tersedimentasi dan kehilangan hara serta dampak secara ekonomi bagi masyarakat yang beraktifitas di Sub DAS Mamasa yang dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam tindakan pengelolaan Sub DAS Mamasa.

### **1.5 Kerangka Pikir**

DAS Mamasa merupakan salah satu DAS kritis yang memiliki permasalahan terhadap erosi, khususnya di wilayah bagian hulu. Kondisi topografi di DAS Mamasa banyak didominasi oleh perbukitan dengan tingkat kemiringan

lereng curam. Selain itu, wilayah hulu Sub DAS Mamasa memiliki curah hujan yang tinggi. Kondisi ini sangat memungkinkan terjadi potensi erosi dan sedimentasi serta kehilangan hara.

Analisis dalam penelitian adalah Pendugaan sedimentasi menggunakan model SWAT. Analisis kehilangan unsur hara dengan menganalisis kandungan hara hasil sedimentasi pada masing-masing outlet dan sifat kimia yang terlarut pada aliran permukaan tidak diukur. Selanjutnya dilakukan analisis kerugian ekonomi dari tanah yang tererosi, sedimentasi dan kehilangan hara. Kerangka pikir penelitian ini dirangkum dalam bentuk diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai suatu wilayah daratan yang secara topografik dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (DTA atau *catchment area*) yang merupakan suatu ekosistem daerah unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumberdaya alam (Asdak, 2014).

DAS merupakan suatu megasistem yang kompleks, meliputi sistem fisik (*physical systems*), sistem biologis (*biological systems*), dan sistem manusia (*human system*). Setiap sistem dan Sub-Sub sistem di dalamnya saling berinteraksi, peranan tiap-tiap komponen dan hubungan antar komponen sangat menentukan kualitas ekosistem DAS. Gangguan terhadap salah satu komponen ekosistem akan dirasakan oleh komponen lainnya dengan sifat dampak berantai. Keseimbangan ekosistem akan terjamin apabila kondisi timbal balik antar komponen berjalan dengan baik dan optimal (Setyowati dan Suharini, 2011).

Dalam mempelajari ekosistem DAS, daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi tiga bagian yaitu daerah hulu, tengah, dan hilir. Asdak (2014), menyatakan bahwa secara biogeofisik, daerah hulu DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut: merupakan daerah konservasi, mempunyai kerapatan drainase lebih tinggi, merupakan daerah dengan kemiringan lereng besar (lebih besar dari 15%), bukan merupakan daerah banjir, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh pola drainase

dan jenis vegetasi umumnya merupakan tegakan hutan. Sementara daerah hilir DAS dicirikan oleh hal-hal sebagai berikut: merupakan daerah pemanfaatan, kerapatan drainase lebih kecil, merupakan daerah dengan kemiringan lereng kecil sampai dengan sangat kecil (kurang dari 8%), pada beberapa tempat merupakan daerah banjir (genangan), pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi dan jenis vegetasi didominasi tanaman pertanian kecuali daerah estuaria yang didominasi hutan bakau/ gambut. Daerah aliran sungai bagian tengah merupakan daerah transisi daerah dari kedua karakteristik biogeofisik DAS yang berbeda tersebut di atas.

Kelebihan menggunakan pendekatan DAS, antara lain : 1) pendekatan DAS lebih holistik dan dapat digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara faktor biofisik dan sosial ekonomi lebih mudah dan cepat; 2) DAS mempunyai batas alam yang jelas dilapangan; c) DAS mempunyai keterkaitan yang sangat kuat antara hulu dan hilir sehingga mampu menggambarkan mekanisme hidrologi akibat perubahan karakteristik lanskap. Selain itu, adanya suatu outlet dimana air akan terakumulasi, sehingga aliran air dapat ditelusuri.

Apabila fungsi dari suatu DAS terganggu, maka sistem hidrologi akan terganggu, penangkapan curah hujan, resapan dan penyimpanan airnya sangat berkurang, atau memiliki aliran permukaan (*run off*) yang tinggi. Vegetasi penutup dan tipe penggunaan lahan akan kuat mempengaruhi aliran sungai, sehingga adanya perubahan penggunaan lahan akan berdampak pada aliran sungai. Fluktuasi debit sungai yang sangat berbeda antara musim hujan dan kemarau, menandakan fungsi DAS yang tidak bekerja dengan baik. Indikator kerusakan DAS dapat ditandai oleh perubahan perilaku hidrologi, seperti tingginya frekuensi

kejadian banjir (puncak aliran) dan meningkatnya proses erosi dan sedimentasi serta menurunnya kualitas air (Mawardi, 2010). Sucipto (2008) menyatakan bahwa upaya pengelolaan Daerah Aliran Sungai harus dilaksanakan secara optimal melalui pemanfaatan sumberdaya alam secara berkelanjutan.

## **2.2 Erosi Tanah dan Sedimentasi**

Erosi tanah adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat yang lain oleh air atau angin. Pada peristiwa erosi, tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat terkikis dan terangkut kemudian diendapkan pada suatu tempat lain (Arsyad 2010). Di daerah tropis seperti Indonesia, Dariah et al. (2004) menyatakan bahwa proses erosi merupakan proses penghancuran agregat tanah akibat kekuatan jatuh air hujan dan kemampuan aliran permukaan menggerus permukaan tanah yang kemudian diangkut oleh aliran permukaan sampai ke tempat pengendapan. Proses terjadinya erosi oleh air dibedakan menjadi empat proses, yaitu penggerusan oleh energi kinetik butiran hujan, pengangkutan oleh percikan butiran hujan, penggerusan oleh aliran permukaan serta pengangkutan oleh aliran permukaan (Banuwa 2013). Tanah yang tererosi mengalami kemunduran sifat-sifat kimia dan fisika tanah seperti kehilangan bahan organik dan unsur hara, meningkatnya kepadatan serta ketahanan penetrasi tanah, menurunnya kapasitas infiltrasi tanah serta kemampuan tanah menahan air (Arsyad 2010).

Besarnya erosi ditentukan oleh faktor iklim, topografi, vegetasi, tanah dan manusia. Faktor-faktor tersebut ada yang dapat diubah dan tidak dapat diubah oleh manusia. Iklim, tipe tanah dan kecuraman lereng merupakan faktor yang tidak dapat diubah. Sedangkan faktor yang dapat diubah oleh manusia yaitu vegetasi di

atas tanah, panjang lereng, sebagian sifat tanah seperti kesuburan tanah ketahanan agregat dan kapasitas infiltrasi tanah (Arsyad 2010). Erosi sangat menentukan berhasil tidaknya suatu pengelolaan lahan. Oleh karena itu erosi merupakan faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan penggunaan lahan dan pengelolaannya, dimana salah satu alat bantu yang dapat digunakan dalam perencanaan penggunaan lahan adalah model prediksi erosi.

Prediksi erosi merupakan cara untuk memperkirakan laju erosi yang akan terjadi pada tanah yang dipergunakan dalam penggunaan lahan dan pengelolaan tertentu. Salah satu model untuk menduga erosi dengan model persamaan Universal Soil Loss Equation (USLE). Model ini merupakan model empiris yang didapatkan dari penelitian dan pengamatan selama proses erosi terjadi. Wischmeier dan Smith (1978) telah merangkum data dari ribuan plot dan daerah aliran sungai dengan mempertimbangkan persamaan kehilangan tanah karena hujan. Untuk itu persamaan USLE mengkombinasikan faktor-faktor utama penyebab erosi dan hubungan kuantitatif untuk memprediksi besarnya erosi lembar dan alur akibat air hujan dan aliran permukaan pada suatu daerah tertentu. Penggunaan model ini bisa dihitung dengan bantuan sistem informasi geografis. Setyawan et al. (2017) menyatakan bahwa aplikasi sistem informasi geografis memiliki kemampuan yang baik untuk digunakan sebagai alat bantu dalam perhitungan prediksi erosi melalui pemodelan penggunaan lahan.

Kelebihan model USLE adalah sederhana, nilai-nilai parameter sudah tersedia pada beberapa tempat (Sinukaban 1997). Mudah dikelola, relatif sederhana dan jumlah parameter yang dibutuhkan relatif sedikit (Schmidt dan Tameling 2000). Selain itu, juga berguna untuk menentukan kelayakan tindakan

konservasi tanah dalam perencanaan lahan dan untuk memprediksi nonpoint sediment losses dalam hubungannya dengan program pengendalian polusi (Lal 1994). Pada tingkat lapangan, USLE sangat berguna untuk merumuskan rekomendasi atau perencanaan yang berkaitan dengan bidang agronomi karena dapat digunakan sebagai dasar untuk pemilihan penggunaan lahan dan tindakan konservasi tanah yang ditujukan untuk menurunkan on-site effect dari erosi (ICRAF 2001 dalam Akbar 2006).

Kekurangan dari model USLE adalah (a) tidak akurat untuk prediksi per kejadian hujan (single storm event) karena nilai R merupakan rata-rata tahunan, (b) model erosi untuk agriculture field-scale kurang mengakomodasi deposisi dan produksi sedimen untuk catchment scale, dan (c) tidak memperhitungkan erosi dari hot spots seperti erosi parit, channel erosion, longsor dll (Sinukaban 1997). Adaptasi model tersebut pada lingkungan yang baru memerlukan sumber daya dan waktu untuk mengembangkan database yang dibutuhkan (Nearing et al. 2005).

Pendugaan kehilangan Lapisan Tanah Atas sebagai Erosi Permukaan (Surface Erosion) dan sedimentasi dapat dilakukan melalui berbagai cara, baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif berdasarkan konsep satuan lahan dalam satuan Daerah Aliran Sungai (DAS) atau Sub-DAS. Secara konseptual dan praktis cara-cara pemantauan erosi permukaan dan sedimentasi tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

#### 4. Secara Kualitatif

Erosi permukaan dapat diestimasi berdasarkan adanya kenampakan gejala-gejala erosi permukaan yang tampak, seperti adanya bekas-bekas

percikan material tanah hasil pengelupasan oleh pukulan air hujan (splash erosion), aliran lembaran yang bergerak perlahan di permukaan (sheet erosion), adanya alur-alur kecil hasil goresan aliran limpasan permukaan (rill erosion), parit-parit kecil hasil perkembangan dari alur-alur permukaan oleh goresan aliran limpasan permukaan (gully erosion), kenampakan pemunculan batang pohon dan akar-akarnya akibat goresan aliran air hujan yang melalui batang (stemflow), gundukan tanah dibawah tanaman pohon/kayu akibat pukulan hujan melalui air tembusan (throughfall), melalui aliran tajuk pohon (crown dreep), dan lain-lain masih banyak lagi kenampakan-kenampakan kecil di permukaan akibat tenaga pukulan air hujan dan tenaga aliran limpasan permukaan.

#### 5. Secara Kuantitatif

Pendugaan erosi permukaan dengan menggunakan plot erosi dengan ukuran panjang 22 meter dan lebar 2 atau 4 meter dengan kemiringan plot kurang lebih 9% dan dipasang untuk dicobakan pada berbagai jenis tanaman ataupun kebun campuran. Pada mulut plot erosi dipasang drum terukur (1) sebagai penampung lumpur dan air hujan yang terangkut dan kelebihanannya ditampung dalam drum penampung (2). Berat per satuan volume lumpur ditimbang dikalikan dengan berat jenis (BD) lumpur sehingga dapat diperoleh hasil lumpur dalam gram per liter. Pengukuran erosi permukaan tersebut dikenal dengan pengukuran erosi aktual (metode volumetrik).

#### 6. Secara prediktif kuantitatif

Pendugaan erosi permukaan berdasarkan rumus USLE (Universal Soil Loss Equation) yang dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978) sebagai berikut.

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Keterangan:

A = erosi permukaan (ton/ha/tahun),

R = faktor erosivitas hujan,

K = faktor erodibilitas tanah,

L = faktor panjang lereng,

S = faktor kelerengan lahan,

C = faktor tanaman

P = faktor manajemen lahan

### **2.3 Sedimentasi**

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

Pengukuran sedimen dapat dilakukan secara langsung maupun melalui pendekatan prediksi erosi (Auliyani dan Wahyu 2017). Pengukuran secara langsung dilakukan melalui kuantifikasi hasil sedimen yang keluar bersama aliran sungai melalui outlet DAS, sedangkan pengukuran tidak langsung dilakukan melalui pendekatan hasil prediksi erosi yang terjadi dengan mempertimbangkan nilai Sediment Delivery Ratio (SDR) dari DAS. Nilai SDR merupakan bilangan yang

menunjukkan perbandingan antara nilai jumlah sedimen yang terangkut ke dalam sungai terhadap jumlah erosi yang terjadi di dalam DAS (Arsyad 2010).

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap dibagian bawah kaki bukit, di daerah genangan banjir, di saluran air, sungai, dan waduk. Hasil sedimen (*sediment yield*) adalah besarnya sedimen yang berasal dari erosi yang terjadi di daerah tangkapan air yang diukur pada periode waktu dan tempat tertentu. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai (*suspended sediment*) atau dengan pengukuran langsung di dalam waduk, dengan kata lain bahwa sedimen merupakan pecahan, mineral, atau material organik yang ditransforkan dari berbagai sumber dan diendapkan oleh media udara, angin, es, atau oleh air dan juga termasuk didalamnya material yang diendapkan dari material yang melayang dalam air atau dalam bentuk larutan kimia (Asdak, 2014).

Sedimentasi sendiri merupakan suatu proses pengendapan material yang ditranspor oleh media air, angin, es, atau gletser di suatu cekungan. Delta yang terdapat di mulut-mulut sungai adalah hasil dan proses pengendapan material-material yang diangkut oleh air sungai, sedangkan bukit pasir (*sand dunes*) yang terdapat di gurun dan di tepi pantai adalah pengendapan dari material-material yang diangkut oleh angin. Hembusan angin juga bisa mengangkat debu, pasir, bahkan bahan material yang lebih besar. Makin kuat hembusan itu, makin besar pula daya angkutnya. pengendapan material batuan yang telah diangkut oleh tenaga air atau angin tadi membuat terjadinya sedimentasi (Alie. M.E.R, 2015).

## **2.4 Sistem Informasi Geospasial**

Sistem Informasi Geospasial adalah suatu sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan dan menganalisa informasi informasi yang berkaitan dengan permukaan bumi (Prahasta, 2005). Menurut Baja (2012), GIS merupakan suatu sistem yang andal untuk memproses informasi spasial yang digunakan secara efektif untuk keperluan analisis spasial dan pengambilan keputusan. GIS sering digunakan untuk menggambarkan metode analisis yang mencakup lokasi geografis atau memiliki koordinat spasial (Montana, 2008).

Sistem informasi geografis dapat didefinisikan pula sebagai suatu sistem berbasis komputer untuk menangkap (capture), menyimpan (store) memanggil kembali (retrieve), menganalisis dan mendisplay data spasial, sehingga efektif dalam menangani permasalahan yang kompleks baik untuk kepentingan penelitian, perencanaan dan pelaporan (jurnal) maupun untuk pengelolaan sumberdaya lingkungan menyebut sistem informasi geografi merupakan suatu sistem penunjang keputusan (*Decision Support Sistem*) (Baja, 2012). Teknologi SIG dapat membantu mengintegrasikan berbagai kumpulan data dan menghasilkan analisis spasial untuk pengambilan keputusan dalam berbagai permasalahan lingkungan salah satunya adalah erosi tanah (Jasrotia dan Singh, 2006).

## **2.5 SWAT (*Model Soil Water Assessment Tool*)**

Model SWAT dikembangkan oleh Jeff Arnold pada awal tahun 1990-an. Pada tahun 2000 model SWAT mengalami perkembangan mendasar, dimana

SWAT dapat melakukan perhitungan untuk daerah tropis (Arsyad 2010). SWAT merupakan gabungan dari beberapa model yang dikembangkan oleh *United States Department of Agriculture (USDA)* dan *Agricultural Research Service (ARS)* dari gabungan berbagai model seperti *Simulator for Water Resources in Rural Basin (SWWRRB)*, *Chemical, Runoff, and Erosion from Agricultural Management System (CREAMS)*, *Groundwater Loading Effects on Agricultural Management System (GREAMS)* (Neitsch, et al., 2005).

*Soil and Water Assessment Tool (SWAT)* adalah suatu model terdistribusi yang terhubung dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). SWAT merupakan model hidrologi berbasis fisik (physics based) untuk kejadian kontinyu (continuous event) yang digunakan untuk memprediksi pengaruh pengelolaan lahan terhadap terhadap sumberdaya air, sedimen dan kimia pertanian dalam skala yang besar yaitu Daerah Aliran Sungai yang kompleks dengan jenis tanah, penggunaan lahan, dan kondisi pengelolaan yang bervariasi untuk jangka waktu yang lama (Neitsch, et al., 2005).

Model SWAT memiliki kelebihan lain dibandingkan dengan metode lain (perhitungan langsung dilapangan), karena SWAT berbasis spasial, sehingga sangat efisien secara komputerasi, dan mampu membuat simulasi untuk jangka waktu yang panjang (Neitsch, et al. 2005). Indarto (2019) menambahkan SWAT memiliki kemampuan untuk mensimulasikan sampai skala terkecil (Hydrological Response Unit) dengan periode panjang dengan waktu yang singkat. Model SWAT membagi suatu DAS menjadi beberapa Sub DAS. Sub DAS ini dikelompokkan berdasarkan kesamaan penggunaan lahan dan beberapa

pengaruh sifat lainnya yang dapat berpengaruh terhadap hidrologi dalam DAS tersebut (Staddal, 2015).

Model SWAT digunakan sebagai alat untuk mendukung GIS dan karena potensinya yang berkaitan dengan isu perubahan iklim, perencanaan wilayah, pengelolaan Daerah Aliran Sungai, konservasi sumberdaya alam dan lain-lain, menunjukkan bahwa hal tersebut sangat membantu dalam memberikan masukan dalam pengambilan keputusan (Peraza-Castro, et al.,2018).

## **2.6 Kehilangan Hara**

Peristiwa erosi tidak hanya mengakibatkan hilangnya lapisan olah tanah namun juga dapat mengurangi kesuburan tanah akibat terangkutnya hara tanaman baik dalam aliran permukaan maupun dalam tanah tererosi. Lapisan tanah bagian atas umumnya lebih subur (kaya bahan organik dan unsur hara) dibandingkan dengan lapisan bawah. Tanah yang subur atau produktivitasnya tinggi yaitu tanah yang dapat menyediakan unsur hara yang sesuai bagi kebutuhan tanaman tertentu sehingga produktivitasnya tinggi. Unsur hara dalam tanah dapat berkurang karena terangkut pada waktu panen, pencucian, dan terangkutnya pada waktu proses erosi. Apabila erosi berjalan terus-menerus pada permukaan tanah, maka dengan sendirinya akan terangkut partikel liat dan humus serta partikel tanah lainnya yang kaya akan unsur hara yang diperlukan tanaman (Sarief 1993).

Menurut Arsyad (2010) banyaknya unsur hara yang hilang oleh erosi tergantung pada besarnya erosi dan unsur hara yang terkandung dalam tanah yang tererosi. Daerah dengan curah hujan yang tinggi meningkatkan resiko erosi yang lebih besar. Chen et al. (2013) melaporkan bahwa semakin tinggi curah

hujan, erosi yang terjadi semakin besar dan kehilangan hara N dan P juga semakin besar pada vegetasi penutup tanah.

Petani sayuran pada daerah dataran tinggi umumnya menggunakan pupuk anorganik dan pupuk organik dalam takaran yang lebih tinggi dari dosis yang dianjurkan. Akibatnya dengan kondisi ekosistem lahan sayuran yang rentan terhadap erosi, diperkirakan banyak unsur-unsur hara dari pupuk tersebut hilang terbawa aliran permukaan dan erosi (Dariah, 2007). Unsur-unsur hara yang terbawa aliran permukaan terutama N dan P, akan masuk ke dalam badan air atau sungai, sehingga terjadi eutrofikasi. Pemupukan yang berlebihan menyebabkan pencemaran lingkungan seperti berkurangnya kualitas air tanah. Menurunnya kualitas air tanah dapat disebabkan oleh kandungan sedimen dan unsur yang terbawa masuk oleh air yang bersumber dari erosi, tercuci oleh air hujan dari lahan-lahan pertanian, atau bahan dan senyawa dari limbah industri atau limbah pertanian (Arsyad 2010). Upaya pemupukan akhirnya menjadi tidak efisien, sehingga diperlukan tindakan pencegahan erosi dan kehilangan unsur-unsur hara agar tercipta sistem usaha tani sayuran yang berkelanjutan.

Penurunan atau hilangnya beberapa unsur hara dalam perakaran akibat erosi menyebabkan terjadinya penurunan kesuburan tanah sehingga tanah tidak mampu menyediakan unsur hara yang cukup dan seimbang untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang normal sehingga produktivitas tanah menjadi rendah. Arsyad (2010) menjelaskan mengenai dampak langsung yang ditimbulkan oleh erosi adalah kehilangan lapisan tanah yang baik berjangkarnya akar tanaman, kehilangan unsur hara dan kerusakan struktur tanah, peningkatan penggunaan energy untuk produksi, kemerosotan produktivitas tanah atau bahkan menjadi

tidak dapat digunakan untuk produksi, kerusakan bangunan konservasi dan bangunan lainnya dan pemiskinan petani penggarap/ pemilik tanah.

Lapisan tanah bawah (Sub soil) akan muncul bila lapisan tanah atas (top soil) hilang. Secara kasar dapat dinyatakan bahwa Sub soil ini tidak subur karena sebagian dari zat mineral yang tersisa hanyalah unsur-unsur mineral tertentu yang belum bisa dimanfaatkan oleh tanaman dan ketersediaannya masih terikat oleh koloida-koloida pembentuk tanah. Sub soil sering dinyatakan sebagai lapisan tanah yang kurus dan masih mentah, bahan-bahan organik (humus, sisa-sisa tanaman yang membusuk) tidak dimilikinya serta mikroflora dan mikrofauna tidak ada (Kartasapoetra, 2005). Agar Subsoil ini dapat menjadi media bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang mulus serta menghasilkan harus memperoleh pengolahan dahulu atau dengan lain perkataan harus dimatangkan dahulu. Untuk hal ini akan memakan waktu yang lama dan lamanya tergantung pada jenis batuan induk pembentuk tanahnya. Biasanya pematangan Sub soil akan memakan waktu 2 sampai 5 tahun, dan biayanya sangat besar, kalau tidak tetap akan merupakan tanah gersang (Kartasapoetra, 2005).

## **2.7 Valuasi Ekonomi Dampak Lingkungan**

Aplikasi ekonomi lingkungan ke dalam pengambilan kebijakan bagi perlindungan dan perbaikan lingkungan termasuk pengelolaan DAS mempunyai beberapa permasalahan, seperti identifikasi dan kuantifikasi dampak lingkungan, valuasi keuntungan dan biaya lingkungan serta faktor diskonto (discounting factor). Dampak lingkungan dari pengelolaan DAS mempunyai kompleksitas yang tinggi, kesulitan dalam mengintegrasikan dan kuantifikasi dampak (terutama off-site) dan penilaian keterikatan hubungan dampak hulu dan hilir. Kesulitan ini dapat terjadi

karena dalam program pengelolaan DAS sering dijumpai adanya pemisahan program hulu dan hilir sehingga jarang diintegrasikan besar keuntungan pengelolaan yang diperoleh daerah hilir menjadi keuntungan pengelolaan hulu.

Salah satu manfaat dari tutupan lahan hutan adalah pengendalian erosi tanah. Perubahan penggunaan lahan dari hutan menjadi kebun campuran dan tanaman semusim lainnya telah menyebabkan terjadinya peningkatan erosi di lahan (on site). Penutupan lahan terutama dengan adanya kanopi tanaman hutan yang rapat menyebabkan erosi di kawasan hutan alam relatif lebih rendah dibandingkan kebun. Penilaian dampak on-site akibat perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan menilai kehilangan pendapatan atau biaya yang ditimbulkan akibat erosi tanah. Penilaian dilakukan dengan pendekatan perubahan produktivitas dan biaya ganti. Pendekatan biaya ganti didasarkan pada asumsi bahwa erosi tanah dan aliran permukaan menyebabkan terjadinya pencucian hara dan efektivitas pupuk bagi tanaman lebih rendah yang pada akhirnya akan menyebabkan penurunan produksi (Sihite, 2001).

Penilaian kerugian ekonomi di Hilir (Off-site) meliputi biaya pengerukan sedimen, sedimentasi yang terjadi terus menerus dapat mengancam keberadaan bendungan pada bagian hilir. Adanya sedimentasi akan mengurangi umur ekonomis bendungan. Metode valuasi ekonomi yang digunakan adalah dengan pendekatan biaya perbaikan melalui pengerukan sedimen. Selain biaya pengerukan metode valuasi ekonomi yang digunakan yaitu Nilai Ekonomi Total Keberadaan bendungan dengan pendekatan nilai manfaat multifungsi bendungan. Adanya sedimentasi yang terus menerus dapat mengancam keberadaan waduk, sehingga manfaat multifungsi waduk dapat hilang (Sutrisno et al., 2012).

Berdasarkan penelitian Sutrisno et al., (2012) bahwa besarnya nilai ekonomi total dari keberadaan suatu bendungan merupakan penjumlahan dari nilai ekonomi pencegah banjir, nilai ekonomi produksi listrik, nilai ekonomi air minum, nilai ekonomi air untuk kebutuhan industri, nilai ekonomi air untuk irigasi, nilai ekonomi perikanan dan nilai ekonomi rekreasi.

1. Nilai ekonomi pencegah banjir dihitung berdasarkan rata-rata nilai kerugian setiap tahun apabila terjadi banjir di sepanjang aliran Sungai.
2. Nilai ekonomi produksi listrik (NEPL) dihitung berdasarkan nilai produksi listrik per tahun dikurangi dengan biaya pengerukan sedimen per tahun dan nilai kehilangan kehilangan produksi listrik per tahun.
3. Nilai ekonomi air minum (NEAM) dihitung berdasarkan nilai kebutuhan untuk air minum dikurangi dengan biaya penyediaan air minum.
4. Nilai ekonomi air untuk kebutuhan industri (NEAKI) dihitung berdasarkan nilai ekonomi air untuk industri dikurangi dengan biaya penyediaan air untuk industri.
5. Nilai ekonomi air untuk irigasi (NEI) dihitung berdasarkan perbedaan nilai produksi pertanian jika dengan irigasi dan tanpa irigasi.
6. Nilai ekonomi perikanan (NEP) dihitung dengan menjumlahkan nilai ekonomi perikanan budidaya dan nilai ekonomi perikanan tangkap.
7. Nilai ekonomi rekreasi (NER) dihitung berdasarkan nilai manfaat yang hilang akibat tidak berfungsinya waduk untuk rekreasi.