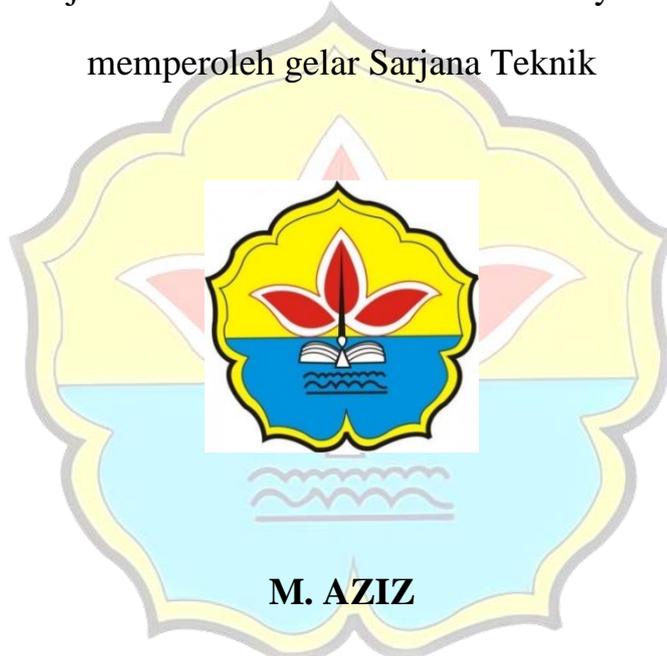


**ANALISIS LOGAM BERAT PADA TANAH
DI AREA PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN
(STUDI KASUS : DESA PULAU LINTANG
SAROLANGUN)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik



M. AZIZ

1600825201032

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BATANGHARI

JAMBI

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS LOGAM BERAT PADA TANAH DI AREA PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN (STUDI KASUS: DESA PULAU LINTANG SAROLANGUN)

TUGAS AKHIR

Oleh

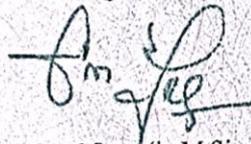
M. AZIZ

1600825201032

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan Judul dan Penyusunan sebagaimana tersebut diatas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku pada Program Srata I (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi

Jambi, Mei 2023

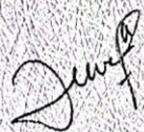
Pembimbing I



Drs. G. M Saragih, M.Si

NIDN. 0001126110

Pembimbing II



Siti Umi Kalsum, S.T, M.Eng

NIDN. 1027067401

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS LOGAM BERAT PADA TANAH DI AREA PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN (STUDI KASUS DESA PULAU LINTANG SAROLANGUN)

Tugas Akhir ini telah dipertahankan pada Sidang Tugas Akhir Komprehensif Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Nama : M. AZIZ
NPM : 1600825201032
Hari/Tanggal : 11 Februari 2023
Tempat : Ruang Sidang

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua:

1. Hadrah, S.T, MT
NIDN. 1020088802

()

Anggota:

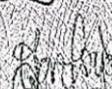
1. Drs. G. M Saragih, M.Si
NIDN. 0001126110

()

2. Siti Umi Kalsum, S.T, M.Eng
NIDN. 1027067401

()

3. Dian Afriyanti, S.P, M.Sc
NIDN. 1021048101

()

4. Henri Wibowo, S.T, M.E
NIDN.

()

DISAHKAN OLEH

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ir. H. Fakhrul Rozi Yamali, M.E
NIDN. 1015126501

Ketua Program Studi Teknik
Lingkungan


Marhadi, S.T, M.Si
NIDN. 1008038002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN



Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Aziz

NPM : 1600825201032

Judul : Analisis Logam Berat Pada Tanah Di Area Penambangan Emas Tanpa Izin (Studi Kasus Desa Pulau Lintang Sarolangun)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Batanghari sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jambi, Mei 2023

M. Aziz

ABSTRAK

ANALISIS LOGAM BERAT PADA TANAH DI AREA PENAMBANGAN EMAS TANPA IZIN (STUDI KASUS DESA PULAU LINTANG SAROLANGUN)

M. Aziz, Dibimbing oleh Pembimbing I*) Drs. G. M Saragih, M.Si dan Pembimbing II*) Siti Umi Kalsum, S.T, M.Eng

Xiv + 42 halaman, 10 gambar, 2 tabel, 4 lampiran

ABSTRAK

kandungan beberapa logam berat pada tanah dapat secara serius melebihi nilai standar yang secara nyata dapat mempengaruhi stabilitas ekonomi tanah dan menyebabkan kerusakan serius pada kesehatan manusia. Seperti halnya kegiatan penambangan emas tanpa izin di Desa Pulau Lintang Sarolangun. Tujuan penelitian ini adalah untuk Menganalisis kandungan logam berat pada tanah di non area dan area Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI). Pengambilan sampel menggunakan metode tak terganggu sedangkan untuk pengujian sampel menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS). Kandungan logam berat pada tanah di Non Area Penambangan Emas Tanpa Izin untuk 5 parameter yang diuji peroleh 4 parameter diatas baku mutu yaitu Se>Cd>As>Pb dengan nilai 0,375>0,173>0,088>0,050. Sedangkan di area Penambangan Emas Tanpa Izin untuk 5 parameter yang diuji melebihi baku mutu yaitu Se > Cd > As > Pb > Hg.

Kata Kunci: Logam Berat, Tanah, PETI

ABSTRACT

ANALYSIS OF HEAVY METALS IN SOIL IN AREA OF UNLIMITED GOLD MINING (CASE STUDY OF LINTANG SAROLANGUN ISLAND VILLAGE)

M. Aziz, Supervised by Advisor I) Drs. G. M Saragih, M.Si and Advisor II*) Siti Umi Kalsum, S.T, M.Eng*

Xiv + 42 Pages, 10 Pictures, 2 Tables, 4 Attachmens

ABSTRACT

the content of some heavy metals in soil can seriously exceed the standard value which can significantly affect the economic stability of the soil and cause serious damage to human health. As is the case with gold mining activities without a permit in Pulau Lintang Sarolangun Village. The purpose of this study was to analyze the content of heavy metals in the soil in non-areas and areas of Unlicensed Gold Mining (PETI). Sampling used the undisturbed method while for sample testing used the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. The content of heavy metals in the soil in the Non-Unlicensed Gold Mining Area for the 5 parameters tested obtained 4 parameters above the quality standard, namely $Se > Cd > As > Pb$ with a value of $0.375 > 0.173 > 0.088 > 0.050$. Meanwhile, in the Unlicensed Gold Mining area, the 5 parameters tested exceeded the quality standard, namely $Se > Cd > As > Pb > Hg$.

Keywords: *Heavy Metals, Soil, PETI*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan Judul "Analisis Logam Berat Pada Tanah Di Area Pertambangan Emas Tanpa Izin (Studi Kasus Desa Pulau Lintang Sarolangun)". Ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan kurikulum program pendidikan strata 1 (S1) pada Program Teknik Lingkungan Universitas Batanghari Jambi. Selama proses penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala rasa hormat penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, M.E selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi;
2. Marhadi, S.T, M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi;
3. Drs. G. M. Saragih M.Si dan Siti Umi Kalsum, S.T, M.Eng serta dosen penguji Hadrah, S.T, M.T, Dian Dian Afriyanti, S.P, M.Sc, Henri Wibowo, S.T, M.E atas segala waktu dan kesempatan yang diberikan serta saran dan masukan kepada penulis;
4. Orangtua ayahanda Muhadi dan Ibu Karyati, keluarga serta saudara dan kerabat atas bantuan dan dukunganya baik moril maupun materil;

5. Seluruh staf-staf Teknik Universitas Batanghari serta rekan-rekan mahasiswa-mahasiswi Program Studi Teknik Lingkungan angkatan 2016 yang turut membantu dalam penyelesaian Tugas akhir ini;

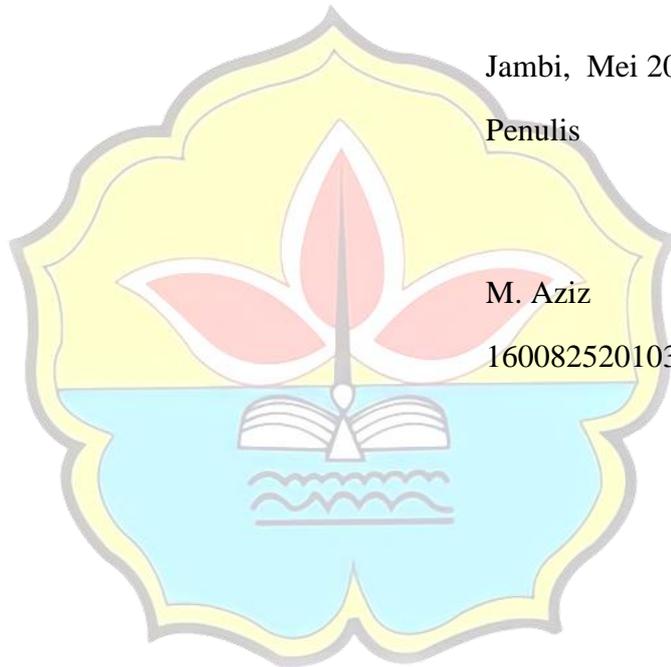
Akhir kata menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat sebagaimana mestinya kepada pembaca. Terimakasih

Jambi, Mei 2023

Penulis

M. Aziz

1600825201032



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : M. Aziz

NIM : 1600825201032

Judul : Analisis Logam Berat Pada Tanah Di Area Penambangan Emas Tanpa Izin
(Studi Kasus Desa Pulau Lintang Sarolangun)

Memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Batanghari untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding Author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jambi, Mei 2023

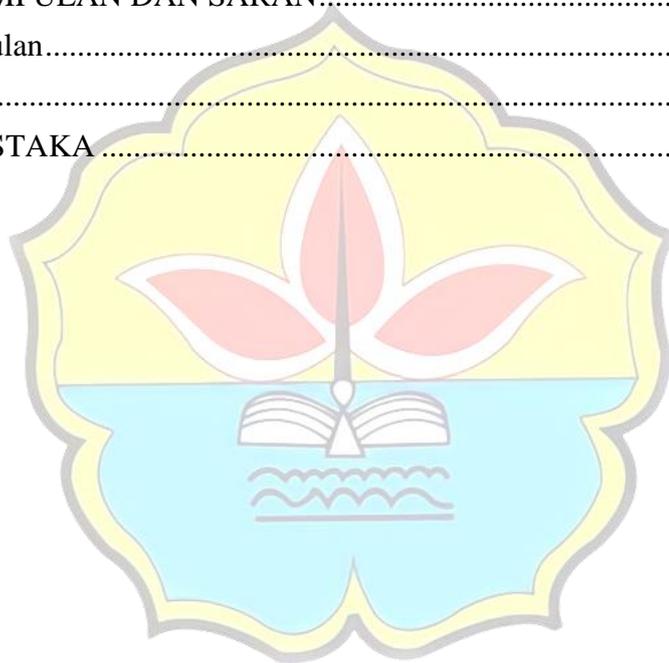
Penulis

M. Aziz

DAFTAR ISI

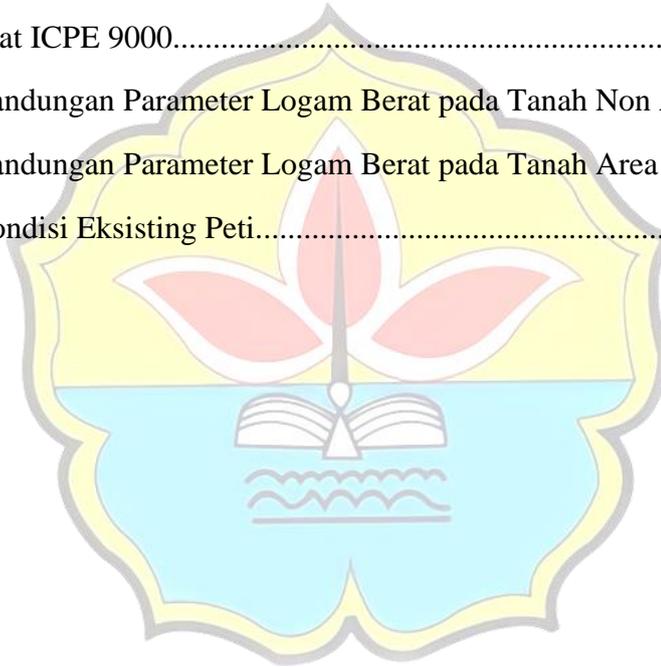
HALAMAN JUDUL.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PRAKATA.....	vii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)	7
2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pencemaran Tanah	8
2.3 Dampak Penambangan Emas Terhadap Lingkungan.....	9
2.3.1 Terhadap Air.....	10
2.3.2 Terhadap Tanah	11
2.4 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Jenis Penelitian	18
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	18
3.3 Metode Pengumpulan Data	20
3.4 Alur Penelitian.....	20

3.5 Tahapan Penelitian	21
3.6 Pengujian Sampel	24
3.6.1 Metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)	24
3.6.2 Metode ICPE 9000	26
3.7 Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Uji Sampel Tanah pada Area Non Peti dan Area Peti	29
4.1.1 Kandungan Logam Berat Pada Tanah di Non Area Peti	30
4.1.2 Kandungan Parameter Logam Berat Pada Tanah di Area Peti	32
4.2 Kondisi Eksisting Penambangan Emas Tanpa Izin di Desa Pulau Lintas...	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian.....	20
Gambar 3.2 Alat Pengambilan Sampel.....	22
Gambar 3.3 Titik-Titik Pengambilan Sampel.....	23
Gambar 3.4 Menentukan Kedalaman Sampel Tanah.....	34
Gambar 3.5 Sampel Di Masukkan Kedalam Wadah.....	24
Gambar 3.6 Alat Metode AAS.....	25
Gambar 3.7 Alat ICPE 9000.....	26
Gambar 4.1 Kandungan Parameter Logam Berat pada Tanah Non Area Peti.....	30
Gambar 4.2 Kandungan Parameter Logam Berat pada Tanah Area Peti.....	32
Gambar 4.3 Kondisi Eksisting Peti.....	36



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jurnal Penelitian Terdahulu.....	13
Tabel 4.1 Hasil Uji Sampel Tabel Terkontaminasi oleh Aktivitas Peti.....	29



DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil Analisis Tanah pada Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas
Andalas Padang
2. Lembar Asistensi Kegiatan
3. Surat Keputusan Tugas Akhir
4. Dokumentasi



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam berat diartikan sebagai suatu jenis atau unsur logam yang mana memiliki sebuah densitas, nomor atom atau berat atom dengan kriteria yang tinggi. Namun, tinggi rendahnya kriteria tersebut didasarkan oleh penggunaan yang bervariasi atau dicampurkan dengan metaloid. Hal ini juga yang memberikan pengaruh terhadap kandungan sebuah logam. Pada keilmuan logam atau metalurgi, logam berat adalah suatu kerapatan. Sedangkan pada fisika diartikan sebagai kriteria pembeda pada nomor atomnya. Sementara dalam bidang kimiawan, logam berat adalah sebuah jenis logam dengan sifat kimia khusus yang ada dalam zatnya (Farisa Mukti, 2020).

Jenis logam berat adalah material yang mengendap pada dasar perairan dan bersatu dengan berbagai sedimen yang ada. Sehingga mengakibatkan kadar dalam logam menjadi sangat tinggi. Sesuai dengan survei yang dilakukan oleh para ilmuwan, bahwa ada sekitar 118 unsur kimia yang telah diketahui. Namun, hanya ada sekitar 3 unsur yang telah memenuhi kriterianya. Hanya ada raksa, bismut, timbal yang dapat mencakup kriteria dalam jenis logam ini. Macam-macam logam berat yang menjadi sebuah nutrisi esensial adalah besi, kobalt, dan seng. Ada juga jenis logam yang berbahaya antara lain perak, indium, dan ruthenium. Bahkan dalam jumlah besar atau tertentu dapat menjadi sebuah zat yang beracun yakni

raksa, timbal, dan kadmium. Umumnya kandungan logam berat ini sering terdapat pada tanah, air dan udara dilingkungan sekitar (Farisa Mukti, 2020).

Tanah merupakan lapisan teratas lapisan bumi. Tanah memiliki ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda antara tanah di suatu lokasi dengan lokasi yang lain. Menurut Dokuchaev (1870) dalam Fauizek dkk (2018), tanah adalah sumber daya dan bahan yang sangat penting untuk kemakmuran dan pembangunan sosial, dan bertindak sebagai reservoir nutrisi untuk kelangsungan hidup hewan dan tumbuhan. HME seperti Arsenik (As), Kadmium (Cd), Kromium (Cr), Timbal (Pb) dan Merkuri (Hg) merupakan komponen penting dalam tanah dan bersama-sama berperan penting dalam metabolisme tanaman, sedangkan karena aktivitas manusia seperti penambangan mineral atau perubahan lingkungan alam, kandungan beberapa logam berat dapat secara serius melebihi nilai standar yang secara nyata dapat mempengaruhi stabilitas ekonomi tanah dan menyebabkan kerusakan serius pada kesehatan manusia.

Proses pengolahan biji emas yang dilakukan di Desa Sungai Lintang yaitu proses amalgamasi dimana proses penggilingan dan proses pembentukan amalgam dilaksanakan bersamaan di dalam suatu amalgamator yang disebut tromol. Berdasarkan hasil pengamatan, umumnya merkuri yang dimasukkan ke dalam tromol berkurang pada saat akhir proses, hal ini disebabkan oleh tahap pengolahan terbawa pada ampas (tailing). Pada pengolahan dengan tromol, material yang tercecer pada proses penggilingan ditampung dalam bak penampung, selanjutnya material tersebut diolah kembali dalam tong dan dipastikan tidak lagi mengandung emas. Setelah material dianggap sudah tidak mengandung emas, tetapi masih

mengandung merkuri, oleh para penambang dibuang ke tanah lokasi sekitar (Ruslan dan Khairuddin, 2011).

Sifat kimia pada lahan bekas tambang emas menunjukkan terjadinya perubahan kesuburan tanah sebagai akibat dari eksploitasi yang menunjukkan bahwa perubahan lahan dari lahan perkebunan karet menjadi lahan penambangan emas tanpa izin yang kandungan merkurnya meningkat mencapai sebesar 0,69 cmol/kg (Abdillah, 2020). Penurunan kandungan merkuri pada lahan bekas penambangan emas tanpa izin dapat dilakukan secara remediasi, salah satu media untuk remediasi tanah yaitu menggunakan sekam padi (Alison dkk, 2020). Selain itu pemberian *ameliorant* dan bahan organik juga akan meningkatkan kesuburan pada tanah (Gusmini, 2021).

Keadaan yang ditimbulkan akibat penambangan emas adalah rusaknya ekosistem sekitar baik tanah maupun air. Tanah yang tercemar akibat penambangan emas memiliki kandungan logam berat yang menyebabkan rusaknya unsur hara pada tanah tersebut. Seperti yang terjadi di Desa Sungai Lintang Kabupaten Sarolangun warga sekitar memanfaatkan lahan sekitar mereka untuk aktivitas tambang emas namun menyebabkan kerusakan lingkungan yang cukup parah. Membuat lubang pada satu lokasi tanah untuk kegiatan tambang emas dan jika di satu lokasi tersebut emasnya sudah diambil maka mereka akan mencari lokasi lain dan meninggalkan lokasi lama tersebut.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan evaluasi kandungan logam Hg, Pb, Cd, As dan Se tersebut yakni “Analisis Logam Berat Pada Tanah Di Area

Pertambangan Emas Tanpa Izin (Studi Kasus Desa Pulau Lintang)”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat Hg, Pb, dan Cd pada tanah pada area kawasan pengolahan tambang emas di Desa Pulau Lintang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan informasi penting dalam kaitannya dengan kandungan logam berat di Desa Pulau Lintang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapa kandungan logam berat pada tanah di non area Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti)?
2. Berapa kandungan logam berat pada tanah di area Penambangan Emas Tanpa Izin?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis kandungan logam berat pada tanah di non area Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti).
2. Menganalisis kandungan logam berat pada tanah di area Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti).

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka ruang lingkup penelitian adalah :

1. Sampel yang digunakan berdasarkan di area sekitar Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti) di Desa Pulau Lintang.
2. Parameter yang dianalisis pada penelitian ini adalah Hg, Pb, Cd, As dan Se.

3. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode terganggu.
4. Titik sampling dilakukan sebanyak 4 titik, dengan masing-masing koordinat sebagai berikut:
 - a) Titik ST 1 = Titik Kontrol E 102°35'412" & S 02°17'281"
 - b) Titik ST 2 = Eks Peti \geq 1 Tahun E 102°34'861" & S 02°19'796"
 - c) Titik ST 3 = Eks Peti \leq 1 Tahun E 102°35'144" & S 02°20'36"
 - d) Titik ST 4 = Peti Akitf E 102°35'633" & S 02°20'023"
5. Pengambilan sampel dilakukan pada kedalaman 20-30 cm yang diukur dari lapisan permukaan tanah.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berhubungan dengan tanah yang meliputi pengertian tanah, kualitas tanah, pencemaran tanah dan status mutu tanah.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III menjelaskan tentang alur/prosedur dan metode yang disajikan dalam bentuk *flowchart*/diagram beserta cara kerja selama penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil penelitian pada tanah di area bekas penambangan emas tanpa izin di Desa Pulau Lintang, yang diolah dan dianalisis pada pokok pembahasan di bab IV.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dituliskan tentang kesimpulan dan saran-saran yang diperlukan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

DAS atau Daerah Aliran Sungai adalah daerah daratan yang menerima dan menampung air hujan kemudian dialirkan dari anak sungai menuju sungai utama dan menuju laut yang wilayahnya dibatasi oleh gunung, jalan bukit tanggul maupun batuan (Arini, Prasetyo, & Omorusdiana, 2007). Wilayah daratan yang dibatasi tersebut dinamakan daerah tangkapan air yang unsur utamanya terdiri dari air, vegetasi, dan sumber daya manusia dimana daerah tangkapan air memiliki banyak manfaat yaitu mempertahankan kelestarian sumber daya air di suatu wilayah itu. Menurut (Efendi, Sunoko, & Sulistya, 2012) Suatu daerah aliran sungai adalah daerah penangkapan penampung, dan penyimpanan air, daerah resapan air kemudian dialirkan ke semua wilayah itu untuk membentuk sebuah sungai di suatu wilayah.

Menurut (Supangat, 2012) beberapa karakteristik yang dimiliki Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu seperti kondisi spesifik daerah aliran sungai anata satu dengan yang lain berbeda yang dicirikan oleh beberapa parameter yaitu lebar dari suatu DAS, relief dan bentuk dari DAS kemudian ada hidrologi daerah aliran sungai, mencakup curah hujan, debit dan sedimen, parameter yang lain yaitu tanah. Ekosistem dari daerah aliran sungai dibagi atas 3 daerah yaitu daerah hulu, tengah dan hilir. Daerah hulu dicirikan sebagai daerah konservasi karena memiliki kerapatan tinggi dan lerengnya miring dan bukan daerah rawan banjir karena tempatnya berada diatas dan vegetasinya merupakan tegakan pembentuk hutan.

Daerah hilir dicirikan dengan menjadi tempat genangan sehingga menjadi daerah banjir dan vegetasi didaerah hilir didominasi tanaman pertanian. Pada daerah tengah merupakan gabungan dari daerah hilir dan daerah tengah. Berdasarkan uraian diatas maka suatu daerah aliran sungai memiliki banyak sumber daya alam yang terdiri dari tanah dan batuan penyusunnya, udara, atmosfer dan sumber daya manusia yang saling berinteraksi.

2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah adalah keadaan di mana bahan kimia buatan manusia masuk dan merubah lingkungan tanah alami. Pencemaran ini biasanya terjadi karena: kebocoran limbah cair atau bahan kimia industri atau fasilitas komersial, penggunaan pestisida, masuknya air permukaan tanah tercemar ke dalam lapisan sub-permukaan, kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia, atau limbah, air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (illegal dumping) (Sitompul, 1995).

Terdapat dua faktor penyebab pencemaran daratan atau tanah, yaitu:

- 1) Faktor internal, yaitu pencemaran yang disebabkan oleh peristiwa alam seperti letusan gunung berapi yang memuntahkan debu, pasir, batu, dan bahan vulkanik lainnya yang menutupi dan merusak daratan sehingga daratan menjadi tercemar.
- 2) Faktor eksternal, yaitu pencemaran yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Faktor tersebut merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian yang seksama sehingga tetap memberikan daya dukung alam bagi kehidupan manusia.

2.3 Dampak Penambangan Emas Terhadap Lingkungan

Penambangan emas ilegal umumnya menggunakan merkuri pada proses pengolahan emas, dimana jika tidak dikelola dengan baik akan mencemari lingkungan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Yustiawati., et al., 2003) yang menyatakan bahwa penambangan emas tradisional sering dianggap sebagai penyebab kerusakan dan pencemaran lingkungan, karena para penambang menggunakan merkuri untuk mengekstrak emasnya. Untuk memisahkan emas dan tanah yang tercampur, walaupun ada juga sebagian masyarakat yang melakukan pengolahan secara tradisional. Menurut sebagian warga, pengolahan emas dilakukan dengan menggunakan air raksa (merkuri).

Dampak lanjutan yang diakibatkan adalah emisi merkuri terkonsentrasi pada lingkungan dalam jumlah besar dan mencemari sumber air dan tanah dan selanjutnya masuk ke sungai dan bermuara di laut selanjutnya melalui jalur rantai makanan, apabila ikan-ikan yang berada di laut sekitar terkontaminasi merkuri akan berbahaya kepada manusia. Hal ini sesuai pendapat Marsden and Rainbow (2004) dalam A. Tritugaswati et,al (1997) yang menyatakan bahwa tingginya kandungan logam berat pada komoditi perikanan disebabkan oleh lingkungan perairan yang telah tercemar oleh limbah dimana logam berat akan terdistribusi di berbagai komponen ekosistem laut dan kemudian terakumulasi oleh organisme, selanjutnya dikonsumsi oleh manusia, maka dapat membahayakan kesehatan dan bahkan menyebabkan kematian. Disamping itu penambangan ilegal yang tidak dilakukan sesuai standar perlindungan lingkungan dapat merusak vegetasi tanah dan profil genetik tanah yang ada, sehingga tanah yang awalnya subur dapat berubah kering

dan tandus. Penggalan wilayah pesisir yang tidak sesuai juga dapat mempengaruhi topografi umum kawasan pesisir secara permanen yang dapat berakibat longsor pada badan jalan ataupun kerusakan jalan atau jalan terputus pada saat musim penghujan.

2.3.1 Terhadap Air

Akibat yang ditimbulkan oleh kegiatan penambangan emas tanpa izin tersebut adalah kontaminasi merkuri (air raksa/Hg) dan tingginya kekeruhan air sungai. Penambangan secara langsung menyebabkan pencemaran air, yaitu dari limbah tersebut dalam hal memisahkan emas dari pasir. Akibat aktivitas penambangan tersebut mencemari air sungai sehingga warna air sungai menjadi keruh, dan menyebabkan pendangkalan sungai akibat endapan pencucian emas tersebut. Aktivitas penambangan emas tersebut mengakibatkan pencemaran yang setelah diteliti mengandung zat-zat yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia jika airnya dikonsumsi. Limbah tersebut mengandung merkuri (Hg), timbal (Pb), Kadmium (Cd), Arsen (As). Hg dan Pb merupakan logam berat yang dapat menyebabkan penyakit kulit pada manusia seperti kanker kulit.

Sedimentasi dan Menurunnya Kualitas Air Aktivitas penambangan emas secara tradisional yang memanfaatkan aliran kali membuat air menjadi keruh dan kekeruhan ini nampak terlihat di saluran primer yakni kali Anafre. Pembuangan tanah sisa hasil pendulangan turut meningkatkan jumlah transport sedimen.

Sedangkan penyebab terjadinya pencemaran air di Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah:

- a) Pencemaran oleh merkuri Penambang emas biasanya melakukan proses pemurnian butiran emas dengan menggunakan merkuri untuk memisahkan komponen lain (paya yang terdiri dari silikon dan pasir) yang dilakukan di sungai kahayan.
- b) Tingginya Tingkat Kekeruhan pada Air Sungai Tingkat kekeruhan air yang terjadi akibat kegiatan penambangan emas tanpa izin di Daerah Aliran Sungai (DAS) disebabkan karena tanah yang ada di dalam Sungai tersebut kebanyakan mengandung tanah liat, kerikil dan lumpur yang terangkat oleh penyedotan emas lalu dibuang kembali ke sungai dan juga dipengaruhi oleh cepatnya aliran sungai dalam penyebaran limbah tambang. Tingkat kekeruhan air sungai yang tinggi akan mempengaruhi kualitas air di Daerah Aliran Sungai (DAS) karena masih digunakan sebagai sumber kebutuhan masyarakat di sepanjang sungai tersebut juga tempat hidup organisme lain yang ada di dalam sungai.

2.3.2 Terhadap Tanah

Tidak hanya air yang tercemar, tanah juga mengalami pencemaran akibat pertambangan, yaitu terdapatnya lubang-lubang besar yang tidak mungkin ditutup kembali yang menyebabkan terjadinya kubangan air dengan kandungan asam yang sangat tinggi. Air kubangan tersebut mengandung zat kimia seperti Fe, Mn, SO₄, Hg dan Pb. Fe dan Mn dalam jumlah banyak bersifat racun bagi tanaman yang mengakibatkan tanaman tidak dapat berkembang dengan baik. SO₄ berpengaruh pada tingkat kesuburan tanah dan PH tanah, akibat pencemaran tanah tersebut maka tumbuhan yang ada di atasnya akan mati.

Hilangnya Vegetasi Penutup Tanah Penambang (pendulang) yang menggali tanah atau material tidak melakukan upaya reklamasi atau reboisasi di areal penggalian, tapi membiarkan begitu saja areal penggalian dan pindah ke areal yang baru. Tampak di lapangan bahwa penambang membiarkan lokasi penggalian begitu saja dan terlihat gersang. Bahkan penggalian yang terlalu dalam membentuk kolam-kolam pada permukaan tanah yang kedalamannya mencapai 3-5 meter. · Erosi tanah Areal bekas penggalian yang dibiarkan begitu saja berpotensi mengalami erosi dipercepat karena tidak adanya vegetasi penutup tanah. Kali kecil yang berada di dekat lokasi penambangan juga terlihat mengalami erosi pada tebing sisi kanan dan kirinya. Selain itu telah terjadi pelebaran pada dinding tebing sungai, akibat diperlebar dan diperdalam guna melakukan aktivitas pendulangan dengan memanfaatkan aliran kali untuk mencuci tanah.

2.4 Penelitian Terdahulu

Berikut kumpulan-kumpulan penelitian terdahulu mengenai analisis kualitas tanah akibat penambangan emas tanpa izin:

Tabel 2.1 Jurnal Penelitian Terdahulu

Jurnal	Volume dan Tahun	Penulis	Tujuan	Metode	Kesimpulan
Pengaruh Pemberian Pupuk Kompos Terhadap Pertumbuhan Semai Mahoni (<i>Swietenia Macrophylla King.</i>) Pada Media Tanah Bekas Tambang Emas (Tailing)	JURNAL SILVIKULTUR TROPIKA Vol. 03 No. 01 Agustus 2011, Hal. 109 – 112	Basuki Wasis1 dan Agustina Sandrasari1	Menganalisa pengaruh pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan semai Mahoni pada media tanah bekas tambang emas. 2. Menganalisis pengaruh penggunaan pupuk dalam memperbaiki sifat kimia tailing.	Untuk mengetahui pengaruh perlakuan, dilakukan sidik ragam dengan uji F. Data diolah dengan menggunakan perangkat lunak statistika SPSS versi 13 dan SAS versi 9.0.	Pupuk kompos berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter semai mahoni. 2. Dosis pengaruh pemberian pupuk kompos 30 gram berpengaruh nyata dengan persentase pertumbuhan semai mahoni sebesar 40,70% terhadap kontrol dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 6,81 cm.
Status Logam Berat Merkuri (Hg) Dalam Tanah Pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas Di Kelurahan Poboya, Kota Palu	e-J. Agrotekbis 1 (2) : 127-134, Juni 2013	Mirdat1), Yosep S Patadungan2), Isrun2)	untuk mengetahui kandungan merkuri dalam tanah di sekitar kawasan tambang emas Poboya.	Metode penelitian yang digunakan adalah metode survey yang menggambarkan / menguraikan sifat dari suatu keadaan lokasi secara aktual dan mengkaji penyebab dari gejala-gejala tertentu	Konsentrasi merkuri (Hg) dalam tanah berkisar 0,57 ppm- 8,19 ppm sedangkan pada limba berkisar 84,15 ppm sampai 575,16 ppm. Kandungan logam berat merkuri (Hg) dalam tanah di areal kelurahan Poboya sudah melewati ambang yang bisa di toleransi.
Upaya Perbaikan Lahan Bekas Tambang Emas	Jurnal andalasa, 2021	Gusmini	Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki dan memulihkan sifat fisik	Metode penelitian ini menggunakan metode survei dengan penentuan	Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa : (1) Tanah

Dengan Pemberian Tanah Mineral Dan Berbagai Jenis Bahan Organik Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Padi Sawah.

dan kimia tanah lahan bekas tambang emas dengan cara pemberian tanah mineral dan berbagai jenis bahan organik, menemukan jenis bahan organik yang terbaik dalam memperbaiki sifat kimia tanah dan dapat mengurangi konsentrasi logam merkuri (Hg) yang meracun bagi tanaman padi, serta menemukan jenis bahan organik yang terbaik yang dapat meningkatkan produktivitas tanaman padi pada lahan sawah bekas tambang emas.

titik sampling secara purposive berdasarkan lokasi maraknya aktivitas PET

mineral liat dan bahan organik pada lahan bekas tambang emas mampu memperbaiki sifat kimia tanah dan menaikkan kadar hara tanaman yaitu N,P dan K di dalam tanah. (2) Pemberian bahan mineral liat dan bahan organik sebagai ameliorant mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi walaupun belum dalam jumlah yang maksimal. (3). Pada perlakuan MT (mineral liat dan Kompos tithonia) merupakan perlakuan terbaik diantara semua jenis bahan organik

Kerusakan Lahan Akibat Kegiatan Penambangan Emas Tanpa Izin Disekitar Sungai Singingi

Jurnal pembangunan wilayah dan kota
Mailendra1 , Imam Buchori2

Tujuan studi ini ialah untuk melihat kerusakan lahan yang terjadi akibat kegiatan penambangan emas tanpa izin di

Metode yang digunakan dalam analisis yaitu metode skoring dan overlay, data yang digunakan adalah landsat

Hasil penelitian ini yaitu ditemukan bahwa terjadi perubahan penggunaan lahan dari penggunaan lahan lainnya menjadi lahan penambangan emas tanpa izin

Kabupaten Singingi	Kuantan	Vol, 15 No.3, 2019, 174-188		sekitar Sungai Singingi Kabupaten Kuantan Singingi yang masif dilakukan dalam dua dekade terakhir	5 TM dan landsat 8 OLI yang diolah dengan metode supervised classification dan digitized on screen. Selanjutnya sebagai data pembandingan dilakukan survey dan wawancara serta memanfaatkan data citra resolusi tinggi dari citra SPOT dan google earth.	seluas 2.680,03 Ha dari tahun 2006 hingga tahun 2018. Selanjutnya dihasilkan peta tingkat kerusakan lahan dengan tiga parameter yaitu kerapatan vegetasi, umur tambang dan jenis tailing. Lahan dengan tingkat kerusakan tinggi seluas 699,34 Ha, kerusakan sedang 1.501,04 dan kerusakan rendah 479,65. Luas kerusakan lahan terbesar terjadi di Desa Sungai Paku dan terkecil desa Pulau Padang.	
Aplikasi Sekam Padi Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Bekas Tambang Emas Untuk Budidaya Tanaman Padi (<i>Oryza Sativa</i> L.)	Biochar Dalam	Jurnal 2020	Unand	Alison Martín 1,2, Juliana Arias 1, Jennifer López 1, SHINTA ELVITA BELLA	Penelitian ini bertujuan untuk melihat kemampuan biochar sekam padi dalam mengurangi jumlah Hg, memperbaiki sifat kimia tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman padi (<i>Oryza sativa</i> L.) di tanah bekas tambang emas	Penelitian dilaksanakan di Rumah Kawat Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. Penelitian terdiri dari 4 perlakuan (A = kontrol, B = 20 ton/ha, C = 40 ton/ha, dan D = 60 ton/ha) dan 3 ulangan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL).	asil penelitian menunjukkan bahwa pemberian biochar sekam padi mampu mengurangi jumlah Hg pada tanah dan tanaman. Perlakuan D dengan dosis 60 ton/ha mampu mengurangi jumlah Hg pada tanah hingga 1,8 ppm dan kadar Hg pada tanaman hingga 2,45 ppm jika dibandingkan dengan kontrol. Pemberian biochar sekam padi dengan dosis 60 ton/ha mampu memperbaiki sifat kimia tanah bekas tambang emas seperti meningkatkan pH tanah 0,94 unit,

Identifikasi Beberapa Sifat Kimia dan Kandungan Merkuri Pada Lahan Bekas Tambang Emas Dan Perkebunan Karet (Hevea Brasiliensis) Di Nagari Tebing Tinggi Kabupaten Dharmasraya

Unand

MUHAMMAD ARBI ABDILLAH

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi tingkat kesuburan kimia tanah (pH, Al-dd, C-organik, N, P, K dan Hg) pada lahan bekas tambang emas dan perkebunan karet (Hevea brasiliensis) di Nagari Tebing Tinggi Kabupaten Dharmasraya

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode survei dengan purposive sampling dan pengambilan sampel dilakukan secara random dengan kedalaman 40 cm pada 12 titik sampel penelitian, diantaranya 3 segmen sampel pada lahan bekas tambang emas yaitu segmen 1, 2, dan 3 serta 1 sampel terdapat pada lahan perkebunan karet.

Corganik 0,96%, N-total 0,17%, P-tersedia 1,52 ppm, KTK 11,09 cmol/kg dan kandungan basa-basa seperti Ca-dd 1,30 cmol/kg, Mg-dd 0,36 cmol/kg, K-dd 0,15 cmol/kg, Na-dd 0,08 cmol/kg dan menurunkan Al-dd 1,85 cmol/kg

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadinya perubahan nilai kesuburan tanah akibat dari eksploitasi penggunaan lahan dari lahan karet menjadi lahan penambangan emas tanpa izin. Hal ini dapat dilihat dari kandungan merkuri pada lahan karet mencapai 0,69 cmol/kg, serta pada lahan bekas tambang emas memiliki kandungan bahan organik yang minim karena tidak adanya suplai bahan organik terhadap tanah. Di samping itu, top soil dan vegetasi sebagai penutup tanah sangatlah sedikit, memiliki unsur hara yang minim dan pH pada lahan tersebut cenderung rendah. Rendahnya bahan organik pada tanah

Kualitas Air Sungai Dimembe Di Sekitar Pertambangan Emas Tanpa Izin Kecamatan Dimembe Kabupaten Minahasa Utara

JURNAL MIPA UNSRAT ONLINE 8(2) 36 – 41, 2021

Christian D. S. Makatipua*, Harry S. J. Koleangana, Audy Wuntua
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Menganalisis sifat-sifat fisika dan kimia air sebagai akibat Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) di sungai Dimembe dan mengidentifikasi kehadiran dan distribusi logam-logam berat yang terkandung di dalam air sungai Dimembe

Metode yang digunakan adalah pengujian sampel dengan Atomic Absorption Spectrophotometer (SSA) (AA7000 Shimadzu), dan spektrofotometer serapan atom uap dingin atau Mercury Analyzer dengan perlengkapannya

merupakan salah satu parameter yang menentukan bahwa tingkat kesuburan tanah pada lahan bekas tambang emas termasuk dalam kategori rendah.

Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa hasil pengujian sample air sungai Dimembe untuk parameter BOD, COD, DO, TDS, TSS, Merkuri, Tembaga, Timbal, Mangan, dan Kadmium tidak melewati batas bakumutu yang ditetapkan PP No. 82 Tahun 2001.

BAB III

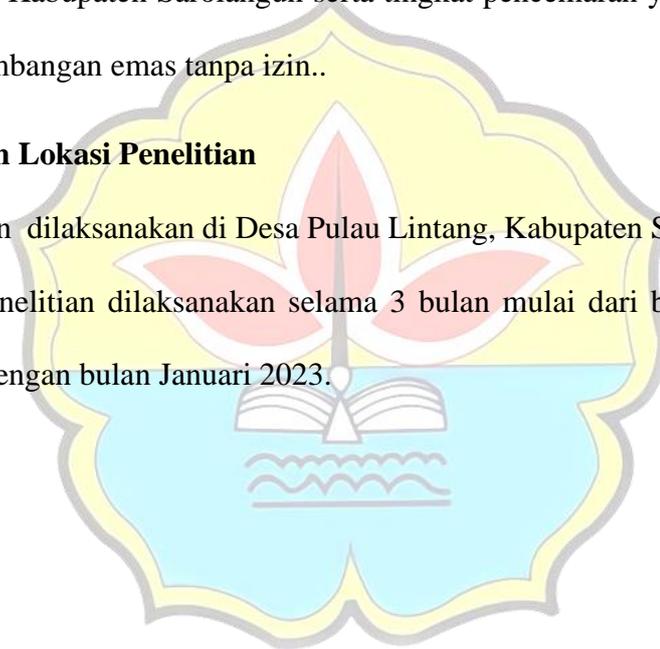
METODOLOGI PENELITIAN

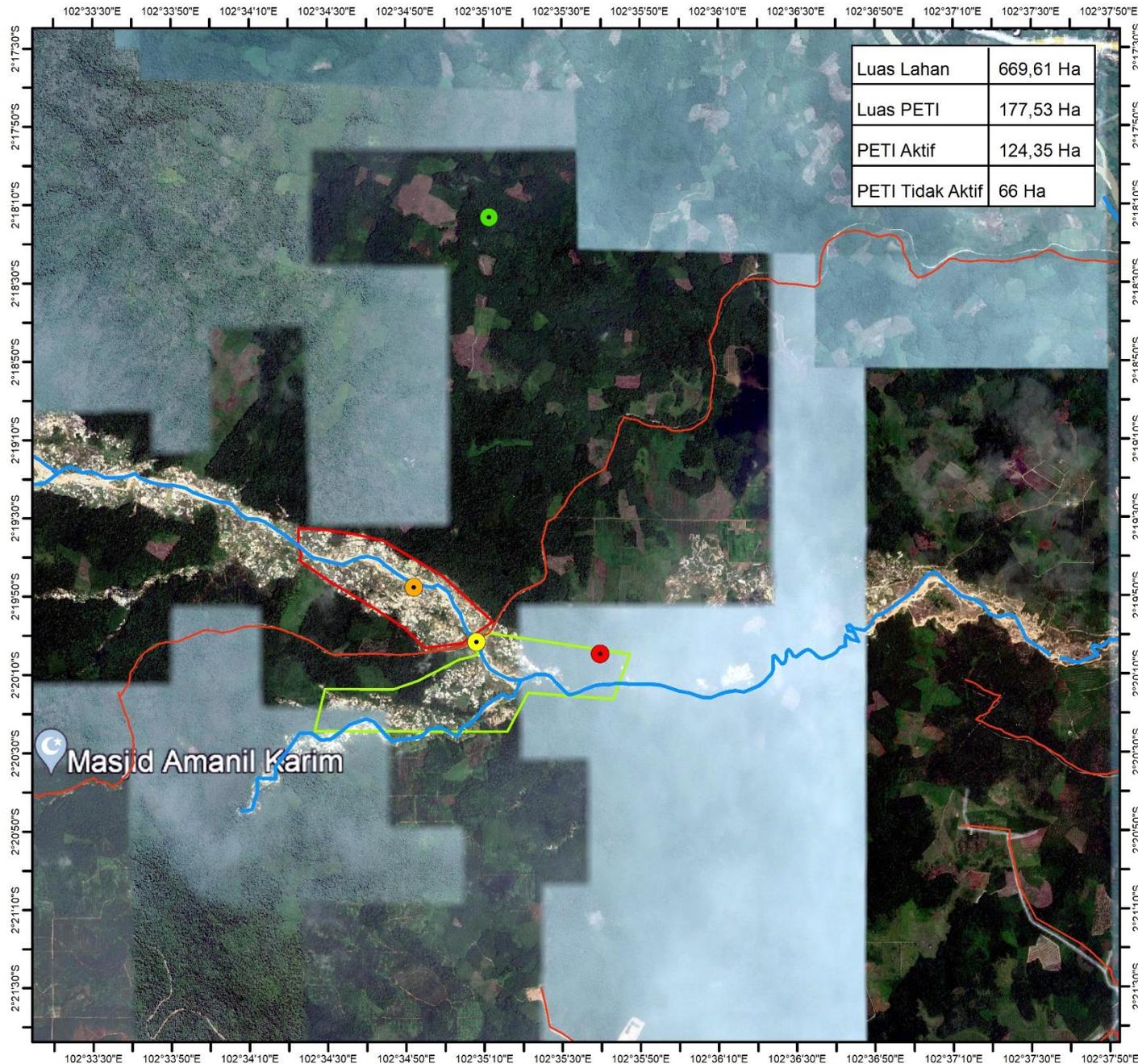
3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian komparatif dengan pendekatan kuantitatif untuk mengetahui kandungan logam berat pada tanah di wilayah Desa Pulau Lintang, Kabupaten Sarolangun serta tingkat pencemaran yang berasal dari aktivitas penambangan emas tanpa izin..

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Desa Pulau Lintang, Kabupaten Sarolangun (Peta Terlampir). Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan mulai dari bulan November 2022 sampai dengan bulan Januari 2023.





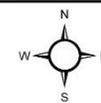
Luas Lahan	669,61 Ha
Luas PETI	177,53 Ha
PETI Aktif	124,35 Ha
PETI Tidak Aktif	66 Ha



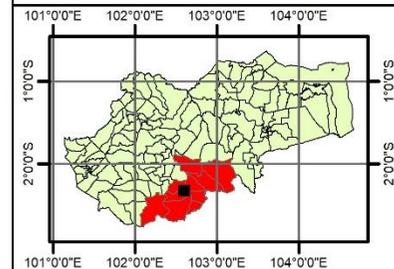
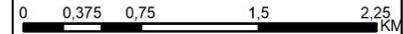
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
UNIVERSITAS BATANGHARI

Legenda

- Titik Kontrol
- Eks PETI > 1 Tahun
- Eks PETI < 1 Tahun
- PETI Aktif
- Jaringan Sungai
- Jalan
- Wilayah Tambang Tidak Aktif
- Wilayah Tambang Aktif



Skala
1:40.000



SUMBER : GOOGLE EARTH

NAMA :
M.AZIZ
1600825201032

PEMBIMBING I

Drs. G.M Saragih, M.Si

PEMBIMBING II

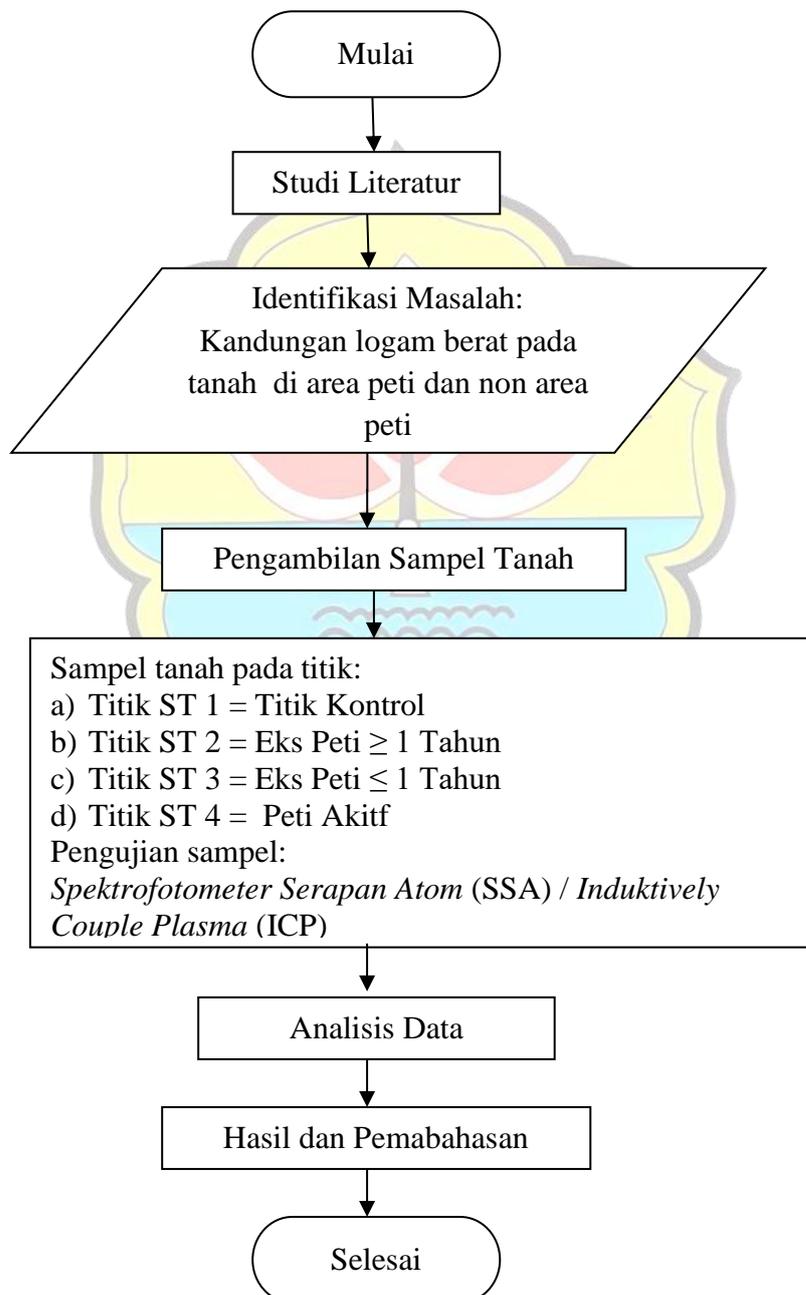
Siti Umi Kalsum, S.T, M.Eng

LAYOUT PETA
LOKASI PENELITIAN

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dilakukan secara langsung dilapangan seperti hasil uji sampel tanah. Sedangkan untuk data sekunder data tidak langsung diambil dilapangan seperti peta wilayah, artikel, jurnal dan lain-lain.

3.4 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.5 Tahapan Penelitian

Tahapan yang digunakan untuk mengetahui kandungan parameter logam berat pada tanah di Desa Pulau Lintang Kabupaten Sarolangun akibat aktifitas pertambangan emas tanpa izin. Berikut tahapan penelitian penentuan kualitas tanah sebagai berikut :

1. Siapkan alat dan bahan
2. Pengambilan sampel dilakukan pada 4 titik hal ini dilakukan agar sampel tanah yang diambil dapat mewakili tanah dilokasi pengambilan sampel.
3. Titik sampel di ambil pada titik kontrol, eks Peti ≥ 1 tahun, eks Peti ≤ 1 tahun dan PETI aktif, masing-masing koordinat sebagai berikut:
 - a) Titik ST 1 = Titik Kontrol E 102°35'412" & S 02°17'281"
 - b) Titik ST 2 = Eks Peti ≥ 1 Tahun E 102°34'861" & S 02°19'796"
 - c) Titik ST 3 = Eks Peti ≤ 1 Tahun E 102°35'144" & S 02°20'36"
 - d) Titik ST 4 = Peti Aktif E 102°35'633" & S 02°20'023"
4. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 20-30 cm yang diukur dari permukaan tanah dengan menggunakan *disturbsoil* merupakan pengambilan sampel pada jenis tanah lempung lunak yang diambil dengan menggunakan cangkul, sekop atau bor tanah dari kedalaman tertentu sebanyak 1-2 kg. Contoh tanah terganggu digunakan untuk keperluan analisis kandungan air, tekstur tanah, perkolasi, batas cair, batas plastis, batas kerut, dan lain-lain.
5. Parameter logam berat yang akan diuji adalah Hg, Pb, Cd, As dan Se.
6. Hasil pengujian sampel tanah dibandingkan pada area aktivitas penambangan emas tanpa izin dan area non aktivitas penambangan emas tanpa izin.

langkah-langkah pengambilan sampel dilakukan sebagai berikut:

1. Survei Lokasi Pengambilan Sampel
2. Penentuan Titik Sampel
3. Siapkan Alat Pengambilan Sampel



Gambar 3.2 Alat Pengambilan Sampel

4. Pengambilan Sampel Dilakukan Pada 4 Titik Sampel



(a) Titik Kontrol



(b) Tanah Eks Peti ≥ 1 tahun



(c) Tanah Eks Peti \leq 1 Tahun



(d) Tanah Peti Aktif

Gambar 3.3 Titik-titik Pengambilan Sampel Tanah

5. Bersihkan area yang akan dijadikan tempat pengambilan sampel
6. Tancapkan alat bor/sekop tanah ke dalam tanah secara vertikal pada kedalaman 20-30 cm dengan menggunakan alat bor/sekop tanah.



Gambar 3.4 Menentukan Kedalaman Sampel Tanah

7. Keluarkan tanah menggunakan alat bor/sekop tanah dari dalam tanah, kemudian masukan sampel ke dalam wadah yang telah disiapkan.



Gambar 3.5 Sampel Tanah Dimasukan Kedalam Wadah

8. Sampel disimpan secara baik dan aman untuk segera di kirim ke Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Andalas untuk melakukan pengujian kadar parameter Hg, Pb, Cd, As dan Se.

3.6 Pengujian Sampel

3.6.1 Metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)

Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) adalah suatu metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Metode serapan atom hanya tergantung pada perbandingan dan tidak bergantung pada temperatur. Dalam AAS, atom bebas berinteraksi dengan berbagai bentuk energi seperti energi panas, energi elektromagnetik, energi kimia, dan energi listrik. Interaksi ini menimbulkan proses-proses dalam atom bebas yang menghasilkan absorpsi dan emisi (pancaran) radiasi dan panas. Radiasi yang dipancarkan bersifat

khas karena mempunyai panjang gelombang yang karakteristik untuk setiap atom bebas.



Gambar 3.6 Alat Metode AAS

Peralatan :

- Beaker glass 100 ml
- Labu Ukur 50 mlo
- Hot Plate
- Gelas ukur 50 ml
- Botol sampel
- Corong
- Statif
- Oven
- SSA /ICP

Pereaksi : - HNO₃ Pekat

- Larutan Induk Logam 1000 mg/L
- Kertas Saring
- Aquadest

Prosedur Kerja:

1. Ambil 50 ml air limbah masukan dalam beaker glass.
2. Tambahkan 5 ml HNO₃ Pekat dan panaskan pada suhu 120 derajat celsius sampai volume tinggal ± 10 ml, kemudian dinginkan.
3. Saring larutan dan pas kan kembali volumenya 50 ml. dengan aquadest

Perhitungan: Ekstrak jernih diukur dengan alat SSA atau ICP dengan menggunakan deret standar logam sebagai pembanding. (tergantung logam yang mau ditentukan).

Kadar logam langsung didapat dari alat ICP/AAS sedangkan kalau konsentrasi tinggi dipakai faktor penceran.

Pembuatan larutan kerja: Larutan standar dibuat dari stok standar 1000 mg/l. Buat deret larutan standar seduai dengan yang diinginkan dengan metode pengenceran.

3.6.2 Metode ICPE 9000

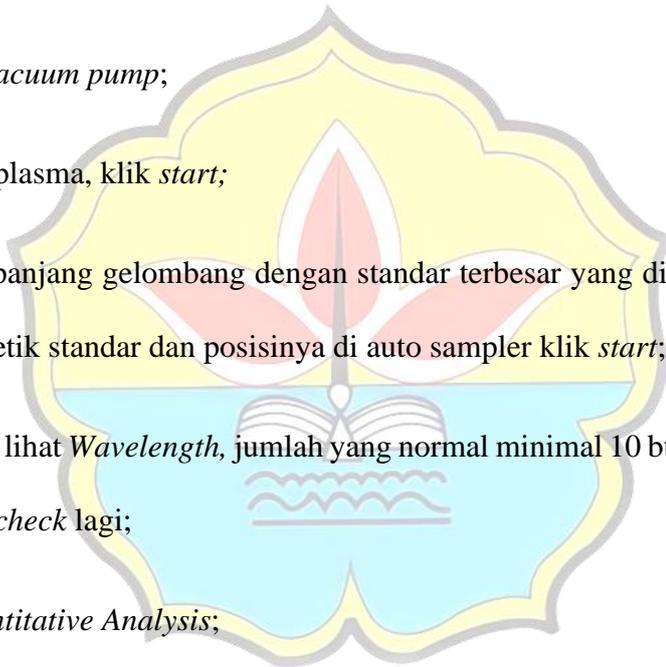


Gambar 3.7 Alat ICPE 9000

Prosedur ICPE 9000 Shimadzu

1. Tekan tombol power, Monitor, autosampler dan printer;
2. Set Argon 450 KPA;

3. Tekan tombol *start exhaust fan*;
4. Tekan tombol *power ICP*;
5. Tekan tombol *On coolant water*, set suhu 20°C;
6. klik *Instrument status*, ada tanda merah untuk plasma, *coolant water*, temperatur, dan gas argon, tunggu sampai tanda merah hilang, status di OK kan;
7. Pilih metoda *quality* atau *quantity*;
8. Hidupkan *vacuum pump*;
9. Klik *Ignite plasma*, klik *start*;
10. Kalibrasi panjang gelombang dengan standar terbesar yang ditaruh pada *auto sampler* ketik standar dan posisinya di auto sampler klik *start*;
11. Kemudian lihat *Wavelength*, jumlah yang normal minimal 10 buah. Jika kurang harus *direcheck* lagi;
12. Pilih *Quantitative Analysis*;
13. Pilih *Measurement condision*, klik OK;
14. Pilih *Analysis Element* (pilih logam yang mau dianalisa), klik OK;
15. .Pilih *Wavelength Registration*, ketik standar dan sampel ,sesuai dengan posisinya di *auto sampler*;
16. Setelah OK, Klik Start, standar dan sampel akan diukur secara otomatis dari *auto sampler*.



3.7 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan mentabulasikan hasil uji sampel tanah dari Laboratorium dibuat grafik dengan menggunakan microsoft excel. Hal ini dilakukan karena jika data yang dimiliki lebih banyak maka para pembaca data tersebut akan susah untuk dilihat, sehingga peneliti melakukan mentabulasi data menggunakan grafik untuk memudahkan pembacaan data dan lebih menarik untuk dilihat.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Sampel Tanah pada Area Non Peti dan Area Peti

Uji sampel dilakukan pada Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Andalas Padang. Hasil uji disajikan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Uji Sampel Tabel Terkontaminasi oleh Aktivitas Peti

Lokasi	PARAMETER (mg/kg)				
	Se	Cd	As	Pb	Hg
ST 1	0.375	0.173	0.088	0.050	0.049
ST 2	0.391	0.177	0.134	0.138	0.064
ST 3	0.407	0.181	0.162	0.091	0.064
ST 4	0.597	0.186	0.151	0.094	0.066
Baku mutu Alloway, 1990 (mg/kg)	0.00004	0.001	0.01	0.030	0.06

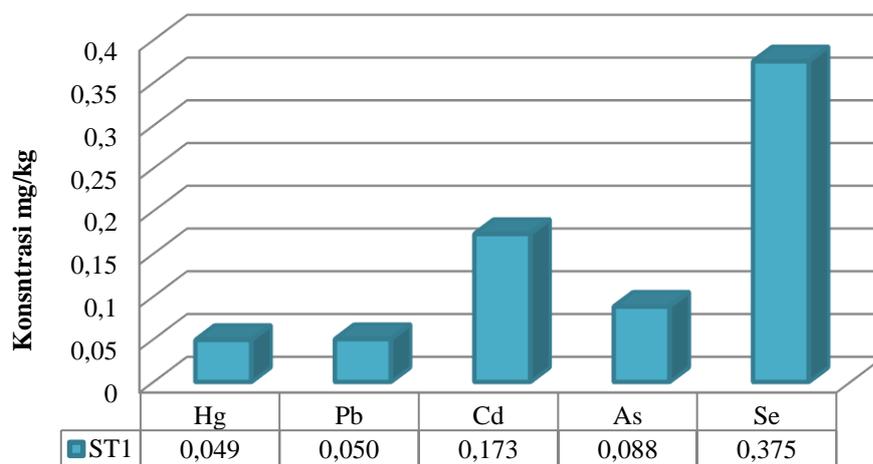
Sumber: Hasil Uji Parameter, 2022

Berdasarkan tabel 4.1 hasil uji sampel di laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Andalas dapat dilihat bahwa untuk parameter Se hasil tertinggi terdapat pada titik ST 4 atau Peti aktif sebesar 0,597 mg/kg. Pada parameter Cd hasil kandungan tertinggi terdapat pada titik ST 4 atau Peti aktif sebesar 0,186 mg/kg dimana menurut alloway 1990 nilai kadar maksimum parameter Cd pada tanah sebesar 0,001 mg/kg. Parameter As tertinggi terdapat pada titik ST 3 atau eks Peti ≤ 1 tahun dengan hasil sebesar 0,162 mg/kg dan Parameter Pb menghasilkan kandungan sebesar 0,138 mg/kg pada titik ST 2 eks Peti ≥ 1 tahun dan kandungan terendah pada titik ST 1 titik kontrol sebesar 0,050 mg/kg hal ini bisa saja berpengaruh terhadap penggunaan pestisida pada lahan perkebunan kemudian untuk parameter Hg hasil yang tertinggi terdapat pada titik ST 4 atau pada Peti aktif

sebesar 0,066 mg/kg sedangkan kandungan terendah terdapat pada titik ST 1 titik kontrol sebesar 0,049 mg/kg.

4.1.1 Kandungan Logam Berat Pada Tanah di Non Area Peti

Pengujian dilakukan pada tanah di area non Peti dengan kode sampel ST1 titik kontrol, parameter logam berat yang diuji yaitu meliputi parameter Hg, Pb, Cd, As dan Se. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Andalas dengan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) dan metode ICPE 9000. Hasil uji sampel dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut:



Gambar 4.1 Kandungan Parameter Logam Berat Pada Tanah Non Area Peti

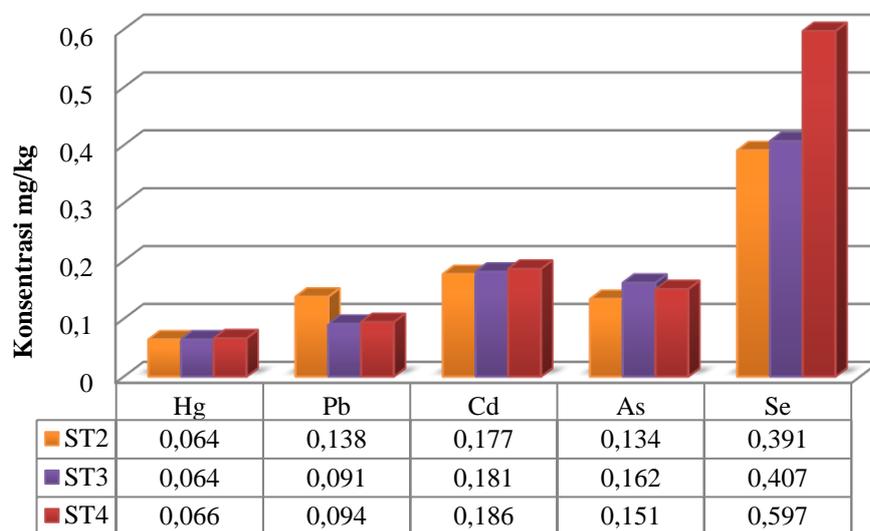
Berdasarkan Gambar 4.1 nilai parameter Hg menghasilkan kandungan sebesar 0,049 mg/kg menurut Alloway (1990) batas maksimum kandungan Hg pada tanah yaitu 0,06 mg/kg sehingga hasil uji kandungan Hg tersebut masih dalam kondisi aman untuk di area non Peti atau titik kontrol. Untuk konsentrasi Pb menghasilkan nilai sebesar 0,050 mg/kg menurut alloway (1990) batas maksimum

kandungan Pb dalam tanah yaitu sebesar 0,030 mg/kg sehingga kandungan nilai Pb pada sampel ini melebihi baku mutu. Kemudian untuk parameter Cd menghasilkan kandungan sebesar 0,173 mg/kg. Lalu untuk parameter Se menghasilkan kandungan sebesar 0,088 mg/kg dan untuk parameter Se menghasilkan konsentrasi sebesar 0,375 mg/kg.

Pencemaran logam berat di lahan sekitar penambangan akan sangat meningkatkan kandungan logam berat terutama pada tanah. Unsur hara pada tanah yang sudah tercemar logam berat sudah tercemar sehingga menyebabkan mikroorganisme pada tanah tidak berfungsi lagi. Sehingga tanah tersebut tidak dapat ditanami tumbuh-tumbuhan di area tercemar. Selain mencemari tanah aktivitas penambangan emas juga menyebabkan pencemaran air dan rusaknya sepadan sungai di sekitar aktivitas tersebut. Air yg mengandung merkuri terserap ketanah dan mengalir ketika ujan dengan *run off* sehingga dapat menyebar ke sekitar area. Cemaran logam berat pada tanah dan air yang melampaui batas dapat menyebabkan pengaruh terhadap tanaman dan ekosistem yang ada dengan cara tanaman yang terdapat di sekitaran area menyerap konsetrasi logam berat pada tanah sehingga sudah terkontaminasi kemudian di makan oleh manusia ataupun makhluk hidup di sekitaran are tersebut dan menyebabkan timbulnya penyakit akibat sebaran pencemaran tersebut. Solusi dari permasalahan lingkungan tersebut adalah melakukan fitoremediasi terhadap tanah yang tercemar logam berat dengan menanam tanaman yang dapat menyerap kandungan logam berat Hg, namun tanaman yang akan ditanam tidak boleh untuk dikonsumsi sehingga tidak menyebabkan masalah baru.

4.1.2 Kandungan Parameter Logam Berat Pada Tanah di Area Peti

Titik lokasi pada area Peti ini meliputi ST 2 untuk area eks Peti ≥ 1 tahun, ST 3 untuk area eks Peti ≤ 1 tahun, sedangkan untuk ST 4 merupakan untuk area Peti aktif. Pengujian dilakukan pada Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Andalas dengan parameter yang diuji adalah Hg, Pb, Cd, As dan Se hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.2 sebagai berikut:



Gambar 4.2 Kandungan Parameter Logam Berat Pada Tanah Area Peti

Hasil uji sampel tanah pada area Peti menunjukkan hasil melebihi baku mutu menurut Alloway (1990) untuk parameter Hg sebesar 0,06 mg/kg, parameter Pb sebesar 0,03 mg/kg, parameter Cd sebesar 0,001 mg/kg, parameter As sebesar 0,01 mg/kg dan parameter Se sebesar 0,0004 mg/kg. Sedangkan hasil parameter pencemar logam berat untuk daerah ST 2 atau eks Peti ≥ 1 tahun memiliki kandungan Hg sebesar 0,064 mg/kg, kandungan Pb sebesar 0,138 mg/kg untuk parameter ini hasil kandungan pada titik ST 2 merupakan hasil kandungan tertinggi

diantara titik sampel lainnya. Kemudian untuk parameter Cd menghasilkan kandungan sebesar 0,177 mg/kg, parameter As menghasilkan sebesar 0,134 mg/kg dan untuk parameter Se menghasilkan sebesar 0,391 mg/kg.

Hasil kandungan parameter logam berat pada ST 3 area eks Peti \leq dari 1 tahun menghasilkan parameter Hg sebesar 0,064 mg/kg, kemudian untuk parameter Pb menghasilkan nilai kandungan sebesar 0,091 mg/kg, parameter Cd nilai kandungan sebesar 0,181 mg/kg, parameter As sebesar 0,162 mg/kg, parameter Se sebesar 0,597 mg/kg. Sedangkan untuk titik ST 4 atau Peti aktif menghasilkan nilai kandungan parameter Hg sebesar 0,066 mg/kg, parameter Pb sebesar 0,094 mg/kg, parameter Cd sebesar 0,186 mg/kg, parameter As sebesar 0,151 mg/kg, dan untuk parameter Se sebesar 0,597 mg/kg. Secara umum kandungan se pada tanah lebih tinggi dibandingkan batuan beku.

Pada penambangan emas tanpa izin Desa Pulau Lintang ini kegiatan yang menghasilkan kadar pencemar logam berat Hg merupakan pada kegiatan pencucian emas, penggunaan air raksa merkuri digunakan sebagai pemisah antara kandungan emas dengan tanah. Jika penggunaan air raksa dilakukan secara berkala dan besar maka pencemaran pada tanah di area Peti akan terus meningkat.

Salah satu logam berat yang dapat berpotensi menjadi racun jika berada dalam tanah selain Hg dengan konsentrasi berlebih adalah Pb (Timbal). Konsentrasi Pb merupakan salah satu kelompok logam berat yang tidak esensial bagi tumbuhan, bahkan dapat mengganggu siklus hara dalam tanah. Konsentrasi Pb sampai saat ini masih dipandang sebagai bahan pencemar yang dapat menimbulkan pencemaran tanah (Juhaeti dkk, 2004). Adanya polutan berupa logam Pb dalam jumlah yang

berlebihan dapat menyebabkan lingkungan tidak dapat melakukan pembersihan sendiri (self purification). Kandungan logam berat yang terdapat pada tanah juga dipengaruhi oleh kadar air dalam tanah semakin sedikit kadar air dalam tanah maka keberadaan logam berat dalam tanah akan semakin meningkat karena keberadaan mikroba tanah yang dapat menyerap logam berat menjadi semakin sedikit akibat pencemaran yang terjadi (Nasir et al., 2018).

Aktivitas Peti yang mengasihkan logam Cd yang berasal dari pelarutan logam secara alami karena kegiatan penggalian tanah dan penghancuran batuan. Akumulasi logam berat Cd yang melebihi batas dapat menyebabkan gangguan fungsi ginjal dan menyebabkan luka pada saluran hidung dan kulit. Keracunan Cd bisa menimbulkan penyakit paru-paru akut dan lainnya. Paparan Cd secara akut dapat menyebabkan kehilangan nafsu makan, daya tahan tubuh lemah, kerusakan hepar dan ginjal, kanker, sakit kepala, kedinginan hingga menggigil, nyeri otot dan diare bahkan bisa menyebabkan kematian (Widowati, 2008). Selain terhadap manusia kerusakan tanah akibat parameter pencemar juga bisa merubah struktur dan kandungan yang terdapat di dalam tanah, tentunya akan memberikan efek perubahan pada seluruh organisme yang hidup dan tinggal di dalam tanah. Jika organisme di dalam tanah berkurang, maka akan berpengaruh pada ekosistem yang pada akhirnya memutus siklus dari rantai makanan. Pencemaran ini bisa diatasi dengan bioremediasi, fitoremediasi dan pencucian tanah, lahan bekas tambang Peti tersebut bisa ditanam dengan vegetasi alami yang dapat menyerap logam berat, sehingga tanah tersebut bisa dimanfaatkan kembali. Senyawa arsen pada awalnya digunakan sebagai pestisida dan hibrisida, sebelum senyawa organik

ditemukan, dan untuk pengawet kayu *Copper Chromated Arsenic* (CCA). Secara alami kandungan arsen dalam sedimen biasanya di bawah 10 mg/kg dalam jumlah berat kering. Arsenik memang dikenal karsinogen atau dapat menyebabkan kanker. Orang yang terlalu banyak terkena paparan zat arsen dari konsumsi air minum disebut arsenikosis. Korban dari arsenikosis ini tidak akan berdampak dalam waktu dekat, namun dampaknya baru terlihat setelah dalam jangka waktu yang lama (*Long-Term*). Karena keracunan arsen ini tidak langsung dapat dilihat, maka tindakan yang paling mungkin adalah tindakan pencegahan (Paul, 2004). Bahan pencemar yang masuk ke dalam lingkungan akan mengalami tiga macam proses akumulasi, yaitu fisik, kimia, dan biologis. Buangan limbah industri yang mengandung bahan berbahaya seperti logam berat dengan toksisitas yang tinggi dan kemampuan organisme untuk menimbun logam-logam bahan pencemar langsung terakumulasi secara fisik dan kimia kemudian mengendap di dasar sedimen. Metabolisme bahan berbahaya terjadi melalui rantai makanan secara biologis yang disebut bioakumulasi (Hutagalung, 1984).

Teknik penanggulangan Arsen pada lahan penambangan emas yaitu dengan fitoremediasi, sedangkan konsentrasi Arsenat (As(V)) dan arsenit (As(III)) dapat dihilangkan dengan besi zerovalent yang ada pada larutan berisi air. Hal ini dibuktikan dari sebuah penelitian yang dilakukan, dimana terlihat efektivitas penurunan kandungan arsenat dan arsenit dalam dua buah reaktor.

4.2 Kondisi Eksisting Penambangan Emas Tanpa Izin di Desa Pulau Lintas

Proses pengolahan biji emas yang dilakukan di Desa Pulau Lintang yaitu proses amalgamasi dimana proses penggilingan dan proses pembentukan amalgam dilaksanakan bersamaan di dalam suatu amalgamator yang disebut tromol. Berdasarkan hasil pengamatan, umumnya merkuri yang dimasukkan ke dalam tromol berkurang pada saat akhir proses, hal ini disebabkan oleh tahap pengolahan terbawa pada ampas (*tailing*).



Gambar 4.3 Kondisi Eksisting Peti

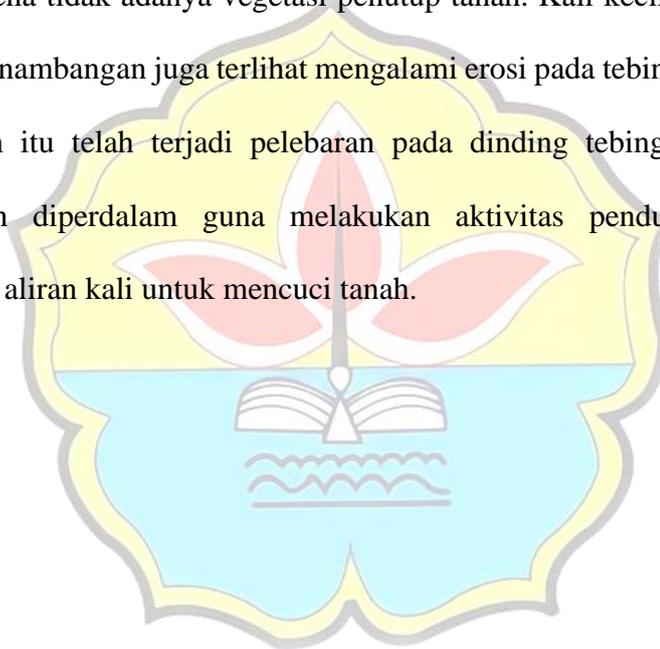
Pada pengolahan dengan *tromol*, material yang tercecer pada proses penggilingan ditampung dalam bak penampung, selanjutnya material tersebut diolah kembali dalam tong dan diperkirakan tidak lagi mengandung emas. Setelah material dianggap sudah tidak mengandung emas, tetapi masih mengandung merkuri, oleh para penambang dibuang ke tanah lokasi sekitar (Ruslan dan Khairuddin, 2011).

Dampak lanjutan yang diakibatkan adalah emisi merkuri terkonsentrasi pada lingkungan dalam jumlah besar dan mencemari sumber air dan tanah dan

selanjutnya masuk ke sungai dan bermuara di laut selanjutnya melalui jalur rantai makanan, apabila ikan-ikan yang berada di laut sekitar terkontaminasi merkuri akan berbahaya kepada manusia. Hal ini sesuai pendapat Marsden and Rainbow (2004) dalam A. tritugaswati et,al (1997) yang menyatakan bahwa tingginya kandungan logam berat pada komoditi perikanan disebabkan oleh lingkungan perairan yang telah tercemar oleh limbah dimana logam berat akan terdistribusi di berbagai komponen ekosistem laut dan kemudian terakumulasi oleh organisme, selanjutnya dikonsumsi oleh manusia, maka dapat membahayakan kesehatan dan bahkan menyebabkan kematian. Disamping itu penambangan ilegal yang tidak dilakukan sesuai standar perlindungan lingkungan dapat merusak vegetasi tanah dan profil genetik tanah yang ada, sehingga tanah yang awalnya subur dapat berubah kering dan tandus. Penggalian wilayah pesisir yang tidak sesuai juga dapat mempengaruhi topografi umum kawasan pesisir secara permanen yang dapat berakibat longsor pada badan jalan ataupun kerusakan jalan atau jalan terputus pada saat musim penghujan.

Tidak hanya air yang tercemar, tanah juga mengalami pencemaran akibat pertambangan, yaitu terdapatnya lubang-lubang besar yang tidak mungkin ditutup kembali yang menyebabkan terjadinya kubangan air dengan kandungan asam yang sangat tinggi. Air kubangan tersebut mengandung zat kimia seperti Fe, Mn, SO₄, Hg dan Pb. Fe dan Mn dalam jumlah banyak bersifat racun bagi tanaman yang mengakibatkan tanaman tidak dapat berkembang dengan baik. SO₄ berpengaruh pada tingkat kesuburan tanah dan PH tanah, akibat pencemaran tanah tersebut maka tumbuhan yang ada di atasnya akan mati.

Hilangnya Vegetasi Penutup Tanah Penambang (pendulang) yang menggali tanah atau material tidak melakukan upaya reklamasi atau reboisasi di areal penggalian, tapi membiarkan begitu saja areal penggalian dan pindah ke areal yang baru. Tampak di lapangan bahwa penambang membiarkan lokasi penggalian begitu saja dan terlihat gersang. Bahkan penggalian yang terlalu dalam membentuk kolam-kolam pada permukaan tanah yang kedalamannya mencapai 3-5 meter. Erosi tanah Areal bekas penggalian yang dibiarkan begitu saja berpotensi mengalami erosi dipercepat karena tidak adanya vegetasi penutup tanah. Kali kecil yang berada di dekat lokasi penambangan juga terlihat mengalami erosi pada tebing sisi kanan dan kirinya. Selain itu telah terjadi pelebaran pada dinding tebing sungai, akibat diperlebar dan diperdalam guna melakukan aktivitas pendulangan dengan memanfaatkan aliran kali untuk mencuci tanah.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di bab sebelumnya maka dapat disimpulkan tentang Analisis Logam Berat Pada Tanah pada Area Penambangan Emas Tanpa Izin di Desa Pulau lintang menghasilkan:

1. Kandungan logam berat pada tanah di Non Area Penambangan Emas Tanpa Izin untuk 5 parameter yang diuji peroleh 4 parameter diatas baku mutu yaitu $Se > Cd > As > Pb$ dengan nilai $0,375 > 0,173 > 0,088 > 0,050$. Untuk parameter Hg masih dalam tidak melebihi nilai kandungan Hg pada tanah, namun untuk parameter lainnya seperti Se, Cd, Pb dan As melebihi baku mutu.
2. Untuk kandungan logam berat tanah pada area Penambangan Emas Tanpa Izin untuk 5 parameter yang diuji melebihi baku mutu yaitu $Se > Cd > As > Pb > Hg$ pada titik ST2 Eks PETI ≥ 1 tahun dengan nilai $0,391 > 0,177 > 0,138 > 0,134 > 0,064$. Titik ST3 eks PETI ≤ 1 tahun dengan nilai $0,407 > 0,181 > 0,162 > 0,091 > 0,064$. Titik ST4 Peti aktif $0,597 > 0,186 > 0,151 > 0,094 > 0,066$. Dengan tingginya kandungan logam berat pada tanah sehingga menyebabkan rusaknya unsur hara di dalam tanah.

5.2 Saran

Saran yang diberikan yaitu untuk perlu banyaknya titik pengambilan sampel untuk menggambarkan keadaan lokasi menjadi lebih sepsifik, perlu penambahan parameter pencemar untuk penelitian serta penggunaan baku mutu pada tanah yang terbaru. Penanggulangan pencemaran logam berat pada tanah akibat aktifitas Peti yaitu melakukan remediasi tanah dengan cara fitoremediasi menggunakan vegetasi alami, dimana untuk parameter Hg menggunakan vegetasi lembang yang

mampu menyerap sampai dengan 89%, untuk parameter Pb menggunakan vegetasi melati air sebesar 81,72 %, parameter Cd menggunakan Vegetasi Biduri sebesar 64,76 %, parameter As menggunakan vegetasi paku sebesar 93%.



DAFTAR PUSTAKA

- Adha, Idharmahdi. (2014). Studi Kekuatan Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Campuran Bahan Additive Abu Sekam Padi Dan Abu Ampas Tebu. Skripsi. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Adi, Putranto. (2011). Kaya dengan Bertani Kelapa Sawit. Medan: Seri Pertanian Modern

- Adiningsih, J. dan Mulyadi. (2007). Alternatif teknik rehabilitasi dan pemanfaatan lahan alang-alang.
- Alison, Dkk. (2020). Aplikasi Biochar Sekam Padi Dalam Memperbaiki Sifat Kimia Tanah Bekas Tambang Emas Untuk Budidaya Tanaman Padi (*Oryza Sativa L.*). E-Skripsi Andalas.
- Alloway, B.J. (1990). Heavy Metal in Soil. Jhon Willey and Sons Inc. New York.
- Alloway, B.J. (1995). Heavy Metal in Soil. Chapman and Hall. London.
- Arbi, Muhammad Abdillah. (2020). Identifikasi Beberapa Sifat Kimia Dan Kandungan Merkuri Pada Lahan Bekas Tambang Emas Dan Perkebunan Karet (*Hevea Brasiliensis*) Di Nagari Tebing Tinggi Kabupaten Dharmasraya. E-Skripsi Andalas:
- Farisa, Mukti Arta Mevia. (2020) “„Unsur-Unsur Logam, Sifat, Contoh dan Bedanya dari Non Logam”.
- Fauizek, Michelle & Suhendra. Andryan. (2018). Efek Dari Dynamic Compaction (Dc) Terhadap Peningkatan Kuat Geser Tanah. Jurnal Mitra Teknik Sipil. Jakarta: Universitas Tarumanegara.
- Gusmini, Yulnafatmawita, dan A.F. Daulany. (2008). Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik terhadap Peningkatan Kandungan Hara, N, P, K Ultisol Kebun Percobaan Faperta UNAND Padang. Jurnal Solum. 5 (2): 57-65.
- Hardjowigeno, S. (2013). Ilmu Tanah. Akademi Pessindo. Jakarta.
- Hutagalung HP. 1984. Logam berat dalam lingkungan laut. Pewarta Oseana. Vol. IX. No.1. LON LIPI. Jakarta.
- Irsyad, M., Rismawaty, S., dan Musafira. (2014). Translokasi Merkuri (Hg) Pada Daun Tanaman Bayam Duri (*Amaranthus spinosus L.*) dari Tanah Tercemar, Jurnal of Natural Science, 3 (1), 8-17
- Jaya. Juhaeti, T, dkk. 2004. Inventarisasi Tumbuhan Potensial Untuk Fitoremediasi. Jurnal. Biodiversitas. Vol. 6
- Midrat, Dkkk. (2013). Status Logam Berat Merkuri (Hg) Dalam Tanah Pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas Di Kelurahan Poboya, Kota Palu.
- Notodarmojo S. (2015). Pencemaran Tanah dan Air Tanah. Institut Teknologi. Bandung.
- Paul, B. K. (2004). Arsenic Contamination Awareness Among The Rural Resident in Bangladesh: Social Science and Medicine. P 1741-1755.

- Priyanto, Budhi dan Joko Prayitno. (2006). Jurnal Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat
- Riyanti, A., Kasman, M., & Riwan, M. (2019). Efektivitas Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) dan pH Limbah Cair Industri Tahu dengan Tumbuhan Melati Air melalui Sistem Sub-Surface Flow Wetland. *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(1), 16–20.
- Rondonuwu, S. B. (2014). Fotoremediasi Limbah Merkuri Menggunakan Tanaman dan Sistem Reactor. *Jurnal Ilmiah Sains*, 14 (1) 54-59 Bandung.
- Ruslan dan Khairudin. (2011). Studi Potensi Pencemaran Lingkungan dari Kegiatan. Pertambangan Emas Rakyat Poboya Kota Palu, Skripsi
- Syarifuddin, dkk. (2000). Sains Geografi. Jakarta: Bumi Aksara .
- Yulipriyanto H. (2010). Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Widowati, Wahyu, dkk. 2008. Efek Toksik Logam. Yogyakarta: ANDI.

