

**PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP DISTRIBUSI
DAN KONSENTRASI LOGAM Pb, Cd dan Hg DI SEDIMEN
SUNGAI MALILI KABUPATEN LUWU TIMUR**

***THE EFFECT LAND USE ON DISTRIBUTION AND
CONCENTRATION OF Pb, Cd and Hg METALS IN
SEDIMENTS MALILI RIVER, EAST LUWU DISTRICT***

**NURHASMIATI
P032212001**



**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP DISTRIBUSI
DAN KONSENTRASI LOGAM Pb, Cd dan Hg DI SEDIMEN
SUNGAI MALILI KABUPATEN LUWU TIMUR**

***THE EFFECT LAND USE ON DISTRIBUTION AND
CONCENTRATION OF Pb, Cd and Hg METALS IN
SEDIMENTS MALILI RIVER, EAST LUWU DISTRICT***

**NURHASMIATI
P032212001**



**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP DISTRIBUSI DAN
KONSENTRASI LOGAM Pb, Cd dan Hg DI SEDIMEN SUNGAI MALILI
KABUPATEN LUWU TIMUR**

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup

Disusun dan diajukan oleh

NURHASMIATI
P032212001

kepada

**PROGRAM STUDI PENGELOLAAN LINGKUNGAN HIDUP
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

PENGARUH TATA GUNA LAHAN TERHADAP DISTRIBUSI DAN
KONSENTRASI LOGAM Pb, Cd DAN Hg DI SEDIMEN SUNGAI MALILI
KABUPATEN LUWU TIMUR

Disusun dan diajukan oleh

NURHASMIATI
NIM. P032212001

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

pada tanggal 3 Juli 2023

dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

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

Pembimbing Pendamping

Dr. Mahatma Lanuru, ST., M.Sc.
NIP. 19701029 199503 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 DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Distribusi dan Konsentrasi Logam Pb, Cd dan Hg Di Sedimen Sungai Malili Kabupaten Luwu Timur" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi., M.Si sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Mahatma Lanuru., ST., M.Sc sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka disertasi ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (Nature Environment and Pollution Technology Journal (ISSN 2395-3454), Volume 22, No 4) sebagai artikel dengan judul "Distribution and Concentration of Pb, Cd and Hg Metals Due to Land Use Influence on Sediment in Malili River, East Luwu Regency".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 5 Juli 2023



Nurhasmiati
Nurhasmiati
P032212001

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. Atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan makalah proposal rencana penelitian yang berjudul “**Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Distribusi Dan Konsentrasi Logam Pb, Cd Dan Hg Di Sedimen Sungai Malili Kabupaten Luwu Timur**”. Melalui kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan makalah ini utamanya kepada:

1. Bapak **Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi., M.Si** dan Bapak **Dr. Mahatma Lanuru., ST., M.Sc** selaku pembimbing yang telah mencurahkan perhatian, ilmu, dan mengarahkan penulis dalam penyusunan makalah ini.
2. Kedua orang tua bapak **Djuma Siaba** dan ibu **Waru** yang senantiasa mencintai, mendoakan, menjadi motivasi, dan mendidik penulis
3. Ibu **Prof. Dr. Paulina Taba., M.Phil** , Bapak **Prof. Dr. Fahrudin., S.Si., M.Si** dan Bapak **Dr. Miswar Tumpu., ST., MT** selaku penguji yang telah memberikan masukan dan arahan dalam proses perbaikan makalah ini.
4. Bapak **Prof. Dr. Budu, Ph.D., Sp.M (K), M.MedEd** selaku Dekan Sekolah Pascasarjan Universitas Hasanuddin, beserta jajarannya. Kepada Dosen pengajar Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
5. Teman-teman yang telah memberikan bantuan hingga terselesaikannya makalah ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan makalah ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritikan dan masukan dari pembaca sangat bermanfaat bagi penulisan kedepannya. Semoga makalah ini bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Makassar, 5 Juli 2023

Nurhasmiati

ABSTRAK

NURHASMIATI. P032212001. Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Distribusi dan Konsentrasi Logam Pb, Cd Dan Hg Di Sedimen Sungai Malili Kabupaten Luwu Timur. Dibimbing oleh: Muh.Farid Samawi dan Mahatma Lanuru

Tata guna lahan di sekitar DAS Sungai Malili seperti aktivitas pertambangan, pertanian dan pemukiman warga menyebabkan terjadinya pencemaran pada aliran sungai oleh zat pencemar seperti logam berat. Penelitian bertujuan untuk menganalisis konsentrasi dan distribusi Logam Pb, Cd dan Hg pada sedimen, serta hubungan antara konsentrasi logam.dengan ukuran butiran dan kandungan bahan organik total sedimen. Sampel sedimen diambil pada 4 stasiun pengamatan di Sungai Malili Kabupaten Luwu Timur yaitu Sungai Pongkeru, Sungai karebbe, Sungai Kawasule, dan Hulu Sungai Malili. Metode untuk analisis logam Pb, Cd dan Hg menggunakan metode ICP. Ukuran butiran sedimen menggunakan metode pengayakan kering dan kandungan organik sedimen metode *loss on igtion*. Konsentrasi logam berat pada setiap lokasi stasiun dibandingkan dengan standar NOAA tahun 1999. Perbedaan konsentrasi logam Pb, Cd dan Hg dalam sedimen antar stasiun pengamatan diuji menggunakan analisis ragam (ANOVA). Hubungan antara konsentrasi logam dengan ukuran butiran dan kandungan bahan organik diuji menggunakan korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi logam sedimen Pb dan Cd tidak melebihi baku mutu, sementara konsentrasi logam Hg melebihi baku mutu. Tingginya konsentrasi logam Hg menunjukkan terdapat pengaruh aktivitas pertambangan terhadap Sungai Malii. Hasil Uji ANOVA menunjukkan tidak terdapat perebedaan konsentrasi logam antar stasiun pengamatan. Korelasi hubungan konsentrasi logam Pb, Cd dan Hg dengan ukuran butiran dan bahan organik sedimen sangat lemah tidak berpengaruh nyata.

Kata Kunci: Logam Pb, Cd, Hg, Sedimen, Tata Guna Lahan, Sungai Malili

ABSTRACT

NURHASMIATI. P032212001. The Effect Land Use on Distribution and Concentration of Pb, Cd and Hg Metals in Malili River Sediments, East Luwu Regency. Mentored by: **Muh.Farid Samawi and Mahatma Lanuru**

Land use around the Malili River watershed such as mining, agricultural and residential activities cause pollution of the river flow by pollutants such as heavy metals. The study aims to analyze the concentration and distribution of Pb, Cd and Hg metals in sediments, as well as the relationship between metal concentrations with grain size and total organic matter content of sediments. Sediment samples were taken at 4 observation stations in the Malili River of East Luwu Regency, namely the Pongkeru River, Karebbe River, Kawasule River, and Upper Malili River. Methods for metal analysis Pb, Cd and Hg using the ICP method. Sediment grain size using dry sieving method and sediment organic content loss on ignition method. The concentration of heavy metals at each station site was compared to NOAA standards of 1999. Differences in metal concentrations of Pb, Cd and Hg in sediments between observation stations were tested using variance analysis (ANOVA). The relationship between metal concentration and grain size and organic matter content was tested using the Pearson correlation. The results showed that the concentration of Pb and Cd sedimentary metals did not exceed the quality standard, while the concentration of Hg metal exceeded the quality standard. The high concentration of Hg metal indicates the influence of mining activities on the Malii River. ANOVA test results showed no difference in metal concentration between observation stations. The correlation of the relationship of metal concentrations of Pb, Cd and Hg with grain size and very weak sedimentary organic matter had no noticeable effect.

Keywords: Metal Pb, Cd, Hg, Sediment, Land Use, Malili River

DAFTAR ISI

| | |
|--------------------------------------|--------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| PERNYATAAN PENGAJUAN..... | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TESIS..... | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK..... | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 5 |
| C. Tujuan Penelitian..... | 5 |
| D. Kegunaan Penelitian | 6 |
| BAB II | 7 |
| TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| A. Sungai Malili..... | 7 |
| B. Pengaruh Tata Guna Lahan | 8 |
| C. Pencemaran Logam Berat..... | 11 |
| D. Karakteristik Logam Berat | 13 |
| E. Timbal (Pb)..... | 14 |
| F. Kadmium (Cd)..... | 16 |
| G. Merkuri (Hg) | 17 |
| H. Tinjauan Umum Sedimen | 19 |
| I. Kerangka Pikir Penelitian | 22 |
| BAB III | 24 |
| METODE PENELITIAN..... | 24 |
| A. Waktu dan Tempat Penelitian | 24 |
| B. Materi Penelitian | 24 |

| | |
|--|----|
| C. Metode Penelitian | 25 |
| D. Analisis Data | 30 |
| E. Tahapan Penelitian..... | 31 |
| BAB IV..... | 32 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 32 |
| A. Tata Guna Lahan..... | 32 |
| B. Konsentrasi Logam Pb, Cd dan Hg dalam Sedimen..... | 34 |
| 1. Logam Berat Timbal (Pb)..... | 36 |
| 2. Logam Berat Kadmium (Cd) | 40 |
| 3. Logam Merkuri (Hg)..... | 43 |
| C. Hubungan Ukuran Butiran Sedimen dengan Logam Berat Pb, Cd dan Hg | 49 |
| 1. Hubungan Ukuran Butiran Sedimen dengan Konsentrasi Logam Pb..... | 50 |
| 2. Hubungan Ukuran Butiran Sedimen dengan Konsentrasi Logam Cd..... | 51 |
| 3. Hubungan Ukuran Butiran Sedimen dengan Konsentrasi Logam Hg..... | 52 |
| D. Hubungan Bahan Organik Sedimen dengan Konsentrasi Logam Berat Pb, Cd dan Hg..... | 54 |
| 1. Hubungan Bahan Organik dengan Konsentrasi Logam Pb | 55 |
| 2. Hubungan Bahan Organik dengan Konsentrasi Logam Cd..... | 56 |
| 3. Hubungan Bahan Organik dengan Konsentrasi Logam Hg..... | 57 |
| BAB V..... | 59 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | 59 |
| A. Kesimpulan | 59 |
| B. Saran | 59 |
| DAFTAR PUSTAKA | 60 |
| DOKUMENTASI..... | 66 |
| LAMPIRAN | 78 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Baku Mutu Kandungan Logam Berat..... | 21 |
| Tabel 2. Ukuran Butiran Sedimen..... | 29 |
| Tabel 3. Konsentrasi Rata-Rata Logam Berat Pb di Setiap Stasiun Sampling.. | 36 |
| Tabel 4. Konsentrasi Rata-Rata Logam Berat Cd di Setiap Stasiun Sampling.. | 40 |
| Tabel 5. Konsentrasi Rata-Rata Logam Berat Hg di Setiap Stasiun Sampling.. | 44 |
| Tabel 6. Klasifikasi Sedimen Berdasarkan Ukuran Butiran (μm)..... | 49 |
| Tabel 7. Klasifikasi Sedimen Berdasarkan Bahan Organik (%) | 54 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Hilir Sungai Malili..... | 7 |
| Gambar 2. Bentuk Butir Sedimen..... | 21 |
| Gambar 3. Kerangka Pikir Penelitian | 22 |
| Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian (Peta Utuh dari Stasiun 1-4)..... | 24 |
| Gambar 5. Peta Sungai Desa Pongkeru | 25 |
| Gambar 6. Peta Sungai Laskap Karebbe..... | 25 |
| Gambar 7. Peta Sungai Desa Kawasule..... | 26 |
| Gambar 8. Peta Hulu Sungai Malili | 26 |
| Gambar 9. Peta Klasifikasi Tata Guna Lahan Kab Luwu Timur 2022 | 32 |
| Gambar 10. Peta Lokasi Pengambilan Sampel di Setiap Stasiun | 35 |
| Gambar 11. Pola Persebaran Logam Pb di Setiap Stasiun | 37 |
| Gambar 12. Konsentrasi Logam Pb Sedimen di Setiap Stasiun..... | 37 |
| Gambar 13. Pola Persebaran Logam Cd di Setiap Stasiun..... | 41 |
| Gambar 14. Konsentrasi Logam Cd Sedimen di Setiap Stasiun | 41 |
| Gambar 15. Pola Persebaran Logam Hg di Setiap Stasiun..... | 45 |
| Gambar 16. Konsentrasi Logam Hg Sedimen di Setiap Stasiun | 45 |
| Gambar 17. Hubungan Ukuran Butiran dengan Konsentrasi Logam Pb | 51 |
| Gambar 18. Hubungan Ukuran Butiran Sedimen Konsentrasi Logam Cd | 52 |
| Gambar 19. Hubungan Ukuran Butiran dengan Konsentrasi Logam Hg | 53 |
| Gambar 20. Hubungan Bahan Organik dengan Konsentrasi Logam Pb | 56 |
| Gambar 21. Hubungan Bahan Organik dengan Konsentrasi Logam Cd | 57 |
| Gambar 22. Hubungan Bahan Organik dengan Konsentrasi Logam Hg | 58 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1. Hasil Uji Sedimen Kandungan Logam Pb, Cd, dan Hg | 78 |
| Lampiran 2. Perhitungan Kandungan Logam Cd Stasiun 1..... | 79 |
| Lampiran 3. Hasil Uji Butiran dan Bahan Organik | 80 |
| Lampiran 4. Hasil Uji SPSS Anova Kandungan Logam Berat | 81 |
| Lampiran 5. Hasil Uji Gradistat Butiran Sedimen | 83 |

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sungai merupakan sumber air permukaan yang banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Sungai umumnya digunakan untuk tempat penampungan air atau waduk, transportasi, irigasi persawahan, peternakan, kegiatan industri, perumahan, sumber air, irigasi, budidaya perairan dan sarana rekreasi. Banyak aktivitas yang dilakukan di aliran sungai sehingga dapat mengakibatkan pencemaran dan memiliki dampak penurunan kualitas air (Prawita dkk., 2008). Kualitas air sungai dapat tercemari jika terjadi kegiatan yang berdampak terhadap kualitas air sungai namun jika adanya kesadaran masyarakat dan partisipatif yang aktif maka kualitas air sungai dapat terjaga.

Kawasan Tepian Sungai Malili yang terletak pada Kelurahan Malili Kecamatan Malili Kabupaten Luwu Timur, selain memberikan dampak positif berupa ketersediaan sarana dan fasilitas publik, sebagai sarana wisata sungai dan perkuatan tebing sungai yang mana kita ketahui aliran sungai malili merupakan muara pertemuan antara dua sub das yakni yang berasal dari pertemuan hulu sub Das Larona (Sorowako) dan hulu sub Das Pongkeru (Sulawesi Tenggara). Dua sub Das Larona dan sub Das Pongkeru merupakan wilayah yang kegiatan pertambangan terbesar yaitu di sorowako kegiatan pertambangan PT. Vale dan di Pongkeru terdapat pertambangan PT.CLM dan beberapa perusahaan-perusahaan Sulawesi tenggara. Berkembangnya aktivitas penduduk di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) menyebabkan perubahan tata guna lahan seperti bertambahnya aktivitas industri, pertanian, pemukiman, pertambangan yang akan menimbulkan pengaruh terhadap kualitas dan kuantitas air sungai (Priyambada, dkk. 2008). Tidak hanya itu sepanjang aliran sungai tersebut juga banyak kegiatan

alih fungsi lahan hutan menjadi perkebunan merica, illegal logging dan pemukiman warga.

Dikutip dari pemberitaan Kabar news Palopo (2021), pihak Wahana Lingkungan hidup Sulawesi Selatan menuntut PT CLM melakukan Pencemaran Lingkungan sesuai pasal 1 angka 14 Undang-Undang Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan hidup. Tak hanya itu, perusahaan juga dianggap melanggar Pasal 97 sampai 100 beleid tersebut yang mengakibatkan keruhnya sungai malili.

Menurut Peraturan Pemerintah nomor 38 Tahun 2011 Tentang Sungai, dalam mengelola sungai ada beberapa hal yang harus diperhatikan, salah satunya sempadan sungai. Pemerintah telah mengatur bahwa sempadan sungai tidak boleh ditanami tanaman selain rumput dan tidak boleh pula didirikan bangunan. Namun begitu, karena keterdesakannya, banyak warga yang mendirikan bangunan sebagai tempat tinggal. Tidak hanya tinggal di sempadan sungai, mereka juga beraktifitas dan melakukan kegiatan usaha seperti industri rumahan, kegiatan pertambangan, dan pertanian (Yogafanny, 2015).

Dari hasil penelitian Ayyub, dkk (2018) mengatakan bahwa pada hasil penelitiannya tingkat kerusakan ekosistem terumbu karang Kabupaten Luwu Timur, kerusakan tertinggi didapatkan pada stasiun IV (Tanjung Mangkasa Kecamatan Malili) sebesar 86,6%. Salah satu faktor yang menyebabkan karang mati yaitu sedimentasi dan eutrofikasi (25,97%). Pencemaran dan sedimentasi tinggi akibat suplai dari Daerah Aliran Sungai terutama oleh aktifitas penambangan, pertanian maupun oleh limbah rumah tangga, khususnya suplai dari Sungai Salonoa, Sungai Angkona dan Sungai Malili. Menurut penelitian Lanuru dan Yusuf (2018) mengatakan bahwa muara Sungai Malili yang mengalami peningkatan sedimen di muara sungai sehingga dapat menghambat kegiatan penangkapan ikan para nelayan dan juga para kegiatan pengangkutan kapal dari

laut kesungai atau sebaliknya melalui muara sungai Malili. Sejak ada potensi peningkatan pengendapan sedimen di muara sungai muara Malili, penting untuk diperhatikan mempelajari distribusi sedimen dasar dan faktor oseanografi yang mengendalikan distribusi sedimen dasar di muara sungai dan daerah pantai Malili.

Semakin tinggi aktivitas penduduk di sepanjang DAS semakin tinggi pula kemungkinan pencemar yang ada di aliran sungai tersebut. Kandungan Hg, Pb dan Cd sangat berbahaya jika berada di perairan, banyaknya kegiatan disekitaran sungai menjadi penyebab tercemarnya perairan sungai dengan adanya aktivitas transportasi seperti banyaknya kapal penangkap ikan, cat-cat kapal, pemukiman warga, adanya kegiatan alih fungsi lahan dan adanya kegiatan aktivitas tambang khususnya di perairan sungai malili. Pb dan Hg merupakan logam yang dalam konsentrasi kecil bersifat toksik bagi lingkungan maupun ekosistem. yang ada di aliran sungai tersebut. Pencemar yang berada dalam perairan dapat berupa senyawa organik maupun anorganik. Komponen anorganik dapat berupa logam berat seperti Pb, Cu, Zn, Cr, Ni, Hg, dan lain-lain. Keberadaan logam berat di lingkungan dianggap berbahaya karena sifatnya yang *non-degradable* namun masih sering dimanfaatkan dalam aktivitas manusia sehingga produksinya juga semakin meningkat (Sumekar, dkk. 2015). Pencemaran logam berat dapat disebabkan karena adanya kegiatan industri disekitaran sungai. Diantaranya industri transportasi, industri minyak, pertambangan, pertanian dan industri jasa yang dapat menghasilkan limbah dan akan meningkatkan pencemaran pada sungai.

Keberadaan logam berat di perairan dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan manusia yang akan terakumulasi pada jaringan tubuh dan dapat menimbulkan keracunan bagi manusia apabila melebihi batas toleransi dan mengakumulasi sedimen dan biota melalui biokonsentrasi, bioakumulasi, dan biomagnifikasi oleh organisme akuatik. Menurut Mahardika, dkk (2012),

menyebutkan bahwa logam berat masuk ke perairan sebagai bagian dari sistem suspensi dalam air dan sedimen melalui proses penyerapan, pengendapan dan pertukaran ion. Logam berat dapat terakumulasi dalam padatan yang ada dalam perairan seperti sedimen.

Proses pengendapan di perairan dapat menyebabkan pendangkalan dan penurunan kualitas air. Jika kadar sedimen di suatu badan air tinggi, maka tidak hanya menyebabkan pendangkalan sungai yang membahayakan biota, tetapi juga menurunkan kualitas air (Solihuddin, dkk. 2015). Uji kualitas sedimen juga dapat diketahui dengan menguji tekstur sedimen dengan melihat keterkaitan antara butiran sedimen dan bahan organik terhadap parameter kandungan logam berat merupakan suatu tahap penting dalam penilaian kualitas lingkungan perairan.

Sedimen merupakan sebuah pecahan material yang biasanya terdiri atas uraian batuan, baik fisika maupun kimia. Ukuran partikel ini mulai dari yang besar (boulder) hingga sangat halus (koloid) dengan bentuk yang bervariasi seperti bulat, lonjong, dan persegi. Di sisi lain, hasil sedimen biasanya diperoleh dengan mengukur kelimpahan sedimen terlarut dalam sungai (*suspended sediment*). Artinya, sedimen adalah fragmen mineral dan bahan organik yang diangkut dari berbagai sumber dan diendapkan oleh media udara, angin, air, atau oleh es. Ini mengandung mineral yang disimpan oleh padatan tersuspensi dalam air dan larutan kimia (Usman, 2014). Disamping itu sedimen juga merupakan gudang utama untuk polutan kimia yang persisten dan beracun yang dilepaskan ke lingkungan. Pada ekosistem perairan, limbah kimia yang masuk ke dalam badan air tidak mudah terurai pada akhirnya dapat terakumulasi dalam sedimen. Berdasarkan hal tersebut, sedimen dapat menjadi indikator yang sensitif untuk monitoring kontaminan dalam lingkungan perairan (Kruopiene, J. 2007).

Logam berat yang berasal dari aktifitas manusia maupun alam terdistribusi pada partikel sedimen yang memiliki ukuran berbeda. Distribusi logam berat

pada berbagai ukuran partikel dipengaruhi oleh pembentuk sedimen baik secara alami maupun non-alami. Ukuran partikel mempunyai peranan penting dalam distribusi logam berat pada sedimen (Maslukah, 2013).

Banyaknya kegiatan aktivitas perubahan tata guna lahan seperti eksploitasi pertambangan biji nikel yakni di PT Vale dari Hulu sub Das Larona (Sorowako) dan PT CLM dan perusahaan Sulawesi Tenggara dari hulu sub Das Pongkeru (Sulawesi Tenggara) dan adanya kegiatan alih fungsi lahan hutan menjadi perkebunan merica, illegal logging dan pemukiman warga rentan terhadap pencemaran sungai di Malili kabupaten Luwu Timur yang dapat menyebabkan pendangkalan, penurunan kualitas air, membahayakan biota air dan kesehatan manusia. Hal inilah menjadi latar belakang dilakukan penelitian mengenai “Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Distribusi dan Konsentrasi Logam Pb, Cd, dan Hg di Sedimen Sungai Malili Kabupaten Luwu Timur”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana konsentrasi dan distribusi Logam Pb, Cd Dan Hg di Sedimen Sungai Malili Kab Luwu Timur?
2. Bagaimana hubungan ukuran butiran sedimen di setiap stasiun keterkaitannya dengan konsentrasi logam?
3. Bagaimana kandungan organik total dalam sedimen di setiap stasiun?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis konsentrasi dan distribusi logam Hg, Pb, dan Cd dalam sedimen di Sungai Malili Kabupaten Luwu Timur.
2. Menganalisis hubungan ukuran sedimen dengan konsentrasi logam.

3. Menganalisis kandungan organik total dalam sedimen di setiap stasiun.

D. Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini antara lain :

1. Memberikan informasi kepada pemerintah dan masyarakat tentang keberadaan logam Hg, Pb, dan Cd dalam sedimen di Sungai Malili Kabupaten Luwu Timur.
2. Menjadi acuan pengelolaan aktivitas pembangunan dan perairan di Sungai Malili Kabupaten Luwu Timur.
3. Bahan referensi bagi penelitian selanjutnya di Sungai Malili Kabupaten Luwu Timur.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai Malili

Sungai Malili yang berada di kabupaten Luwu Timur merupakan sungai yang berasal dari dua hulu sub das yaitu dari hulu sub das larona (Sorowako) dan hulu sub das pongkeru (Sulawesi Tenggara). Banyaknya aktivitas masyarakat disekitar aliran sungai seperti adanya aktivitas pertambangan, pertanian, wisata (anjungan malili), dan tidak hanya itu seringkali digunakan hilir sungai malili sebagai festival perlombaan perahu kapal.



Gambar 1. Hilir Sungai Malili

Sumber : <https://seringjalan.com/mengenal-kota-malili-kabupaten-luwu-timur/>

Sungai sebagai sumber air tawar yang penting di darat, mengemban misi penting dalam kehidupan sehari-hari masyarakat, tetapi pada saat yang sama, pencemaran sungai, sebagai masalah serius di seluruh dunia, mengancam keselamatan lingkungan dan kesehatan masyarakat (Jin, dkk. 2022). Sungai umumnya digunakan untuk tempat penampungan air atau waduk, transportasi, irigasi persawahan, peternakan, kegiatan industri, perumahan, sumber air, irigasi, budidaya perairan dan sarana rekreasi. Banyak aktivitas yang dilakukan di aliran

sungai sehingga dapat mengakibatkan pencemaran dan memiliki dampak penurunan kualitas air (Prawita dkk., 2008).

Sungai merupakan sumber kehidupan dan tumpuan aktivitas manusia. Dengan kemajuan urbanisasi, orang telah melakukan banyak hal kesepakatan eksploitasi dan pemanfaatan sungai dengan berbagai cara. Namun, transformasi dan penyaluran sungai yang berlebihan, kontrol pintu air proyek, dan pembuangan sejumlah besar polutan industri dan pertanian juga telah mempengaruhi status ekologi sungai untuk derajat yang bervariasi. Akibat pemanfaatan sungai yang tidak wajar, air polusi, air ekologis yang tidak mencukupi dan lingkungan perairan yang menyusut tampaknya telah tersebar luas, dan masalah ekologi sungai menjadi semakin menonjol (Ren, dkk. 2022).

Penggunaan yang berkepanjangan agrokimia sintetis, irigasi lahan pertanian dengan limbah kota dan industri yang tidak diolah, pembuangan limbah yang tidak tepat air limbah industri dan sisa limbah, dan berbagai industri lainnya aktivitas adalah faktor penyebab utama logam berat dan lainnya polutan yang terakumulasi di tanah dan sungai selama proses urbanisasi (Tauqeer dan Turan. 2022). Banyak polutan organik dan anorganik yang dihasilkan oleh manusia dapat tetap berada di alam dalam jangka waktu yang lama. Sebagai racun ini menyebar dan membusuk di air tanah dan tanah, mereka akan membahayakan ekosistem perairan. Secara bersamaan, polutan dapat menyebabkan kerusakan parah pada kesehatan manusia dan populasi biologis melalui proses akumulasi dan amplifikasi (Akram, dkk. 2018).

B. Pengaruh Tata Guna lahan

Tata guna lahan merupakan bagian penting yang mempunyai pengaruh pada kualitas air sungai. Berkebangnya aktivitas penduduk di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) seperti bertambahnya aktivitas industri, pertanian,

pemukiman, pertambangan yang akan menimbulkan pengaruh terhadap kualitas dan kuantitas air sungai (Priyambada, dkk. 2008). Pada pertambangan nikel yang merupakan daerah ultrabasa terdapat lapisan batuan yang mengandung mineral serta logam berat yang apabila terlepas dapat mencemari lingkungan sekitar kerusakan yang cukup signifikan berdampak terhadap air dan sedimen, dimana air mengalami penurunan kualitas air. Sedangkan untuk sedimen, partikel tersuspensi dapat dengan cepat mencapai sungai dan muara sungai (Suharjo, dkk. 2022). Sisa dari Aktivitas penambangan (tailing) mengandung logam berat Cu, Zn Unsur logam berat ini dapat terakumulasi dalam tubuh organisme sebagai akibat terjadinya interaksi antara logam berat dan sel atau jaringan tubuh organisme tersebut. Limbah tailing yang dibuang ke badan Sungai Baturusa diperkirakan telah mempercepat laju sedimentasi yang dapat meningkatkan kerusakan lingkungan perairan (Mentari, dkk. 2017).

Industri pertambangan memberikan keuntungan secara finansial yang dapat meningkatkan perekonomian Negara, namun pengelolaan dan eksploitasi sumber daya alam terutama sektor pertambangan dapat berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan baik fisik maupun sosial. Pada kegiatan penambangan dan pengolahan bijih nikel akan menimbulkan produk air limbah yang dibuang ke sumber air atau badan air. Potensi kerusakan lingkungan yang terjadi diakibatkan kegiatan pertambangan umumnya dilakukan di kawasan hutan sehingga dapat menyebabkan pencemaran di Daerah Aliran Sungai (DAS) (Ali, dkk. 2019). Dampak yang dapat dilihat langsung akibat kegiatan pertambangan adalah meningkatnya kekeruhan perairan pesisir di sekitar daerah penambangan. Peningkatan kekeruhan ini selanjutnya dapat memengaruhi habitat ikan dan daerah penangkapan ikan (Sarianto, dkk. 2016).

Terbentuknya lubang tambang, tailing, vegetasi tercekam (*stressed vegetation*) dan lahan terbuka (*unvegetated land*). Perubahan penggunaan

tutupan lahan tersebut lebih lanjut menyebabkan kerusakan lahan dan pencemaran perairan. Pengupasan tanah di atas lapisan mengakibatkan perubahan topografi, hidrologi dan kestabilan lereng. Penggunaan mesin untuk pembersihan lahan, penggalian tanah dan penyemprotan air membentuk lumpur serta menyebabkan sedimentasi dan kekeruhan. Dampak lainnya meliputi terbentuknya lubang tambang, vegetasi tercekam dan pencemaran pada badan air (Romiyanto, dkk. 2015). Kondisi lingkungan yang rusak seperti kerusakan lahan karena pengerukan dan penggalian tanah oleh buldozer, kerusakan hutan, pencemaran udara oleh aktivitas pengangkutan nikel mentah, kerusakan jalan, pencemaran air, pencemaran udara, kebisingan oleh bunyi alat-alat berat dan truk pengangkut yang lalu-lalang (Sarban dan Harudu, 2016).

Aktivitas tambang batu bara dan nikel mengandung berbagai mineral dan unsur anorganik yang berbentuk ion terlarut dalam air rembesan dan keberadaannya melimpah pada endapan. Air rembesan dari pertambangan ini diindikasikan mengandung logam berat yang dapat mencemari badan perairan. Pencemaran pertambangan terhadap tanah bersifat tidak langsung. Perombakan mineral dan bahan anorganik serta racun akan menimbulkan pencemaran air. Dampak pertambangan lainnya berupa terjadinya pemadatan tanah oleh alat-alat pertambangan dan erosi akibat pembukaan lahan (Afrianti dan Agus, 2020).

Posisi sungai yang berdekatan dengan pemukiman warga, sangat mudah ditemukan berbagai jenis industri seperti, perbengkelan, industri pembuatan barang dari aluminium, pengecatan drum, keramik, tekstil, farmasi, tempat pelelangan ikan (TPI), pasar dan lain-lain. Kegiatan industri tersebut memungkinkan limbah cair ataupun padat mengalir menuju DAS, ditambah lagi dengan limbah rumah tangga oleh warga sekitar. Hal ini memicu terjadinya permasalahan-permasalahan yang timbul di DAS baik dari segi estetika maupun dari segi kualitas sungai tersebut. Kurangnya kesadaran warga dalam

memelihara sungai dikhawatirkan dapat mengurangi fungsi dari sungai dan juga dapat menimbulkan pencemaran sungai (Harahap, dkk. 2020).

Keberadaan air, baik secara kuantitas maupun kualitas yang keluar dari kawasan hutan sangat dipengaruhi oleh kondisi tutupan hutan yang ada. Banyaknya intervensi manusia terhadap kawasan hutan menyebabkan kondisi sumberdaya air dari kawasan hutan menjadi terganggu. Banyak aliran sungai dari dalam kawasan hutan di Indonesia disinyalir telah terkontaminasi zat pencemar akibat berbagai aktivitas manusia yang mulai merambah ke dalam kawasan hutan lindung, baik berupa pemukiman, ladang berpindah, persawahan maupun penebangan liar. Pentingnya hutan dalam menjaga kualitas air ditunjukkan juga dari hasil penelitian di Costa Rica yang menyebutkan bahwa adanya implementasi program DAS berhutan telah menurunkan tingkat sedimentasi sampai 69% dan mampu mengurangi biaya perbaikan kualitas air sebesar USD 2.000 tiap bulan (Supangat, 2013).

C. Pencemaran Logam Berat

Logam berat timbal, kadmium, dan merkuri merupakan logam yang memiliki toksisitas yang sangat tinggi dan banyak dihasilkan oleh sebagai limbah industri. Keberadaan logam di lingkungan yang melebihi batas aman merupakan indikasi dari pencemaran lingkungan dari kegiatan manusia seperti kegiatan industri-industri yang menghasilkan limbah logam berat contohnya hasil ikan di laut Jawa terdapat adanya kandungan logam berat (Pb, Cd, Hg) di perairan laut Jawa, memungkinkan adanya kontaminasi oleh logam berat yang disebabkan oleh kegiatan industri disekitar laut Jawa (Hananingtyas, 2017).

Logam berat masuk kedalam badan air melalui air hujan, limpasan permukaan, pengikisan dan pelapukan batuan mineral, serta limbah dari aktivitas manusia yang mengandung logam sehingga mencemari lingkungan. Kelarutan

logam berat dalam air bisa dapat meningkat atau menurun sesuai dengan kondisi lingkungan perairan. Logam berat yang masuk ke badan air sungai dan laut akan dikeluarkan dari badan air oleh organisme akuatik melalui tiga proses yaitu yang dikenal sebagai pengendapan, adsorpsi, dan absorbs (Aprilia, 2021).

Unsur logam berat mempunyai densitas $> 5 \text{ g/cm}^3$ dalam air laut, logam berat terdapat dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Dalam kondisi alami ini, logam berat dibutuhkan oleh organisme untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Peningkatan kadar logam berat dalam air sungai umumnya disebabkan oleh masuknya limbah industri, pertambangan, pertanian dan domestik yang banyak mengandung logam berat. Peningkatan kadar logam berat dalam air akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk berbagai proses metabolisme akan berubah menjadi racun bagi organisme akuatik (Yudo, 2006).

Adanya pembuangan berbagai jenis limbah dan sampah yang mengandung beraneka ragam jenis bahan pencemar ke badan perairan, baik yang dapat terurai maupun yang tidak dapat terurai akan menyebabkan semakin berat beban yang diterima oleh sungai tersebut. Salah satu pencemar yang menyebabkan rusaknya tatanan lingkungan hidup yaitu limbah yang mengandung logam berat. Pencemaran logam berat dapat ditemukan dalam badan air dan juga dalam bentuk padatan yang terdapat dalam perairan seperti sedimen. Kontaminasi logam berat pada ekosistem perairan secara intensif berhubungan dengan pelepasan logam berat oleh limbah domestik, industri dan aktivitas manusia lainnya. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yang sulitdidegradasi, sehingga terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit dihilangkan. Logam berat dapat terakumulasi dalam biota perairan seperti kerang, dan ikan serta didalam sedimen (Budiastuti, dkk. 2016).

D. Karakteristik Logam Berat

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Sebagai contoh, bila unsur logam besi (Fe) masuk ke dalam tubuh, meski dalam jumlah yang sedikit berlebihan, biasanya tidaklah menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap tubuh. Karena unsur besi (Fe) dibutuhkan dalam darah untuk mengikat oksigen, sedangkan unsur logam berat baik itu logam berat beracun yang dipentingkan seperti tembaga (Cu), bila masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebihan akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh. Jika yang masuk ke dalam tubuh organisme hidup adalah unsur logam berat beracun seperti hidrargyrum (Hg) atau disebut juga air raksa/merkuri, maka dapat dipastikan bahwa organisme tersebut akan langsung keracunan (Putranto, 2011).

Logam berat adalah salah satu polutan beracun yang dapat menyebabkan kematian (lethal), dan non-kematian (sublethal) seperti gangguan pertumbuhan, perilaku dan karakteristik morfologi berbagai organisme akuatik. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh kemudian mengalami absorpsi. Penyerapan logam dapat terjadi diseluruh saluran pencernaan, tetapi lambung adalah tempat penyerapan yang penting. Tempat utama untuk penyerapan logam disaluran udara adalah alveoli paru-paru untuk hewan darat dan insang untuk hewan air. Logam yang diserap akan didistribusikan dengan cepat keseluruh tubuh. Tingkat distribusi kemasing-masing organ terkait dengan aliran darah, membran sel, dan afinitas komponen organ terhadap logam. Setelah didistribusikan, logam dapat terakumulasi ditubuh organisme air. Jika manusia mengkonsumsi organisme air yang mengandung logam berat maka akan memberikan dampak merugikan bagi

kesehatan manusia seperti radang tenggorokan, nyeri kepala, dermatitis, alergi, anemia, gagal ginjal, pneumonia, dan lain sebagainya (Pratiwi, 2020).

Logam berat merupakan logam toksik yang berbahaya bila masuk ke dalam tubuh melebihi ambang batasnya. Logam berat menjadi berbahaya disebabkan proses bioakumulasi. Bioakumulasi berarti peningkatan konsentrasi unsur kimia tersebut dalam tubuh makhluk hidup sesuai piramida makanan. Logam berat dapat terakumulasi melalui rantai makanan, semakin tinggi tingkatan rantai makanan yang ditempati oleh suatu organisme, akumulasi logam berat di dalam tubuhnya juga semakin bertambah. Dengan demikian manusia yang merupakan konsumen puncak, akan mengalami proses bioakumulasi logam berat yang besar di dalam tubuhnya dan dapat menimbulkan efek negatif dalam kehidupan makhluk hidup seperti mengganggu reaksi kimia, menghambat absorpsi dari nutrien-nutrien yang esensial (Hananingtyas, 2017).

E. Timbal (Pb)

Timbal (Pb) termasuk dalam kelompok logam yang beracun dan berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup. Limbah Timbal (Pb) dapat masuk ke badan perairan secara alamiah yakni dengan pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Penggunaan Pb dalam skala yang besar dapat mengakibatkan polusi baik di daratan maupun perairan. Logam Pb yang masuk ke dalam perairan sebagai dampak dari aktifitas manusia dapat membentuk air buangan atau limbah dan selanjutnya akan mengalami pependapan yang dikenal dengan istilah sedimen (Budiastuti, 2016).

Mengacu pada SNI No.7387 Tahun 2009 mengenai batas maksimum logam berat dalam makanan, kadar Pb yang diperbolehkan dalam tubuh biota air yaitu sebesar 1,5 mg/kg (Wardani, dkk. 2014). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian

Pencemaran Air Pasal 1, pencemaran air merupakan masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh berbagai kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya, kualitas kadar logam timbal pada sungai adalah $<0,03$ (Ahmad, dkk. 2021). Namun pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 mengenai penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup tentang baku mutu air sungai, logam Timbal (Pb) terlarut pada kelas 1 : 0,03 mg/L, kelas 2 : 0,03 mg/L, kelas 3 : 0,03 mg/L dan kelas 4 : 0,5 mg/L.

Kadar Pb yang secara alami dapat ditemukan dalam bebatuan sekitar 13 mg/kg. Khusus Pb yang tercampur dengan batu fosfat dan terdapat didalam batu pasir (*sand stone*) kadarnya lebih besar yaitu 100 mg/kg. Pb yang terdapat di tanah berkadar sekitar 5 - 25 mg/kg dan di air bawah tanah (*ground water*) berkisar antara 1- 60 $\mu\text{g/L}$. Secara alami Pb juga ditemukan di air permukaan. Kadar Pb pada air telaga dan air sungai adalah sebesar 1 -10 $\mu\text{g/L}$. Dalam air laut kadar Pb lebih rendah dari dalam air tawar (Sudarmaji, dkk. 2006).

Timbal dapat terakumulasi dalam tubuh organisme air. Jika organisme air yang terakumulasi timbal dikonsumsi oleh manusia, maka timbal akan memasuki tubuh manusia dan menyebabkan gangguan. Beberapa peneliti telah melaporkan beberapa efek timbal terhadap kesehatan manusia. Timbal dapat mengganggu sistem reproduksi pria dengan menurunkan kualitas semen. Paparan timbal sebesar 5.29–7.25 $\mu\text{g/dl}$ dapat menurunkan kualitas semen pada pria. Bila konsentrasi timbal dalam darah lebih besar dari 20 $\mu\text{g/dl}$ dapat menurunkan hemoglobin dan meningkatkan risiko terkena anemia dan terdapat 28 orang dari 33 pekerja (84,8%) dalam pengecoran logam menderita gangguan fungsi hati (Pratiwi, 2020).

F. Kadmium (Cd)

Kadmium juga dikategorikan sebagai bahan beracun dan berbahaya/B3. Konsentrasi kadmium yang diizinkan dalam air adalah 0,01 mg/L (PP No 82 Th 2001 Mengenai Kualitas Air). Kadmium dapat memasuki perairan melalui berbagai aktivitas manusia seperti kegiatan industri, pertanian dan rumah tangga. Di perairan, toksisitas kadmium akan lebih tinggi pada salinitas rendah. Hal ini dikarenakan pada salinitas rendah akan menyebabkan peningkatan konsentrasi kation Cd bebas sehingga menurunkan pembentukan molekul kompleks anorganik maupun organik. Kation Cd bebas akan masuk ke dalam tubuh organisme sehingga meningkatkan toksisitas. Kenaikan toksisitas juga dapat disebabkan karena adanya perubahan kemampuan osmotik dan regulasi ionik pada salinitas rendah (Pratiwi, 2020).

Perindustrian semakin maju beberapa diantaranya menggunakan logam kadmium sebagai bahan pembantu seperti industri pelapisan logam, PVC/ plastik, dan baterai/ aki. Kadmium juga berasal dari pupuk fosfat, endapan sampah, limbah dari penggunaan batu bara dan minyak. Kadmium sendiri termasuk dalam logam berat yang berbahaya berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 1999 tentang pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun. Kadmium dapat membahayakan kesehatan manusia, penyakit paling terkenal akibat keracunan Cd ini adalah *itai-itai disease* disepanjang sungai Jinzu, Jepang (Rachmaningrum, dkk. 2015).

Unsur logam berat kadmium tidak berbau dan memiliki bioakumulasi yang tinggi. Karakteristik logam kadmium mirip dengan logam seng (Zn), yang mana logam Cd mudah diserap manusia, jaringan tumbuhan dan hewan. Kadmium beracun bagi semua organisme dan dapat memasuki tubuh manusia dalam berbagai cara. Ketika Cd atau senyawa terkaitnya diserap ke dalam tubuh

manusia, mereka dapat menyebabkan beberapa atau semua gejala seperti air liur berlebih, kesulitan bernapas, mual, muntah, sakit perut, anemia, gagal ginjal, dan diare. Selain itu, ketika debu atau asap Cd terhirup, kadmium dapat menyebabkan tenggorokan kering, sakit kepala, nyeri dada, batuk, peningkatan kegelisahan, dan komplikasi bronkial. Kadmium juga memiliki pengaruh yang sangat negatif pada sistem metabolisme, bahwa Cd dapat menyebabkan kerusakan ginjal hingga kematian (Aprilia, 2021).

Peningkatan konsentrasi logam berat dalam sedimen waduk dan sungai akan lebih tinggi akibat pencemaran oleh kegiatan manusia, jika dibandingkan dengan akibat dari proses alami melalui pelapukan biologi. Logam berat dalam penelitian yaitu kadmium (Cd) yang memiliki sifat toksik yang tinggi. Logam berat ini termasuk dalam limbah B3 yang berbahaya kadmium (Cd) merupakan logam berat yang sulit mengalami degradasi sehingga dapat bertahan lama dalam perairan kemudian penyusun terbesar dari terbentuknya sedimen, partikulat tersebut berpotensi sebagai sumber polusi sekunder pada kolom air. Kadmium (Cd) sangat berbahaya karena tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup dan dapat terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik (Jais, dkk. 2020).

G. Merkuri (Hg)

Merkuri merupakan satu-satunya logam yang berada dalam bentuk cair pada suhu normal. Merkuri terdapat di alam dalam bentuk logam, garam anorganik dan garam organik. Dalam bentuk garam anorganik merkuri dapat menyebabkan kerusakan hati dan ginjal, karena timbunan Hg yang paling tinggi dalam “organ dalam” manusia terjadi di hati dan ginjal. Komponen merkuri yang paling berbahaya adalah metil-merkuri (merkuri organik), yang dapat menyebabkan

kematian kelainan saraf yang tidak dapat diperbaiki dan kelainan genetika. Apabila dibandingkan dengan komponen merkuri lainnya, komponen metil merkuri mempunyai kemungkinan paling rendah terkontaminasi dalam tubuh manusia dan paling lambat diekskresikan (Yudo, 2006).

Merkuri dalam sedimen sungai, kontaminasi merkuri dalam sedimen sungai terjadi karena proses alamiah (pelapukan batuan termineralisasi), proses pengolahan emas secara tradisional (amalgamasi), maupun proses industri yang menggunakan bahan baku mengandung merkuri. Untuk mengetahui sumbernya, kontaminasi merkuri ini perlu diperhatikan dengan cermat karena tidak adanya standar baku mutu untuk kadar merkuri dalam sedimen sungai. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 18 Tahun 1999 baku mutu zat pencemar dalam limbah untuk parameter merkuri adalah 0,01 mg/L atau 10 ppb. Pada Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 mengenai penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup tentang baku mutu air sungai, logam Merkuri (Hg) terlarut pada kelas 1 : 0,001 mg/L, kelas 2 : 0,002 mg/L, kelas 3 : 0,002 mg/L dan kelas 4 : 0,005 mg/L. Nilai ambang batas ini sangat rendah jika dipakai untuk mengevaluasi hasil analisa Hg dalam sedimen sungai (Widiastuti, 2018).

Merkuri tidak dapat didegradasi oleh bakteri sehingga dapat menumpuk di perairan. Merkuri dapat masuk ke dalam air karena aktivitas penambangan, residu pembakaran batubara, limbah pabrik, fungisida, pestisida, limbah rumah tangga dan sebagainya. Pada tahun 1956, di teluk Minamata Jepang, ada kasus keracunan merkuri dari pabrik kimia. Limbah pabrik yang mengandung merkuri masuk ke teluk Minamata kemudian menumpuk di ikan dan kerang. Ikan dan kerang kemudian dikonsumsi manusia sehingga merkuri juga menumpuk pada manusia. Tingginya kadar merkuri dapat menyebabkan ataksia, penurunan kemampuan bicara dan pendengaran, tremor, disartria. Pada tingkat akut, gejala-gejala ini biasanya memburuk disertai dengan kelumpuhan, kegilaan, jatuh

kedalam koma dan akhirnya kematian. Keracunan merkuri tidak hanya terjadi pada manusia dewasa, tetapi juga terjadi pada janin. Merkuri dapat menyebabkan kerusakan otak pada janin yang ibunya terkontaminasi merkuri (Pratiwi, 2020).

Logam berat merkuri (Hg) yang terlepas ke lingkungan, khususnya ke sungai dapat berpengaruh buruk bagi makhluk hidup. Merkuri yang masuk ke badan perairan seringkali berbentuk Hg unsur (Hg°) dengan tingkat densitas tinggi. Sedimen menjadi faktor penting yang berpengaruh dalam proses transformasi Hg, merupakan tempat penghasil metil merkuri dan faktor yang berpengaruh terhadap biomagnifikasi dalam rantai makanan. Merkuri dapat tenggelam dalam dasar perairan dan mengalami akumulasi pada sedimen. Oleh mikroorganisme, merkuri akan diubah menjadi metil-merkuri (Me-Hg) yang beracun dan mempunyai daya ikat kuat dan kelarutan tinggi dalam biota perairan (Muryani, dkk. 2021).

H. Tinjauan Umum Sedimen

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya. Sedimen umumnya mengendap di bagian bawah kaki bukit, didaerah 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. Proses erosi terdiri atas tiga bagian yaitu, pengelupasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*sedimentation*) (Artia dan Fatima, 2018).

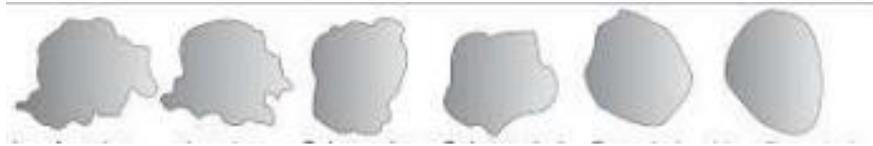
Batuan sedimen terjadi akibat pengendapan materi hasil erosi. Materi hasil erosi terdiri atas berbagai jenis partikel, yaitu ada yang halus, kasar, berat dan ada juga yang ringan. Cara pengangkutannya pun bermacam-macam seperti terdorong (*traction*), terbawa secara melompat-lompat (*saltation*), terbawa dalam bentuk suspensi dan ada pula yang larut (*solution*) (Gusrianda, dkk. 2020).

Tanah atau bagian-bagian tanah yang terangkut oleh air dari suatu tempat yang mengalami erosi pada suatu daerah aliran sungai (DAS) dan masuk kedalam suatu badan air secara umum disebut sedimen. Sedimen yang dihasilkan oleh proses erosi dan terbawa oleh aliran air akan diendapkan pada suatu tempat yang kecepatannya melambat atau terhenti. Peristiwa pengendapan ini dikenal dengan peristiwa atau proses sedimentasi (Mananoma, dkk. 2014). Pada saat pengikisan terjadi, air membawa batuan mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut. Pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, batuan diendapkan di daerah aliran air (Hambali dan Apriyanti, 2016).

Partikel-partikel kasar yang bergerak sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan muatan sedimen dasar (*bed load*). Adanya muatan sedimen dasar ditunjukkan oleh gerakan partikel-partikel dasar sungai. Gerakan itu dapat bergeser, menggelinding, atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Gerakan ini kadang-kadang dapat sampai jarak tertentu dengan ditandai bercampurnya butiran partikel tersebut bergerak ke arah hilir (Mananoma, dkk. 2014).

Perbedaan karakteristik suatu batuan, terutama batuan sedimen, dipengaruhi oleh kandungan mineral yang ada di dalamnya, asal atau karakteristik dari mineral itu sendiri, kondisi pembentukan mineral tersebut, dan kondisi dari lingkungan pengendapan material sedimen (Purasongka, 2015). Bentuk butir sedimen merupakan parameter yang menunjukkan jauh dekatnya proses transportasi yang terjadi pada batuan tersebut. Jika batuan tersebut memiliki bentuk butir yang menyudut maka dapat disimpulkan batuan tersebut itu tertransportasi tidak jauh dari batuan asalnya. Bentuk butir ini dapat dilihat menggunakan batuan loupe dan membandingkannya dengan komparator. Dimana memiliki beberapa istilah, yaitu: Sangat Menyudut (*Very Angular*), Menyudut (*Angular*), Menyudut Tanggung (*Subangular*) dan Membundar Tanggung

(*Subrounded*), Membundar (*Rounded*) dan Sangat Membundar (*Very Rounded*) (Gusrianda, 2020).



Gambar 2. Bentuk Butir Sedimen (Gusrianda, 2020)

Ukuran butir sedimen merupakan salah satu karakteristik yang paling penting dan banyak digunakan dalam persamaan transpor sedimen. Ukuran partikel merupakan karakteristik sedimen yang dapat diukur secara nyata.

Keberadaan logam berat dalam sedimen sangat erat hubungan dengan ukuran butiran sedimen. Umumnya sedimen yang mempunyai ukuran sedimen yang lebih halus dan mempunyai banyak kandungan organik (lumpur) mengandung konsentrasi logam berat yang lebih besar dari pada sedimen yang mempunyai tipe ukuran butiran sedimen berukuran besar (Maslukah, 2013).

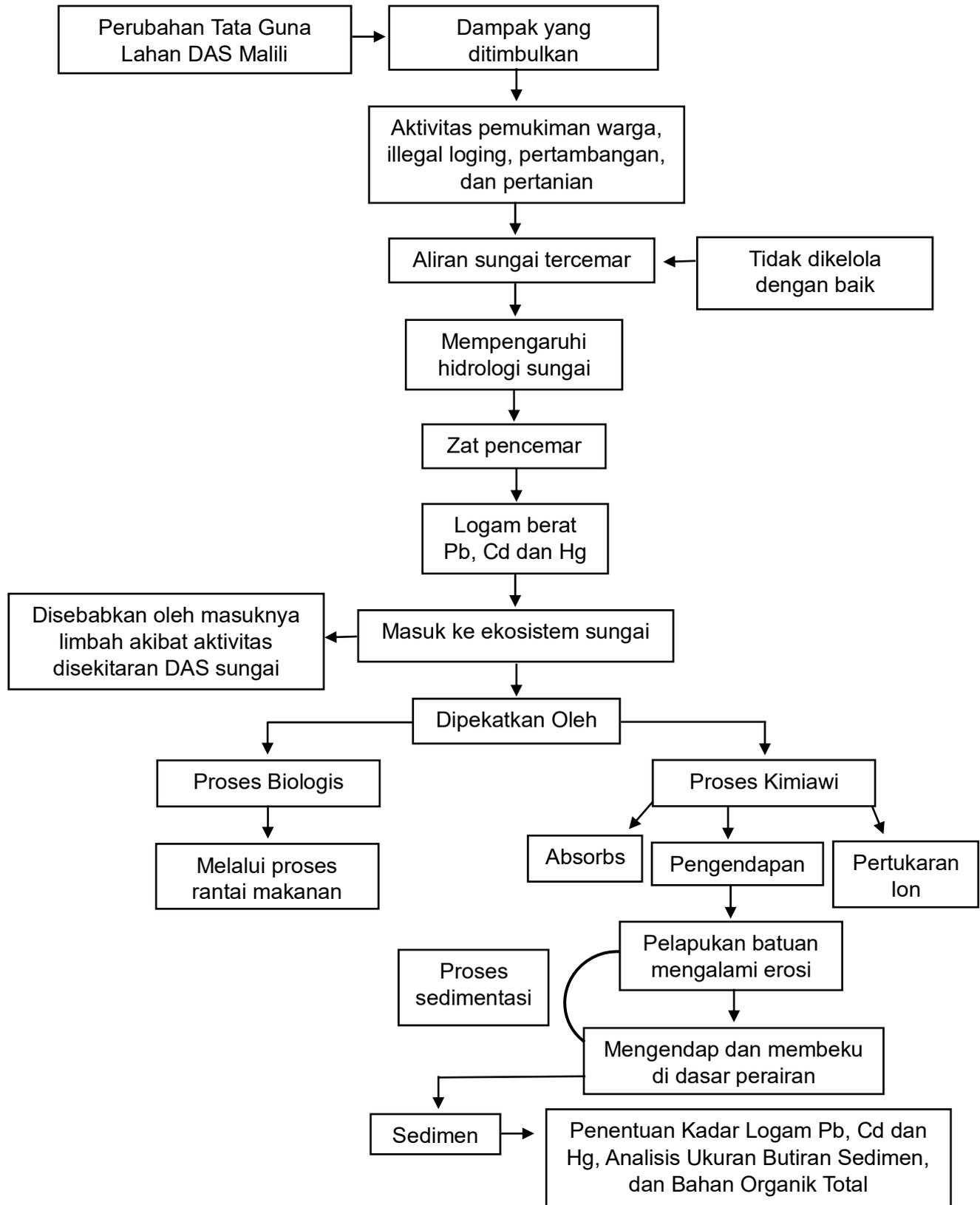
Logam berat Pb, Cd dan Hg didalam sedimen dapat ditetapkan dengan menggunakan acuan nilai baku mutu yang dapat ditoleransi dengan Baku mutu mengacu NOAA tahun 1999, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Baku Mutu Kandungan Logam Berat

| No | Parameter | Satuan | ERL | ERM |
|----|--------------|-----------------|------|------|
| 1. | Kadmium (Cd) | $\mu\text{g/g}$ | 1,2 | 9,6 |
| 2. | Merkuri (Hg) | $\mu\text{g/g}$ | 0,15 | 0,71 |
| 3. | Timbal (Pb) | $\mu\text{g/g}$ | 46,7 | 218 |

Sumber : Baku mutu mengacu NOAA tahun 1999 Sediment Quality Guidelines developed for the National Status and Trends Program.

I. Kerangka Pikir Penelitian



Gambar 3. Kerangka Pikir Penelitian

Pengaruh aktivitas tata guna lahan di sekitaran DAS di Malili seperti kegiatan pemukiman warga, pertambangan, adanya illegal logging yang memberikan dampak negatif. Pengaruh tata guna lahan secara langsung dan tidak langsung akan berpengaruh terhadap kawasan. Berbagai pengaruh dampak yang akan diberikan terhadap kondisi hidrologi yaitu perubahan total limpasan, perubahan karakteristik aliran puncak, penurunan kualitas air, dan perubahan hidrologi sungai. Adanya dampak negatif akibat tidak dikelola dengan benar dapat memberikan dampak terhadap pencemaran lingkungan dan diindikasikan mengandung zat pencemar yaitu logam berat yang dapat mencemari badan perairan, pencemaran air dan menyebabkan kekeruhan di sungai dan terjadi pendangkalan. Logam berat yang masuk ke perairan dipekatkan oleh 2 proses yaitu proses biologis dan proses kimiawi. Proses biologis melalui rantai makanan. Proses kimiawi yang menyebabkan logam berat masuk ke perairan sebagai bagian dari sistem suspensi dalam air dan sedimen melalui proses penyerapan, pengendapan, dan pertukaran ion. Pelapukan batuan serta erosi yang kemudian akan terbawa dan diendapkan. Batuan sedimen terbentuk dari batuan beku yang telah mengalami pelapukan disuatu tempat tertentu kemudian mengendap dan mengeras. Batuan sedimen dianalisis untuk mengetahui penentuan kadar logam Hg, Pb dan Cd, Analisis ukuran butiran sedimen dan bahan organik total.