

**ANALISIS TINGKAT BIOKONSENTRASI MERKURI (Hg)
PADA TANAMAN JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia*) DI
DAERAH PENGOLAHAN BIJIH EMAS SKALA KECIL**



SKRIPSI

Disusun Oleh:

FEBRIANSYAH

NIM. 2030801047

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN FATAH
PALEMBANG**

2023

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS TINGKAT BIODIKONSENTRASI MERKURI (Hg)
PADA TANAMAN JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia*) DI
DAERAH PENGOLAHAN BIJIH EMAS SKALA KECIL**

Oleh :

**FEBRIANSYAH
NIM. 2030801047**

**Telah dipertahankan didepan Majelis Penguji
Pada tanggal 19 September 2023
Dan di nyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam Bidang Biologi**

Pembimbing I

Pembimbing II

**RA. Hoetary Tirta Amallia, M.Kes
NIDN.2017118602**

**Novin Teristiandi, M.Sc
NIP. 199311262019031008**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan
Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Uin Raden Fatah Palembang**

**Dr. Syarifah, M.Kes
NIP. 197504292009122001**

**LEMBAR PERSETUJUAN
TIM PENGUJI SKRIPSI**

Judul Skripsi : Analisis Tingkat Biokonsentrasi Merkuri (Hg) Pada
Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Di Daerah
Pengolahan Bijih Emas Skala Kecil
Nama : Febriansyah
Nim : 2030801047
Program Studi : Sarjana (S1) Biologi Fakultas Sains dan teknologi

Telah disetujui oleh tim penguji sidang skripsi

1. Ketua : RA.Hoetary Tirta Amallia, M.Kes ()
NIDN.2017118602
2. Sekretaris : Novin Teristiandi, M.Sc ()
NIP. 199311262019031008
3. Penguji I : Dr. Irham Falahudin, M.Si ()
NIP.197110021999031002
4. Penguji II : Dr. Ir. Ledis Heru Saryono Putro, M.Si ()
NIP. 197003232000031003

Diuji di Palembang pada tanggal 19 September 2023

Waktu : 15:30 – 17:30 WIB
Hasil IPK : 3,79
Predikat : Sangat Memuaskan

Dekan,

Dr. Munir, M.Ag
NIP.197103042001121002

MOTTO

"Dan (ingatlah) ketika tuhanmu memaklumkan, ‘Sesungguhnya jika kamu bersyukur, niscaya Aku akan menambah (nikmat) kepadamu, tetapi jika kamu mengingkari (nikmat-Ku), maka azab-Ku sangat berat’"

(QS. Ibrahim Ayat 7).

"Hidup sederhana itu keren, perjuangan nya luar biasa. Jadi jangan pernah merasa tidak mampu karena semuanya ada takaran nya masing-masing"

(Febriansyah).

PERSEMBAHAN

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat-Nya, sehingga peneliti berhasil menempuh Pendidikan di Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang serta menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis persembahkan Skripsi ini kepada:

1. Kedua orangtuaku Bapak Kartubi dan Ibu Asiah yang tidak pernah berhenti memberikan kasih sayang, do'a, dukungan baik moril mapupun materil untuk keberhasilan.
2. Ayuk dan Kakak Ipar yang telah memberikan semangat serta dukungannya, Adek Eka yang selalu menjadi tempat cerita. Serta ponakan ku Alvian dan Ikhsan yang seringkali menjadi penyemangat dan menjadi moodbooster dengan tingkahnya.
3. Rekan-rekan Biologi B 2020 yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
4. Almamaterku Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, semoga kita selalu berada dalam lindungan Allah SWT.

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Febriansyah

NIM : 2030801047

Jurusan : Biologi

Penulis Skripsi berjudul : Analisis Tingkat Biokonsentrasi Merkuri (Hg)
Pada Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)
Di Daerah Pengolahan Bijih Emas Skala Kecil

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dan skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termasuk di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya secara akademis akan bertanggung jawab atas apa yang saya tulis.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan dapat dipertanggung jawabkan.

Palembang, 21 September 2023

Menyatakan,

Febriansyah

NIM. 2030801047

ANALYSIS OF MERCURY (Hg) BIOCONCENTRATION LEVEL ON LIME PLANT (*Citrus aurantifolia*) IN SMALL-SCALE GOLD ORE PROCESSING AREA

ABSTRACT

Waste from tailings is a major problem for the environment because it contains mercury. Mercury can damage the central nervous system and other body organs. Most mercury enters the human body through the food chain. Planting Lime is the plant most commonly found in gold ore processing areas and is very often consumed by residents in that area. Therefore, the aim of this research is to assess the BCF value of these plants and the EDI value to measure the level of risk for local communities if they consume these plants. This research is descriptive analytical research with a quota sampling method. Testing mercury levels in lime plant leaves using the ASS. The results of this research show that the concentration of mercury metal (Hg) in lime leaves with the highest value is 0,48 ppm, the lowest value is 0,018 ppm and the average is 0.14 ppm and exceeds the threshold value. The highest BCF value is 0.00552 and the lowest value is 0,000003. The average BCF value at each station is >1 which is included in the excluder category. The results of calculating EDI values at 10 sample stations showed that all samples had EDI values >10 RfD, which means a high risk to health if consuming lime leaves at that location.

Keywords: Bioconcentration Factor (BCF), Heavy Metals, Mercury (Hg), Lime (*Citrus aurantifolia*), Estimated Daily Intake (EDI).

**ANALISIS TINGKAT BIODAKONSENTRASI MERKURI (Hg) PADA
TANAMAN JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia*) DI DAERAH
PENGOLAHAN BIJIH EMAS SKALA KECIL**

ABSTRAK

Limbah dari tailing ini menjadi masalah utama bagi lingkungan karena mengandung merkuri. Merkuri dapat merusak sistem syaraf pusat dan organ tubuh lainnya. Sebagian besar merkuri masuk kedalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Tanaman Jeruk nipis adalah tanaman yang paling banyak terdapat di daerah pengolahan biji emas dan sangat sering dikonsumsi oleh penduduk di daerah tersebut. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini untuk menilai nilai BCF dari tanaman tersebut dan nilai EDI untuk mengukur tingkat risiko bagi masyarakat setempat jika mengkonsumsi tanaman tersebut. Penelitian ini merupakan penelitian Deskriptif analitik dengan metode sampling quota sampling. Pengujian kadar merkuri pada daun tanaman jeruk nipis menggunakan alat ASS. Hasil penelitian ini menunjukkan konsentrasi logam merkuri (Hg) pada daun jeruk nipis dengan nilai tertinggi yaitu 0,48 ppm, nilai terendah 0,018 ppm dan rata-rata 0,14 ppm dan melebihi nilai ambang batas. Nilai BCF tertinggi terdapat yaitu 0,00552 dan nilai terendah yaitu dengan nilai 0,000003. Rata-rata nilai BCF pada setiap stasiun yaitu >1 yang termasuk kedalam kategori excluder. Hasil penghitungan nilai EDI pada 10 stasiun sampel diketahui bahwa semuanya mempunyai nilai EDI >10 RfD yang beresiko tinggi terhadap kesehatan apabila mengkonsumsi daun jeruk nipis dilokasi tersebut.

Kata Kunci : *Biokonsetrasi Faktor (BCF), Logam Berat, Merkuri (Hg), Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia), Estimated Daily Intake (EDI).*

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Analisis Tingkat Biokonsentrasi Merkuri (Hg) Pada Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Di Daerah Pengolahan Biji Emas Skala kecil” ini dengan baik. Shalawat teriring salam tak lupa penulis sampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Penulis menyadari dengan keterbatasan pengetahuan yang penulis miliki tentunya skripsi ini tidak akan terwujud tanpa ada bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Nyanyu Khodijah, S.Ag., M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang.
2. Bapak Dr. Munir, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Raden Fatah Palembang.
3. Ibu Dr. Syarifah, M.Kes., M.Si selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang.
4. Ibu RA. Hoetary Tirta Amallia, M.Kes dan Bapak Novin Teristiandi, M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dan II yang selalu tulus dan ikhlas dalam membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Irham Falahudin, S.Pd., M.Si dan Bapak Dr. Ir. Ledis Heru Saryono Putro, M.Si Selaku Dosen Penguji I dan II yang telah memberikan saran dan arahan yang membangun yang berguna dalam menyelesaikan skripsi ini.

6. Ibu Meta Yuliana, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama proses perkuliahan sampai selesai.
7. Bapak/Ibu dosen Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi yang telah mengajar dan memberikan ilmu selama penulis menempuh pendidikan di UIN Raden Fatah Palembang.
8. Ayahanda Kartubi dan Ibunda Asiah serta saudara kandungku Novita Sari dan Eka Andriani yang selalu memberikan kasih sayang, do'a dan motivasi.
9. Kepada Agusman Azrianto, S.Pd sebagai teman seperjuangan yang sama-sama berjuang dari tingkat MTS dengan alur cerita masing-masing. Yuni Melwani yang telah banyak berkontribusi baik moril maupun secara materil dalam perkuliahan serta dalam menyelesaikan skripsi ini. Kak Nisa dan Kak Mini yang selalu sigap dalam memberikan bantuan saat penulis membutuhkan.
10. Teman seperjuangan Biologi 2020 umumnya dan Biologi 2020 B khususnya. Rendi, Toni, Bayu, Adam, Yoga, Perdian, Nico, Putra, Asep, Syeh, terima kasih atas semua dukungan, semangat dan bantuan yang telah kalian berikan dan senantiasa bersama sejak semester awal sampai sekarang terima kasih atas semua do'a dan semangatnya.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis berharap adanya saran dan kritik yang bersifat membangun sehingga penulisan skripsi ini menjadi lebih baik. Demikianlah skripsi ini penulis buat semoga dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Palembang, 21 September 2023

Febriansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Batasan Masalah	8
1.4 Tujuan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Pencemaran Lingkungan.....	10
2.2 Macam – Macam Pencemaran Lingkungan	11
2.3 Logam Berat Merkuri (Hg)	14
2.4 Efek Pencemaran Merkuri (Hg).....	16
2.5 Pertambangan Emas	17

2.6 Tanaman Jeruk Nipis (<i>Citrus aurantifolia</i>).....	19
2.7 Mekanisme Penyerapan Logam Berat Pada Tanaman.....	21
2.8 Nilai BCF dan <i>Estimated Daily Intake</i> (EDI).....	24
2.9 Penelitian Relevan	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Waktu dan Tempat.....	29
3.2 Alat dan Bahan	29
3.3 Jenis Penelitian	29
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian.....	30
3.5 Lokasi Sampel Penelitian	31
3.6 Prosedur Kerja	32
3.7 Analisis Data.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Hasil.....	38
4.2 Pembahasan.....	41
4.2.1 Biokonsentrasi Merkuri (Hg).....	41
4.2.2 Nilai Biokonsentrasi Faktor (BCF).....	44
4.2.3 Nilai Estimated Daily Of Metals (EDI).....	46
BAB V PENUTUP.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	56

1	Alat dan Bahan.....	56
2	Sampel dan Pengambilan Sampel.....	57
3	Preparasi dan Pengujian Sampel.....	58
4	Kurva Kalibrasi.....	59
5	Hasil Pengujian AAS dan Konversi Ke Ppm.....	60
6	SNI 06-6992.2-2004.....	62
7	Penghitungan BCF dan EDI.....	63
8	Surat Izin Penelitian.....	64
9	Surat Permohonan Permohonan.....	65
10	Hasil Turnitin.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.9.1 Penelitian Relevan.....	26
Tabel 3.5.1 Titik Koordinat Sampel.....	31
Tabel 3.7.1 Hasil Analisis Data.....	37
Tabel 4.1.1 Konsentrasi Logam Berat Merkuri (Hg) pada Daun Jeruk Nipis.....	38
Tabel 4.1.2.1 Konsentrasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Tanah.....	39
Tabel 4.1.2.2 Tingkat Biokonsentrasi Faktor.....	39
Tabel 4.1.3 Nilai <i>Estimated Daily Intake</i>	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Limbah tailing pada salah satu pengolahan emas skala kecil Desa Sukamenang.....	2
Gambar 2.1 Pohon tanaman jeruk nipis (<i>Citrus aurantifolia</i>)	19
Gambar 3.1 Peta lokasi pengambilan sampel di Desa Sukamenang.....	31

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengolahan bijih emas skala kecil saat ini sedang menjadi perhatian khusus dunia. Selain sebagai sumber ekonomi masyarakat setempat ternyata hazard yang ditimbulkan dari limbah tailing pengolahan bijih emas skala kecil ini pun sangat besar. Menurut Gani *et al.*, (2017), proses pengolahan emas tersebut melalui beberapa tahap mulai dari penggalian batuan, pengolahan, dan pembuangan limbah. Limbah tailing yang dihasilkan dari pengolahan bijih emas skala kecil ini yang dapat mencemarkan lingkungan baik udara, tanah, ataupun air karena adanya kandungan merkuri di dalam limbah tersebut. Merkuri digunakan pada proses amalgamasi untuk mengikat logam emas dan memisahkan logam emas dengan logam-logam lainnya (Elawati *et al.*, 2019). Limbah yang terpisah kemudian akan dialirkan ke sungai sehingga terakumulasi dan akan menyebabkan pencemaran lingkungan (kerusakan lingkungan) khususnya logam merkuri (Hg).

Pencemaran logam merkuri (Hg) dapat terjadi karena beberapa faktor yaitu, karena adanya proses-proses alam seperti pelapukan suatu batuan, ulah manusia seperti pengolahan emas yang limbahnya tidak dikelola secara baik. Seperti yang dijelaskan oleh Alwan (2021), dalam penelitiannya bahwa pengolahan emas ini menggunakan proses amalgamasi yang menggunakan bahan kimia merkuri (Hg) sebagai bahan pengikat emas dan juga dapat terjadi di berbagai bidang kehidupan seperti bidang industri yang menggunakan bahan kimia merkuri dalam produksinya, contoh dari pengolahan biji emas tradisional

ini dilakukan oleh masyarakat di Desa Sukamenang Kabupaten Musi Rawas Utara.



Sumber: Dokumen Pribadi, 2022

Gambar 1.1 Limbah tailing pada salah satu pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang

Pengolahan bijih emas skala kecil di Desa Sukamenang, menggunakan metode amalgamasi, yaitu penggunaan merkuri (Hg) untuk mengikat emas dan pada tahap pemurnian dan pencucian yang menghasilkan limbah merkuri. Menurut Sismanto *et al.*, (2016), Proses pemurnian emas menghasilkan limbah cair yang dihasilkan dari proses peleburan dan pemasakan dalam proses peleburan itu sendiri, kemudian emas dan perak dituangkan ke dalam air dan terbentuklah emas dalam bentuk kristal, emas dalam bentuk kristal kemudian dimasak dengan menambahkan HCl dengan tujuan untuk mengendapkan emas sedangkan tembaga dan perak akan larut dalam air, limbah cair tersebut kemudian dimasukkan kedalam tangki penampung limbah yang selanjutnya dialirkan ke sungai, hal tersebutlah akan menyebabkan pencemaran lingkungan berupa pencemaran air dan tanah.

Pencemaran lingkungan air dan tanah tentunya akan menyebabkan zat pencemar seperti logam merkuri akan terserap oleh tanaman pada lahan yang terdapat di sekitar tempat pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang karena terdapat banyak tanaman yang ditanam oleh masyarakat. Menurut data dari Pemerintah Kabupaten Musi Rawas Utara (2019), Desa Sukamenang merupakan desa yang banyak memanfaatkan lahannya sebagai lahan perkebunan, salah satunya tanaman jeruk nipis. Pohon jeruk nipis tersebut mempunyai tinggi batang 2-5 meter dan dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar selama kurang lebih 10 tahun, baik itu mengkonsumsi buah ataupun daunnya yang digunakan pada kebutuhan sehari-hari. Hal tersebut sesuai dengan observasi yang telah dilakukan di sekitar tempat pengolahan bijih emas skala kecil.

Berdasarkan observasi lapangan, didapatkan bahwa tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) merupakan tanaman dengan jumlah tanaman terbanyak yang tumbuh dan sengaja ditanam oleh masyarakat di Desa Sukamenang. Sedangkan untuk tanah pada lokasi penelitian, terdapat konsentrasi logam berat merkuri (Hg) yang tinggi yaitu memiliki rata-rata 149,7342 ppm (Amallia *et al.*, 2023). Menurut Lahuddin (2016), Keberadaan suatu logam berat merkuri (Hg) dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh di atasnya. Jika logam berat memasuki lingkungan tanah, akan terserap oleh tanaman melalui akar, dan selanjutnya akan terdistribusi ke bagian tanaman lainnya seperti batang, cabang (ranting), bagian daun dan akan mengalami akumulasi. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ismail *et al.*, (2020), tentang bioakumulasi logam berat merkuri pada tumbuhan

mangrove di teluk kayeli kabupaten buru, didapati hasil bahwa pada sedimen teluk kayeli menanggung beban pencemaran logam berat terutama merkuri (Hg) yang diakibatkan oleh pertambangan emas rakyat dipulau buru yang menggunakan Hg untuk mendapatkan emas murni. Kemudian dilakukan pengujian merkuri pada bagian akar, kulit dan daun tanaman, dan hasilnya dapat diketahui bahwa konsentrasi tertinggi logam berat merkuri (Hg) pada akar adalah 0,035 ppm, pada kulit batang 0,003 ppm dan pada daun kurang dari 0,0001 ppm. Sehingga dapat diketahui bahwa tumbuhan mangrove memiliki kemampuan menyerap logam berat merkuri dari tanah atau sedimen di teluk kayeli. Oleh karena itu akan dilakukan penelitian berupa biokonsentrasi merkuri (Hg) pada daun tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah penambangan emas skala kecil di Desa Sukamenang. Pemilihan sampel daun dikarenakan dari segi penggunaan, daun banyak dikonsumsi secara langsung oleh masyarakat disekitar tempat pengolahan biji emas skala kecil, selain itu dari faktor internal dari tumbuhan jeruk itu sendiri yaitu kemampuan untuk melakukan lokalisasi logam berat pada bagian-bagian tubuhnya seperti daun. konsentrasi logam berat pada daun tidak hanya berasal dari mobilitas akar tetapi juga dari proses penyerapan daun itu sendiri. Penyerapan melalui daun terjadi karena partikel logam berat jatuh pada permukaan daun dan terserap melalui stomata dan menuju jaringan lainnya (Djo et al., 2017).

Logam berat merkuri yang terakumulasi pada tumbuhan berasal dari tanah atau air tercemar yang membahayakan kesehatan apabila tumbuhan yang tercemar tersebut dikonsumsi. Merkuri (Hg) bersifat toksik kumulatif yang dapat menimbulkan bahaya apabila terakumulasi di dalam tubuh dalam jangka

waktu yang lama walaupun hanya sedikit saja. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Santoso *et al.*, (2014), yang menyatakan bahwa kerusakan rambut, kerusakan gigi dan terganggunya system syaraf merupakan beberapa contoh penyakit yang bisa ditimbulkan apabila di dalam tubuh organisme terakumulasi logam berat berupa merkuri (Hg).

Akumulasi logam berat merkuri juga berdampak buruk bagi tumbuhan itu sendiri, berdasarkan hasil penelitian dari Shofi (2017), bahwa merkuri (Hg) menghambat perkecambahan biji kacang hijau. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa merkuri dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Hg dapat menghambat perkecambahan tanaman tomat dan padi. Pada perkecambahan kacang tanah, konsentrasi 5 ppm dapat menghambat perkecambahan dan pemanjangan akar, hal tersebut dikarenakan merkuri dapat mengurangi kalium, mangan, dan magnesium dalam akar dan akumulasi besi dalam ujung akar sehingga akan mengganggu proses perkecambahan. Logam merkuri akan berdampak buruk bagi suatu organisme baik itu pada tingkat akumulasi rendah ataupun tinggi.

Tingkat akumulasi logam merkuri dapat dihitung dengan menentukan Nilai Biokonsentrasi Faktor/BCF, yaitu nilai akumulasi bahan kimia (polutan) dalam tubuh organisme, sehingga diketahui kemampuan organisme dalam mengakumulasi logam berat dari lingkungannya (Irawati *et al.*, 2018). Selanjutnya nilai BCF didapat dari perbandingan antara konsentrasi polutan pada lapisan organisme dan konsentrasi bahan kimia pada lingkungan tempat tereksposnya organisme tersebut (Januar *et al.*, 2019). Setelah dilakukannya perhitungan tingkat akumulasi polutan atau bahan kimia di dalam tubuh maka

dilanjutkan dengan penghitungan *Estimated Daily Intake* (EDI)/Estimasi Asupan Harian, Menurut Javed dan Usmani (2016), EDI adalah perkiraan asupan suatu cemaran dalam tubuh manusia melalui konsumsi makanan setiap harinya. EDI diukur dalam (mg/ kg berat badan/ hari).

Dengan adanya perhitungan tersebut, suatu organisme dapat mengetahui tingkat akumulasi merkuri di dalam tubuhnya dan akan menimbulkan kesadaran kepadanya untuk tidak merusak bumi dengan pencemaran lingkungan serta senantiasa bersyukur atas apa yang telah diturunkan oleh Allah SWT, sebagaimana yang dijelaskan dalam Al-Qur'an Surah Al A'raf: 57-58 yang berbunyi:

وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَّاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّىٰ إِذَا أَقْلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَاهُ لِبَلَدٍ مَّيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ كَذَٰلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَىٰ لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ (57) وَالْبَلَدُ الطَّيِّبُ يَخْرِجُ نَبَاتَهُ بِإِذْنِ رَبِّهِ وَالَّذِي خَبُثَ لَا يَخْرِجُ إِلَّا نَكْدًا كَذَٰلِكَ نُصَرِّفُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَشْكُرُونَ (58)

Artinya :

Dan Dialah yang meniupkan angin sebagai pembawa berita gembira sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); hingga apabila angin itu telah membawa awan mendung, Kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu Kami turunkan hujan di daerah itu, maka Kami keluarkan dengan sebab hujan itu berbagai macam buah-buahan. Seperti itulah Kami membangkitkan orang-orang yang telah mati, mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran. Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur.

Berdasarkan ayat dari Al-Qur'an surah Al A'raf tentang peringatan untuk tidak merusak bumi, maka dapat dijadikan pedoman untuk manusia agar tidak membuat kerusakan di muka bumi, Allah swt. telah menurunkan air hujan sebagai pembawa berkah dan melimpahnya perairan yang ada di bumi sebagai sumber keberkahan, dengan air itulah muncul berbagai jenis tumbuhan yang menghasilkan buah-buahan, dan dari tanah hiduplah tumbuhan yang subur, maka sepantasnya kita senantiasa bersyukur dengan selalu menjaga lingkungan hidup agar tidak rusak dan tercemar.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang biokonsentrasi kadar merkuri (Hg) pada daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) di lingkungan pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut maka di dapatkanlah rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah tingkat biokonsentrasi Merkuri (Hg) pada daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah pengolahan bijih emas skala kecil?
- b. Bagaimanakah nilai Biokonsentrasi Faktor (BCF) Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah pengolahan bijih emas skala kecil?
- c. Bagaimanakah nilai *Estimated Daily of Metals* (EDI) Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya menilai biokonsentrasi Merkuri (Hg) pada daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) yang tumbuh di lingkungan pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukmenang.

1.4 Tujuan Penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Berdasarkan latar belakang masalah penelitian, maka dalam penelitian bertujuan untuk mengetahui tingkat biokonsentrasi logam berat Merkuri (Hg) pada daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) yang tumbuh di daerah pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang.

1.4.2 Tujuan Khusus

- a. Mengetahui konsentrasi logam berat merkuri (Hg) pada daun Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) yang tumbuh di daerah pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang.
- b. Mengetahui nilai Biokonsentrasi Faktor (BCF) Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) yang tumbuh di daerah pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang.
- c. Mengetahui nilai *Estimated Daily of Metals* (EDI) Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) yang tumbuh di daerah pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang.

1.5 Manfaat Penelitian

- 1.5.1 Secara Teoritis Manfaat Penelitian Ini Yaitu:

1.5.1.1 Memberikan informasi tentang kandungan logam berat merkuri (Hg) pada daun tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) di lingkungan pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang

1.5.1.2 Sebagai sumber informasi pada kualitas tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) di lingkungan pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang Kecamatan Karang Jaya Kabupaten Musi Rawas Utara.

1.5.1.3 Memberikan sumbangsih keilmuan tentang pencemaran lingkungan bahwa pencemaran lingkungan yang umumnya diakibatkan oleh aktivitas manusia.

1.5.2 Secara paraktik manfaat penelitian ini yaitu:

1.5.2.1 Dapat digunakan sebagai bahan perbandingan penelitian selanjutnya yang terdapat relevansi dengan penelitian ini.

1.5.2.2 Penelitian ini dilakukan untuk memberikan kesadaran kepada pihak pemerintah daerah agar bisa memberi himbauan pada masyarakat bahayanya efek pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh logam berat hasil penggilingan bijih emas.

1.5.2.3 Penelitian ini dapat dilakukan secara langsung agar dapat mengetahui bagaimana pemeliharaan lingkungan hidup manusia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Lingkungan

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu permasalahan yang luas jangkauannya yang berkaitan dengan kesehatan, lingkungan, bahkan secara ekologi dan kemungkinan besar akan mempengaruhi kesehatan manusia (Sismanto *et al.*, 2016). Pada pengertian lain, pencemaran lingkungan merupakan peristiwa masuk atau dimasukkannya zat, energi, makhluk hidup ataupun komponen lain ke dalam lingkungan seperti air, tanah dan udara serta berubahnya keadaan (komposisi) suatu lingkungan yang di akibatkan oleh aktivitas manusia maupun oleh proses alamiah, yang menyebabkan kualitas suatu lingkungan tidak berfungsi sesuai dengan kegunaannya lagi (Awange *et al.*, 2018).

Pencemaran lingkungan merupakan suatu permasalahan yang akan menimbulkan dampak berbahaya bagi lingkungan hidup manusia, pencemaran lingkungan ini biasanya berawal dari ketidakpedulian manusia pada lingkungan hidupnya seperti tidak mengolah limbah secara baik dan kurangnya kesadaran untuk melestarikan lingkungan disekitarnya (Ramadhan, 2018). Salah satu faktor yang menyebabkan pencemaran lingkungan adalah perkembangan perindustrian seperti pertanian, migas dan non migas yang menghasilkan banyak limbah dan jika limbah tersebut tidak dikelola dengan baik maka akan meningkatkan pencemaran air, tanah maupun udara di suatu lingkungan (Mulyani, 2018).

Salah satu contoh aktivitas yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan adalah adanya pengolahan emas yang menghasilkan limbah logam berat yang tidak dikelola dengan baik. Kerusakan dan pencemaran suatu lingkungan menjadi masalah yang serius bagi kesehatan, kerusakan areal hutan dan sungai akibat penggalian, serta penggunaan bahan kimia berbahaya seperti merkuri (Hg), tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dapat membahayakan kesehatan organisme hidup (Ruslan & Kahiruddin, 2010).

2.2 Macam-Macam Pencemaran Lingkungan

2.2.1 Pencemaran Air

Air merupakan salah satu kebutuhan primer yang tidak bisa dipisahkan dengan manusia, oleh karena itu manusia harus senantiasa menjaga dan memelihara sumber air agar tetap terjaga kebersihannya, apabila air yang digunakan mengandung bahan pencemar maka hal yang di khawatirkan adalah kesehatan, apabila manusia mengkonsumsi air yang tercemar maka akan menyebabkan keracunan yang sangat berbahaya karena dapat menyebabkan kematian jika bahan pencemar itu tersebut terakumulasi di dalam jaringan tubuh manusia dalam jangka waktu yang lama (Sahabuddin, 2016).

Pencemaran air merupakan salah satu masalah lingkungan yang sangat berbahaya, berdasarkan karakteristik pencemarnya, pencemaran air dapat dibedakan menjadi limbah domestik dan sumber daya limbah non-rumah, sumber sampah domestik umumnya berasal dari pemukiman penduduk seperti pencemaran oleh deterjen akibat kegiatan mencuci dan sampah non domestik berasal dari kegiatan seperti pertanian yang

menggunakan pestisida dan sektor perikanan yang menangkap ikan dengan menggunakan bahan kimia (Yuliati, 2017).

Bahan-bahan yang tercemar di dalam suatu perairan biasanya berasal dari limbah cair yang kemudian tercampur kedalam air, bahan-bahan yang tercemar tersebut tentunya dapat membawa dampak buruk bagi lingkungan dan kesehatan, logam-logam berat seperti arsen (As), kadmium (Cd), berilium (Be), boron (B), tembaga (Cu), fluor (F), timbal (Pb), merkuri (Hg), selenium (Se), seng (Zn), ada yang berupa oksida-oksida karbon (CO dan CO₂), oksida-oksida nitrogen (NO dan NO₂), oksida-oksida belerang (SO₂ dan SO₃), H₂S, asam sianida (HCN), menjadi bahan-bahan pencemar yang seringkali mencemari suatu perairan (Sahabuddin, 2016).

Pencemaran air mempunyai dampak yang buruk bagi organisme hidup dan lingkungannya, maka untuk mencegah terjadinya pencemaran air diperlukan beberapa cara untuk mengendalikannya, baik itu bahan pencemar maupun pencemaran lingkungan itu sendiri, tetapi sayangnya berdasarkan pemantauan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia (LHRI) tahun (2014), sebanyak 75% sungai yang ada di wilayah Indonesia itu sedang tercemar yang diakibatkan oleh pembuangan limbah rumah tangga dan industri yang pengelolaan limbahnya terbilang sembarangan (Dawud *et al.*, 2016).

2.2.2 Pencemaran Tanah

Tanah merupakan bagian dari bumi yang memiliki berbagai macam fungsi, baik itu sebagai media tumbuhnya suatu tumbuhan ataupun

sebagai tempat yang mampu menjadi mata pencaharian manusia ketika terdapat kandungan emas yang terkandung di dalamnya, namun terkadang juga di dalam tanah tersebut terdapat logam-logam berat lain yang malah membahayakan lingkungan, tanah secara alami memiliki kandungan logam-logam berat yang tentunya mempunyai fungsi untuk membantu pertumbuhan dan perkembangan suatu tanaman. logam-logam berat tersebut bermanfaat bagi tumbuhan selagi jumlah kandungannya pada tanah yang relative sedikit, apabila jumlahnya berlebihan maka akan berakibat sebaliknya, logam-logam berat tersebut akan menjadi racun bagi tumbuhan dan apabila terakumulasi dalam jumlah yang banyak maka akan berbahaya bagi organisme hidup atau yang disebut dengan pencemaran tanah (Hidayat, 2015).

2.2.3 Pencemaran Udara

Meningkatnya jumlah aktivitas manusia, semakin banyaknya sektor perindustrian seperti pabrik dan kendaraan bermotor tentunya menghasilkan gas yang terlepas ke udara seperti CO₂ yang mengakibatkan tercemarnya udara bersih di suatu lingkungan, terkontaminasinya zat atau energi ke dalam udara yang menyebabkan menurunnya kualitas udara disebut dengan pencemaran udara. Berdasarkan sumber atau awal mula terjadinya suatu pencemaran, dibagi menjadi tiga faktor utama yaitu, faktor industri yang menghasilkan limbah asap yang mengandung logam berat berbahaya yang terlepas ke udara bebas, faktor pertanian yang menggunakan pestisida dan faktor

alami yang contohnya berasal dari abu dari gunung merapi yang mengandung logam-logam berat yang berbahaya (Abidin *et al.*, 2019).

Terdapat beberapa jenis pencemaran udara yang sering didapati, pencemaran udara bisa berwujud sebagai gas dan partikel seperti gas belerang (H_2S), gas oksida-karbon dioksida (CO dan CO_2), oksida-oksida nitrogen (SO_2 dan NO_2) yang menjadi sumber polusi udara, selain bersumber dari gas dan seperti gas. pencemaran udara juga dapat diakibatkan oleh bahan radioaktif yang menimbulkan radiasi seperti radiasi nuklir, materi radioaktif yang berasal dari radiasi nuklir kemudian masuk ke dalam atmosfer dan akhirnya jatuh ke bumi, pengaruh yang diakibatkan oleh pencemaran udara seperti radiasi bahan radioaktif dalam taraf tertentu akan dapat menyebabkan mutasi, berbagai penyakit akibat kelainan gen dan bahkan kematian suatu organisme hidup (Rosyidah, 2018).

2.3 Logam Berat Merkuri (Hg)

Secara alami, logam berat merkuri (Hg) berasal dari gas yang bersumber dari gunung Merapi dan juga dari penguapan air laut. Merkuri (Hg) dapat ditemukan dalam berbagai bentuk seperti merkuri monovalen (HgI), merkuri bivalen (HgII) dan elemen merkuri (Hg0) di alam (Putranto, 2011).

Logam berat termasuk ke dalam golongan yang mempunyai karakteristik dan kriteria yang sama dengan logam-logan lainnya, tetapi terdapat perbedaan yang spesifik yaitu terletak pada pengaruh yang ditimbulkan jika logam berat tersebut masuk dan terakumulasi di dalam tubuh organisme hidup, salah satu logam berat yang pengaruhnya berbahaya jika logam berat terakumulasi di

dalam tubuh suatu organisme adalah logam merkuri (Hg) yang bersifat beracun bagi kesehatan (Hatika, 2022). Potensi berbahaya dari suatu logam berat yaitu apabila logam-logam berat tersebut terakumulasi di dalam tubuh suatu organisme hidup seperti manusia dan tumbuhan (Kurniawan & Mustikasari, 2019).

Merkuri (Hg) merupakan suatu unsur yang memiliki NA=80 (Nomor Atom 80) dan mempunyai MR=200,59 (Masa Molekul Relatif=200,59) dan mempunyai pengaruh hidup selama 444 tahun, merkuri sebagai salah satu logam berat yang tidak hanya berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan, tetapi juga bermanfaat bagi manusia, salah satu contoh produk yang dibuat oleh manusia yang mengandung logam merkuri adalah antiseptik dan diuretik, selain pada produksi obat-obatan, merkuri juga berguna pada proses amalgamasi atau pengikatan emas pada pertambangan emas secara tradisional dengan menggunakan merkuri sebagai pengikat (Alwan, 2021).

Merkuri (Hg) merupakan logam berat yang berbahaya, merkuri dapat membahayakan suatu lingkungan maupun organisme hidup (Alwan, 2021). Menurut Wanna *et al.*, 2018 merkuri mempunyai beberapa sifat, yaitu sebagai berikut:

- a. Merkuri (Hg) berbentuk cair pada suhu 25 derajat *celcius* dan mempunyai titik beku sekitar -39 derajat *celcius*
- b. Merkuri (Hg) merupakan salah satu logam yang paling mudah mengalami penguapan apabila dibandingkan dengan logam-logam yang lain
- c. Merkuri (Hg) merupakan logam berat yang memiliki tahanan listrik yang rendah sehingga menjadikan merkuri sebagai penghantar listrik yang baik

- d. Merkuri (Hg) dapat melarutkan berbagai macam logam dan membentuk *alloy*
- e. Merkuri (Hg) merupakan logam berat yang keberadaannya sangat beracun bagi organisme hidup.

Salah satu bahan pencemar yang keberadaannya mengancam kesehatan adalah logam berat, hal ini dikarenakan logam berat mempunyai bahaya atau toksisitas yang tinggi, sesuai dengan fungsinya, logam berat itu dibedakan menjadi logam berat esensial dan non esensial, logam berat esensial merupakan logam yang sangat dibutuhkan keberadaannya dan diperlukan oleh organisme hidup dalam skala kecil, seperti tembaga (Cu), besi (Fe), seng (Zn), mangan (Mn), akan tetapi semua logam esensial tersebut mempunyai kemungkinan untuk menjadi toksik atau racun ketika keberadaannya dalam tubuh organisme telah melampaui ambang batas toleransi yang diperlukan (Yulianto & Ario, 2016).

2.4 Efek Pencemaran Logam Berat Merkuri (Hg)

Pencemaran lingkungan berupa logam berat merupakan salah satu pencemaran yang membahayakan suatu lingkungan karena dapat mengancam kesehatan organisme hidup, ketika logam berat terakumulasi di dalam tanah, maka akan menyebabkan pH tanah akan mengalami penurunan atau tanah akan berubah menjadi semakin bersifat asam, logam berat yang terdapat di tanah kemudian terakumulasi pada tumbuhan dan dapat membahayakan organisme hidup lain yang mengkonsumsi tumbuhan yang terakumulasi logam berat yang membahayakan kesehatan (Khasanah *et al.*, 2021).

Salah satu logam berat yang biasanya tercemar dilingkungan adalah logam berat merkuri (Hg), merkuri yang masuk kedalam suatu lingkungan perairan dapat mengalami akumulasi di lingkungan baik itu tanah, air maupun organisme hidup (tumbuhan dan manusia) (Ismail *et al.*, 2020). Merkuri yang terakumulasi di dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama akan bersifat toksik atau membahayakan dikarenakan akan menjadi racun, ada beberapa contoh berbahaya dari yang ditimbulkan oleh pencemaran logam berat merkuri (Hg) di dalam tubuh dalam waktu yang lama yaitu kerusakan rambut dan gigi, rusaknya ginjal, terganggunya pencernaan dan kerusakan otak (Santoso *et al.*, 2014).

Apabila tumbuhan mengalami paparan logam berat, maka seiring berjalannya waktu, logam berat tersebut akan terakumulasi dalam tubuh. Jika organisme hidup mengkonsumsi tumbuhan yang terakumulasi logam berat, maka dalam waktu yang lama akan mengakibatkan kerusakan ginjal, menghambat pembentukan air kemih, anemia karena pecahan sel-sel darah merah, sirosis dan kerusakan otak (Rokhmah, 2016).

2.5 Pertambangan Emas

Logam berat merkuri (Hg), biasanya tercemar akibat aktivitas industri pertambangan emas yang menggunakan merkuri sebagai bahan pengikat biji emasnya, karena di dalam suatu pertambangan tersebut dilakukan ekstraksi mineral melalui berbagai macam proses yaitu penggalian dan pemisahan dari limbah, salah satu pertambangan yang menjadi sumber penghasilan masyarakat adalah pertambangan emas skala kecil atau secara tradisional, masyarakat biasanya melakukan penambangan emas di dekat aliran sungai, hal ini

dikarenakan sungai dapat menjadi alat bantu kerja dalam kegiatan penambangan emas untuk pembuangan limbah dari proses amalgamasi, tetapi hal itu justru menjadi penyebab utama dari tercemarnya suatu perairan yang menyebabkan terakumulasinya logam berat pada sedimen dan tumbuhan (Elawati *et al.*, 2019).

Pertambangan emas yang dilakukan oleh masyarakat seringkali mengalami kendala seperti kendala biaya, alat dan bahan serta kendala secara teknis pelaksanaan penambangan, hal ini bisa terjadi dikarenakan kurangnya ilmu pengetahuan dan tentunya kurangnya biaya dalam penambangan tersebut (Elawati *et al.*, 2019). Dalam industri pertambangan emas yang dilakukan oleh para penambang emas yang tidak memiliki kualifikasi di bidangnya seringkali menghasilkan limbah yang merusak lingkungan (Hatmoko, 2019).

Provinsi Sumatera Selatan merupakan suatu provinsi yang terdapat pengolahan bijih emas secara tradisional, salah satunya adalah daerah Kabupaten Musi Rawas Utara yang mempunyai potensi kekayaan tambang seperti batubara, minyak dan gas bumi serta memiliki cadangan mineral seperti emas, tembaga, besi, perak, seng, dan timbal (Pemerintah Kabupaten Musi Rawas Utara, 2019). Salah satu desa yang berada di Kabupaten Musi Rawas Utara yaitu Desa Sukamenang terdapat lokasi pengolahan bijih emas yang limbahnya tidak diolah dengan baik yaitu membuang limbah berupa merkuri dari proses amalgamasi atau pengikatan bijih emas dengan menggunakan logam merkuri dengan membuang limbah kedalam aliran sungai dan di halaman rumah masyarakat yang terdapat disekitar lokasi pertambangan

tersebut, yang akan mengakibatkan pencemaran lingkungan berupa logam berat yang berbahaya (Andriani, 2020).

2.6 Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)

Pada lokasi pengolahan bijih emas skala kecil di desa suka menang, terdapat beberapa tumbuhan yang ditanam masyarakat di pekarangan rumah ataupun di sekitar tempat penambangan, salah satunya adalah tanaman jeruk nipis atau yang bernama ilmiah *Citrus aurantifolia*, tanaman jeruk nipis biasanya tumbuh subur pada lingkungan yang beriklim tropis seperti asia yang mempunyai tinggi batang sekitar 150-350 cm (Prastiwi & Ferdiansyah, 2017).



Sumber: Dokumen pribadi, 2022

Gambar 2.1 Pohon tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*)

Menurut Suciati (2017), jeruk nipis mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatohpyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Rurales
Famili	: Rutace

Genus : *Citrus*

Spesies : *Citrus aurantifolia*.

Morfologi dari akar tanaman jeruk nipis yaitu mempunyai akar tunggang dengan bentuk akar bulat. Akar berwarna putih kekuningan, bagian daun tumbuhan jeruk nipis mempunyai ukuran dengan lebar 3-5 cm, ibu tulang daunnya menonjol dengan cabang tulang daun yang menyirip dan tipis, bunga jeruk nipis tunggal atau terletak dalam kelompok, memiliki lima mahkota bunga, beberapa tanaman mempunyai empat mahkota, tetapi jarang dijumpai, bunga berdiameter 2,5 cm dan berwarna putih kekuningan dengan pinggiran ungu terang (Ramadhianto, 2017).

Akumulasi logam pada bagian tanaman didapatkan tertinggi pada akar, karena akar merupakan organ tanaman yang berfungsi sebagai penyerap unsur hara atau unsur yang dibutuhkan tanaman dan sekaligus organ yang kontak langsung dengan media tanam. Oleh karena akar merupakan organ yang kontak langsung dengan tanah, maka tingginya konsentrasi logam pada tanah akan mempengaruhi tingginya kandungan logam pada akar tanaman yang ada di dalamnya (Lahuddin, 2016).

Tanaman yang di tanam di sekitar lokasi pengolahan emas skala kecil akan membawa dampak buruk karena tercemarnya logam berat seperti merkuri (Hg), jika tanaman tersebut di konsumsi akan membahayakan kesehatan suatu organisme hidup, keberadaan logam berat dalam tanah dapat diserap oleh tanaman sehingga memberikan dampak yang membahayakan (Widyasari, 2021).

2.7 Mekanisme Penyerapan Logam Pada Tanaman

Logam berat yang ada di dalam suatu lingkungan yang terakumulasi pada tanah akan terakumulasi juga di dalam tubuh tumbuhan yang terdapat di lokasi tanah yang tercemar logam berat, mekanisme penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tanaman dapat dibagi menjadi tiga proses (Handiriani, 2008), diantaranya:

1. Penyerapan oleh akar, logam berat diserap oleh akar tumbuhan dalam bentuk ion-ion yang larut dalam air seperti unsur hara yang ikut masuk bersama aliran air. Penyerapan logam berat dapat terjadi melalui proses difusi oleh tumbuhan.
2. Translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain. Setelah logam menembus endodermis akar, logam mengikuti aliran transpirasi ke bagian atas tumbuhan melalui jaringan pengangkut (*xilem* dan *floem*) ke bagian tumbuhan lainnya.
3. Lokalisasi logam pada sel dan jaringan. Hal ini bertujuan untuk menjaga agar logam tidak menghambat metabolisme tumbuhan. Sebagai upaya untuk mencegah peracunan logam terhadap sel, tumbuhan mempunyai mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar dan daun.

Logam berat dapat terakumulasi di permukaan organ tumbuhan atau terserap ke dalam jaringan. Konsentrasi logam berat yang tinggi dalam jaringan tumbuhan disebabkan karena proses masuknya logam berat ke dalam jaringan. Berdasarkan hasil penelitian Fakaubun *et al.*, (2020), tentang biokonsentrasi dan bioakumulasi merkuri pada tumbuhan lamun, bioakumulasi logam berat

bersama nutrient pada lamun (*Enhalus acoroides*) tidak hanya terjadi di akar namun juga terjadi pada daun meskipun dalam jumlah yang sedikit daripada akar, sehingga dapat diketahui bahwa konsentrasi logam berat yang terdapat pada daun tidak hanya berasal dari mobilitas akar tetapi juga dari proses penyerapan oleh daun itu sendiri. Penyerapan melalui daun terjadi karena partikel logam berat di udara jatuh pada permukaan daun dan terserap melalui stomata menuju jaringan lainnya, penyerapan melalui akar terjadi jika logam berat dalam tanah atau air terdapat dalam bentuk terlarut (Djo *et al.*, 2017).

Ada beberapa mekanisme yang terlibat dalam proses remediasi di tanaman untuk meremediasi kontaminan logam yang ada di air dan menetralsir. Menurut Nursagita & Titah (2021) Beberapa mekanisme yang terlibat tersebut adalah:

1. Rizodegradasi

Logam berat yang mencemari lingkungan akan diserap ke akar tanaman. Metode yang dilakukan sepanjang adsorpsi dan absorpsi logam yang diangkut ke akar-akar tanaman yaitu pengendapan. Mekanisme tersebut mirip dengan fitoekstraksi, untuk hasil yang efektif mekanisme ini dilakukan untuk meremediasi polutan,

2. Fitoekstraksi

Fitoekstraksi adalah proses pembawaan polutan dari lingkungan melalui penyerapan dan pengangkutan. Tumbuhan berfungsi sebagai transporter logam untuk melintas membran sel. Tumbuhan akan menyerap unsur-unsur dari tanah yang tercemar menumpuknya di berbagai organ tumbuhan. Mekanisme ini sering disebut sebagai phytomining.

3. Fitoakumulasi

Fitoakumulasi dapat dilakukan oleh xilem dimana xilem mengangkut polutan seperti logam berat bersama dengan air dan nutrisi tanah, logam berat diangkut melintas membran sel bantuan phytosiderophores. Setelah logam masuk ke dalam sitoplasma sel tumbuhan yang dapat diangkut menjadi vakuola sel dimana beracun diubah menjadi bentuk non-toksik dengan proses kompartemensi. Fitoakumulasi merupakan mekanisme penyerapan logam berat oleh tumbuhan yang dilakukan melalui akar kemudian di translokasi batang atau daun. Penggunaan fitoakumulasi untuk meremediasi logam berat dipilih berdasarkan kemampuan akar untuk mengabsorpsi logam berat translokasi dan konsentrasi logam berat didalam tanah. Faktor lingkungan yang mempengaruhi fitoakumulasi yaitu pH dan salinitas dan suhu.

4. Fitovolatilisasi

Fitovolatilisasi Merupakan proses pembuangan kontaminan yang terkumpul dari daun ke atmosfer melalui proses transpirasi. Kontaminan diubah menjadi bentuk yang larut dalam air dan tidak beracun selama pengangkutannya dari akar ke daun di sepanjang molekul air dan kompartemensi di vakuola dan kemudian kontaminan mudah menguap. Logam akan terakumulasi di epidermis daun, mereka bisa terakumulasi di mesofil, akumulasi logam dalam mesofil menyebabkan beberapa efek pada tanaman.

2.8 Nilai Biokonsentrasi Faktor (BCF) dan *Estimated Daily Intake* (EDI)

Nilai akumulasi logam berat atau zat polutan dalam tubuh suatu organisme berguna untuk mengetahui nilai akumulasinya, sebagaimana menurut Irawati *et al.*, (2018), Nilai Biokonsentrasi Faktor/BCF adalah nilai akumulasi bahan kimia (polutan) dalam tubuh organisme, sehingga diketahui kemampuan organisme dalam mengakumulasi logam berat dari lingkungannya. Selanjutnya nilai BCF dapat ditentukan dari perbandingan antara konsentrasi polutan pada lapisan organisme dengan konsentrasi bahan kimia pada lingkungan tempat hidup suatu organisme (Januar *et al.*, 2019). Faktor biokonsentrasi pada tanaman jeruk nipis dianalisis dengan menghitung rasio antara kandungan logam berat pada tanaman jeruk nipis terhadap kandungan logam berat pada tanah di lokasi penelitian.

Faktor biokonsentrasi dapat diketahui menggunakan rumus sebagai berikut (USEPA 2003):

$$\text{BCF} = \frac{\text{Konsentrasi logam berat pada tanaman (mg/kg)}}{\text{Konsentrasi logam berat pada tanah (mg/kg)}}$$

Menurut Baker (1981), kategori suatu tanaman dapat dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Akumulator : apabila nilai BCF >1. Akumulator adalah tanaman yang dapat menimbun konsentrasi logam yang tinggi dalam jaringan tanamannya bahkan melebihi konsentrasi di dalam tanah
2. *Excluder* : apabila nilai BCF < 1. *Excluder* adalah tanaman yang secara efektif mencegah logam berat memasuki area bagian atas tanaman, namun konsentrasi logam di sekitar area perakaran masih tinggi.

3. Indikator : apabila nilai BCF = 1. Kategori tanaman sebagai bioindikator yaitu tanaman mentoleransi keberadaan konsentrasi logam dengan menghasilkan senyawa pengikat logam atau mengubah susunan logam dengan menyimpan logam pada bagian yang tidak sensitif.

Setelah adanya perhitungan nilai kandungan bahan polutan di dalam tubuh suatu organisme, maka yang harus diperhatikan dan dihitung juga adalah perkiraan asupan bahan pencemar tersebut oleh suatu organisme untuk mengetahui nilai asupan suatu organisme terhadap bahan polutan. Sebagaimana menurut Javed & Usmani (2016), menyatakan bahwa *Estimated Daily Intake* (EDI)/Estimasi Asupan Harian merupakan perkiraan asupan suatu zat polutan di dalam tubuh manusia melalui konsumsi makanan setiap harinya. EDI diukur dalam (mg/ kg berat badan/ hari). EDI dapat dihitung menggunakan rumus:

$$EDI : \frac{(M_c \times IR)}{B_w \times 10^{-3}}$$

Keterangan :

EDI: *Estimated Daily Intake* (Intake logam) (mg/kg/hari)

IR : Kecepatan pencernaan (*ingestion rate*) pada orang dewasa ($19,5 \times 10^{-3}$) atau (0.0195) (L/Hari) (U.S.EPA. *Assessment Tool By Routes-Ingestion*, 2011)

Bw : Berat Badan manusia (kg) (Nilai 70 kg digunakan sebagai rata-rata berat badan orang dewasa (WHO, 1993).

Mc : Konsentrasi logam pada daun tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) (mg/kg)

10^{-3} : Faktor Konversi (0.001)

Menurut Javed & Usmani (2016), Jika rasio EDI logam berat terhadap RfD-nya sama atau kurang dari RfD itu sendiri, maka risiko logam berat tersebut terhadap kesehatan adalah minimal dan rasio EDI terhadap RfD dapat dilihat sebagai berikut:

1. Jika $EDI > 1-5$ kali RfD logam itu sendiri, maka risikonya rendah
2. Jika $EDI > 5-10$ kali RfD logam itu sendiri maka risikonya sedang, dan
3. Jika $EDI > 10$ kali RfD maka risikonya tergolong tinggi.

Nilai *Reference Dose* (RfD) merkuri adalah 0,0001 mg/kg/hari. Nilai RfD tersebut merupakan nilai dengan ketetapan yang bersifat mutlak yang digunakan dalam perhitungan besarnya intake atau asupan melalui agen risiko merkuri lewat jalur ingesti yang masuk ke dalam tubuh responden (Alik *et al.*, 2022).

2.9 Penelitian Relevan

Tabel 2.9.1 Penelitian Relevan

No.	Nama Penelitian dan Tahun	Judul Penelitian	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Dian <i>et al.</i> , 2020	Studi Akumulasi Logam Berat Merkuri (Hg) Oleh Tanaman Trembesi (<i>Samea saman</i>)	Variabel bebas: Logam Berat Variabel terikat: Tanaman Trembesi (<i>Samea saman</i>)	Tanaman Trembesi dapat menyerap limbah merkuri yang terdapat pada akar sebesar 5,16 ppm dan pada daun sebesar 1,90 ppm.

2.	Irwan Ismail <i>et al.</i> , 2020	Bioakumulasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Mangrove Jenis <i>Rhizophora mucronata</i> Di Teluk Kayeli Kabupaten Buru	Variabel bebas: Akumulasi Logam Merkuri (Hg) Variabel Terikat: Tumbuhan Mangrove Di Teluk Kayeli	konsentrasi Hg pada akar lebih tinggi dari kulit batang dan daun. Konsentrasi Hg mangrove <i>R. mucronata</i> lebih rendah dari sedimen dan masih dibawah nilai kritis logam Hg untuk tanaman sebesar 0,3 - 0,5 ppm.
3.	Zulfikah, <i>et al.</i> , 2014	Konsentrasi Merkuri (Hg) Dalam Tanah Dan Jaringan Tanaman Kangkong (<i>Ipomea reptans</i>) Yang Diberi Bokashi Kirinyu (<i>Chromolaena odorata</i> L.) Pada Limbah Tailing Penambangan Emas Poboya Kota Palu	Variabel bebas: Logam Berat Merkuri Variabel terikat: Tanaman Bokashi Kirinyu Dan Limbah Tailing	Pemberian bokashi <i>Chromolaena odorata</i> L pada dosis 60 t ha ¹ pada Limbah Tailing Penambangan Emas Poboya Kota Palu teruji dapat menurunkan konsentrasi Hg baik dalam tanah dari 492,35 ppm menjadi 156,52 ppm, pada jaringan tanaman 117,4 ppm menjadi 11,39 ppm.
4.	Altini <i>et al.</i> , 2015	Kandungan Merkuri Pada Tumbuhan Paku (<i>Diplazium accedens</i> Blume)	Variabel bebas: Logam Berat Merkuri (Hg) Variabel terikat Tanaman Paku	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat kandungan merkuri pada

		Di Daerah Tambang Emas Tatelu-Talawaan, Kabupaten Minahasa Utara	Di Kabupaten Tatelu-Talawaan	tumbuhan paku sayur (<i>Diplazium accedens</i> Blume) yang berada di lokasi berjarak 500 meter, 250 meter, maupun 25 meter. Sedangkan hasil analisis tanah menunjukkan bahwa kandungan merkuri pada lokasi berjarak 500 meter dan 250 meter sebesar 0 ppm, sedangkan lokasi ke-3 yang berjarak 25 meter sebesar 0.06 ppm.
5.	Arum suproborini <i>et al.</i> , 2017	Dampak Penambangan Emas Terhadap Vegetasi, Kandungan Merkuri Tanaman Obat Dusun Mesu Wonogiri	Variabel bebas: Penambangan Emas Variabel terikat: Tanaman Obat Di Dusun Mesu Wonogiri	Hasil pengukuran pH tanah berkisar 4 - 6,8 dengan kandungan merkuri tanah berkisar 0 – 0,044 mg/ m ³ .

Adapun perbedaan dari penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu lokasi penelitian dilakukan di pengolahan biji emas skala kecil Desa Sukamenang Kecamatan Karang Jaya Kabupaten Musi Rawas Utara.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2023. Tempat pengambilan sampel daun tanaman Jeruk Nipis dilakukan di area pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang, Kecamatan Karang Jaya, Kabupaten Musi Rawas Utara. Pengujian sampel dilakukan di UPTD Laboratorium Lingkungan Hidup dan Pertanian Provinsi Sumatera Selatan.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Plastik sampel, box sampel, *Spektrofotometer* serapan atom (SSA), *mercury analyzer*, *neraca analitik*, pipet volumetrik, labu ukur, kertas label, hot plate, mortar, paste, spatula, erlenmeyer dan batu didih.

3.2.2 Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel daun tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) di area pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang, es batu, asam sulfat (H_2SO_4), air, aquades, larutan standar Hg, asam peklorat ($HClO_4$), asam nitrat (HNO_3) dan $SnCl_2$ 10%.

3.3 Jenis penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitik berdasarkan pengukuran kadar logam berat merkuri (Hg) dengan (*Spektrofotometer Serapan Atom*) SSA. Penelitian deskriptif merupakan penelitian yang berusaha untuk

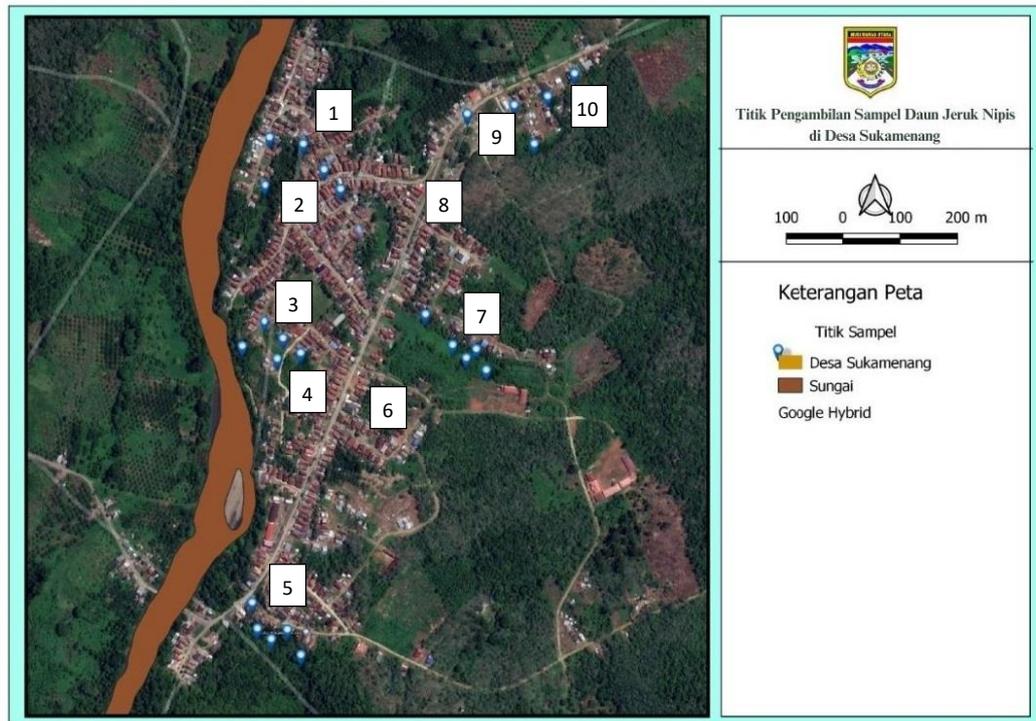
menuturkan pemecahan masalah yang ada berdasarkan data. Menurut Iyus (2020), Deskriptif analitik adalah jenis analitik yang memberikan gambaran dan meringkas data riset secara kuantitatif.

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah semua daun tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang. Penentuan sampel pada penelitian ini menggunakan metode *quota sampling*. *Quota sampling* adalah metode pengambilan sampel non probabilitas di mana peneliti membuat sampel dengan melibatkan individu yang mewakili suatu jumlah yang telah ditentukan dari jenis populasi. Kemudian peneliti memilih individu-individu tersebut menurut sifat atau kualitas tertentu, sehingga sampel dapat digeneralisasikan untuk seluruh populasi.

Dalam penelitian ini penelitian membagi lokasi penelitian menjadi 10 stasiun sampel. Di setiap stasiun peneliti mengambil 5 sampel daun tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dimana jarak setiap tanaman berjarak 2-3 meter. Dari lima sampel daun tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dikomposit untuk mendapatkan sampel yang mewakili setiap stasiun dan diuji kadar merkurnya. Untuk kriteria tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) yang di ambil daun nya itu sendiri memiliki tinggi batang 2-5 meter dan dari tanaman yang telah berbuah, karena tanaman jeruk nipis umumnya mulai berbuah pada usia 2,5 tahun dan mencapai ketinggian 2-5 meter (Kholis, 2013). Sehingga total sampling pada penelitian ini sebanyak 50 daun tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebelum dilakukan komposit.

3.5 Lokasi Sampel Penelitian



(Sumber : Peta Batas Administrasi Kabupaten Musi Rawas Utara)

Gambar 3.1 Peta lokasi pengambilan sampel di Desa Sukamenang

Keterangan :

Pengambilan sampel dilakukan di daerah pengolahan biji emas skala kecil tepatnya di Desa Sukamenang, Kecamatan Karang Jaya, Kabupaten Musi Rawas Utara. Jadi titik pengambilan sampel dibagi menjadi 10 stasiun, setiap stasiun ada 5 tanaman jeruk nipis dan kemudian dikomposit sehingga terdapat 1 sampel yang mewakili setiap stasiun untuk diuji kadar Hg nya, untuk titik koordinat lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.5.1 Tabel Titik Koordinat Pengambilan Sampel

Kode Sampel	Latitude (LS)	Longitude (BT)
S1	2° 91'42"	102°71'01"
S2	2° 91'29"	102°71,08"
S3	2° 91'06"	102°71'16"

S4	2° 90'88"	102°71'03"
S5	2° 91'46"	102°71'00"
S6	2° 90'88"	102°71'05"
S7	2° 91'29"	102°71'01"
S8	2° 90'99"	102°71'18"
S9	2° 91'04"	102°70'93"
S10	2° 91'22"	102°71'04"

3.6 Prosedur Kerja

3.6.1 Prosedur pengambilan sampel

Sampel daun tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) diambil di daerah pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang dengan cara mengambil bagian tanaman yaitu daun kemudian disimpan dalam plastik sampel yang tertutup rapat dan kering dengan metode pengawetan sampel sederhana dengan menggunakan es sebagai pendingin setelah itu dimasukkan kedalam box sampel.

3.6.2 Prosedur analisis sampel

Analisis kandungan logam berat merkuri (Hg) pada sampel tanaman dilakukan pada bagian daun. Analisa ini dilakukan di UPTD Laboratorium Lingkungan Hidup dan Pertanian Provinsi Sumatera Selatan. dengan metode *Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)* dan *mercury analyzer* berdasarkan prosedur kerja Standar Nasional Indonesia Nomor 06-6992.2 Tahun 2004 Tentang cara uji merkuri (Hg) secara uap dingin (*cold vapour*) menggunakan *mercury analyzer*. Untuk

menentukan kandungan logam berat merkuri (Hg) pada tanaman sebelumnya dilakukan beberapa tahapan kerja yaitu:

a. Proses Preparasi Sampel

Pertama menghaluskan sampel daun jeruk nipis yang telah dikeringkan dengan menggunakan mortar dan paste, setelah sampel halus, setiap sampel di timbang dengan menggunakan *neraca analitik* sebanyak 5 g dan setelah ditimbang, sampel dimasukkan kedalam erlenmeyer 50 ml dan diberi label. Kemudian dilakukan tahapan sebagai berikut:

- a) Tambahkan larutan asam nitrat (HNO_3) dan asam peklorat (HClO_4) sebanyak 2 ml
- b) Tambahkan 5 ml asam sulfat (H_2SO_4)
- c) Tambahkan aquades sebanyak 1 ml
- d) Masukkan batu didih sebanyak 3 buah pada setiap labu
- e) Panaskan di atas *hot plate* pada suhu 250°C selama 20 menit
- f) Setelah 20 menit, dinginkan dan kemudian tambahkan aquades sampai batas 50 ml pada erlenmeyer, tutup dan homogenkan larutan

b. Proses Pembuatan Larutan Baku Merkuri, Hg 100 $\mu\text{/ml}$

- a) Pipet 10 ml larutan induk merkuri 1000 $\mu\text{/ml}$ kedalam labu ukur 100 ml
- b) Tambahkan 1 ml asam nitrat (HNO_3)
- c) Tambahkan aquades sampai tepat pada tanda tera

c. Proses Pembuatan Larutan Baku Merkuri, Hg 10 $\mu\text{/ml}$

- a) Pipet 10 ml larutan induk merkuri $100 \mu\text{/ml}$ kedalam labu ukur 100 ml
- b) Tambahkan 1 ml asan nitrat (HNO_3)
- c) Tambahkan aquades sampai tepat pada tanda tera
- d. Proses Pembuatan Larutan Baku Merkuri, Hg $1 \mu\text{/ml}$
 - a) Pipet 10 ml larutan induk merkuri $10 \mu\text{/ml}$ kedalam labu ukur 100 ml
 - b) Tambahkan 1 ml asan nitrat (HNO_3)
 - c) Tambahkan aquades sampai tepat pada tanda tera
- e. Pembuatan Larutan Standar Dengan Konsentrasi 0 ng/ml, 20 ng/ml, 40 ng/ml, 60 ng/ml, 80 ng/ml dan 100 ng/ml
 - a) Pipet 0,0 ml; 1,0 ml; 2,0 ml; 3,0 ml; 4,0 ml; dan 5,0 ml larutan baku merkuri (Hg) $1 \mu\text{/ml}$ kedalam 6 labu ukur 50 ml
 - b) Tambahkan larutan asam nitrat (HNO_3) dan asam peklorat (HClO_4) sebanyak 2 ml
 - c) Tambahkan 5 ml asam sulfat (H_2SO_4)
 - d) Tambahkan aquades sebanyak 1 ml
 - e) Masukkan batu didih sebanyak 3 buah pada setiap labu
 - f) Panaskan di atas *hot plate* pada suhu 250°C selama 20 menit
 - g) Setelah 20 menit, dinginkan dan kemudian tambahkan aquades sampai tanda tera pada labu ukur 50 ml, tutup dan homogenkan larutan.

- f. Pengukuran Kurva Kalibrasi
- a) Atur *mercury analyzer* dan optimalkan untuk pengujian merkuri sesuai petunjuk penggunaan alat;
 - b) Masukkan 5 ml larutan standar 0.0 ng/ml ke dalam *mercury analyzer*;
 - c) Tambahkan 5 ml aquades dan 1 ml larutan SnCl₂;
 - d) Ukur serapannya dengan alat *mercury analyzer* dan catat tinggi puncak;
 - e) Lakukan perlakuan seperti tersebut di atas pada larutan standar 1,0 ng/ml; 2,0 ng/ml; 3,0 mg/ml; 4,0 mg/ml dan 5,0 ng/ml. dengan catatan setelah pengujian per larutan standar, limbah harus segera dibuang dan tabung yang terdapat pada *mercury analyzer* harus di bilas dengan aquades.
 - f) Buatlah kurva kalibrasi dari data tersebut atau tentukan persamaan garis lurus nya.
- g. Pengukuran Kadar Merkuri (Hg) Pada Sampel Daun Jeruk Nipis
- a) Optimalkan alat *mercury analyzer* sesuai dengan petunjuk penggunaan alat;
 - b) Masukkan 5 ml larutan sampel 1 (S1) yang telah dibuat pada saat preparasi sampel ke dalam tabung yang ada pada alat *mercury analyzer*;
 - c) Tambahkan 5 ml aquades dan 1 ml larutan SnCl₂;
 - d) Ukur serapannya dengan alat *mercury analyzer* dan catat tinggi puncak, ulangi proses tersebut pada sampel 2 (S2) hingga sampel

10 (S10) dengan catatan setelah pengujian per sampel, limbah harus segera dibuang dan tabung yang terdapat pada alat *mercury analyzer* harus dibilas dengan aquades.

- e) Apabila perbedaan hasil pengukuran secara duplo lebih dari 20% periksa kondisi alat dan ulangi langkah-langkah nya;
- f) Apabila perbedaannya kurang dari 20%, rata-ratakan hasilnya.

Hasil perhitungan akan dibandingkan dengan SNI nomor 7387 tahun 2009 tentang batas maksimum cemaran merkuri (Hg) dalam pangan khususnya buah dan sayur yang menetapkan bahwa baku mutu pada buah dan sayur adalah 0,03 ppm (Standar Nasional Indonesia, 2009) dan pada *Regulation (EC) The European Parliament no 396 tahun 2005* tentang ambang batas senyawa merkuri dalam atau pada produk tertentu khususnya pada sayuran daun, bumbu dan bunga yang dapat dimakan yaitu 0,03 ppm (*European Commision, 2018*).

3.7 Analisis Data

Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel data distribusi frekuensi untuk melihat biokonsentrasi faktor merkuri pada tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) dan *Estimasted Daily Intake* logam berat merkuri (Hg) pada manusia di daerah pengolahan biji emas skala kecil. Nilai biokonsentrasi merkuri (Hg) pada tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah pengolahan bijih emas skala kecil di analisis menggunakan rumus sebagai berikut : (USEPA, 2003).

$$\text{BCF} = \frac{\text{Konsentrasi logam berat pada tanaman (mg/kg)}}{\text{Konsentrasi logam berat pada tanah (mg/kg)}}$$

Sedangkan nilai EDI merkuri (Hg) pada tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah pengolahan bijih emas skala kecil dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Javed & Usmani, 2016) :

$$EDI : \frac{(M_C \times IR)}{B_W \times 10^{-3}}$$

Keterangan :

- EDI : *Estimasted Daily Intake* (Intake logam) (mg/kg/hari)
- IR : Kecepatan pencernaan (*ingestion rate*) pada orang dewasa (19,5x 10⁻³) atau (0.0195) (L/Hari) (U.S.EPA. *Assessment Tool By Routes- Ingestion*, 2011)
- Bw : Berat Badan manusia (kg) (Nilai 70 kg digunakan sebagai rata-rata berat badan orang dewasa (World Healty Organisation, 1993).
- Mc : Konsentrasi logam pada daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) (mg/kg)
- 10⁻³ : Faktor Konversi (0,001)

Data akan di sajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi untuk melihat gambaran akumulasi kadar rata-rata merkuri (Hg) pada daun tanaman jeruk nipis di area pengolahan bijih emas skala kecil.

Tabel 3.7.1 Hasil Analisis Sampel

No.	Kode Sampel	Kadar Rata-rata Merkuri (Hg) Daun Jeruk Nipis (ppm)	Baku mutu kadar merkuri (Hg) (ppm)
1.	S ₁		
2.	S ₂		0,03 ppm (Standar Nasional Indonesia 7387:2009)
3.	S ₃		
4	S ₄		
5.	S ₅		0.03 ppm (<i>European Commission</i> 396:2005)
6.	S ₆		
7.	S ₇		
8.	S ₈		
9	S ₉		
10.	S ₁₀		
Rata-Rata:			

Keterangan: S (Kode Sampel)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1. Konsentrasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Daun Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*)

Dari hasil uji laboratorium yang dilakukan untuk menguji logam berat merkuri (Hg) pada daun tanaman Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah pengolahan bijih emas skala kecil, di dapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.1.1 Konsentrasi Kadar Merkuri (Hg) Pada Daun Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Di Daerah Pengolahan Bijih Emas Skala Kecil

No.	Kode Sampel	Konsentrasi Merkuri (Hg) (Ppm)	Nilai Rujukan (Ppm)
1.	S ₁	0,018	0,03 ppm (Standar Nasional Indonesia 7387:2009) pada buah dan sayur 0,03 ppm (<i>European Commission</i> 396:2005) pada sayuran daun, bumbu dan bunga yang dapat dimakan
2.	S ₂	0,27	
3.	S ₃	0,21	
4.	S ₄	0,13	
5.	S ₅	0,021	
6.	S ₆	0,020	
7.	S ₇	0,018	
8.	S ₈	0,021	
9.	S ₉	0,48	
10.	S ₁₀	0,27	
Rata-Rata		0,1458	
Median		0,0755	
Max		0,48	
Min		0,018	
SD		0,150516976	

Dari tabel 4.1.1 untuk pengujian kadar merkuri (Hg) pada sampel daun tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) yang diambil di lingkungan pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang sampai memiliki nilai rata-rata 0,1458 ppm. Konsentrasi merkuri (Hg) pada sampel daun tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) berada di atas nilai ambang batas yang diperbolehkan oleh Standar Nasional Indonesia 7387:2009 dan *European*

Commission 369:2005 yaitu 0,03 ppm, dimana konsentrasi tertinggi terdapat pada stasiun S9 yaitu 0,48 ppm dan konsentrasi terendah pada stasiun 1 dan 7 yaitu 0,018 ppm.

4.1.2. Nilai Biokonsentrasi Faktor (BCF) logam Merkuri (Hg) Pada Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)

Untuk menentukan nilai BCF pada tanaman maka konsentrasi logam berat merkuri pada tanah harus diketahui. Konsentrasi logam berat pada tanah dikutip dari penelitian sebelumnya yang menggunakan lokasi titik sampel yang sama pada tahun dan waktu yang sama.

Tabel 4.1.2.1 Konsentrasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Tanah

No.	Kode sampel	Konsentrasi Merkuri (Ppm)	Rerata Konsentrasi Merkuri (Ppm)	Referensi
S1	T11	64,66703	149,7342	Amallia <i>et al</i> (2023)
S2	T12	48,88148		
S3	T13	50,97254		
S4	T14	61,22289		
S5	T15	156,26415		
S6	T16	138,46954		
S7	T17	282,27696		
S8	T18	281,93349		
S9	T19	223,46918		
S10	T20	189,18512		

Tabel 4.1.2.2 Tingkat Biokonsentrasi Faktor (BCF) logam Merkuri (Hg) Pada Daun Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*)

Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan membagi konsentrasi logam berat merkuri pada tanaman dan tanah maka di dapatkan nilai BCF pada tabel dibawah ini:

No.	Kode Sampel	Konsentrasi Logam Berat Hg Pada Jeruk Nipis (ppm)	Nilai BCF	Ket
1.	S1	0,018	0,00027	<1
2.	S2	0,27	0,00552	<1
3.	S3	0,21	0,00412	<1
4.	S4	0,13	0,00212	<1

5.	S5	0,021	0,00013	<1
6.	S6	0,020	0,00002	<1
7.	S7	0,018	0,000007	<1
8.	S8	0,021	0,000003	<1
9.	S9	0,48	0,00214	<1
10.	S10	0,27	0,00142	<1

Dari tabel 4.1.2 diketahui nilai biokonsentrasi faktor (BCF) logam berat Hg pada tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) yang ada di daerah pengolahan bijih emas skala kecil pada 10 stasiun yaitu semuanya bernilai kurang dari 1 (<1), Menurut Baker (1981), apabila nilai BCF <1 tanaman masuk kedalam kategori *excluder* yaitu tanaman yang secara efektif mencegah logam berat memasuki area bagian atas tanaman, namun konsentrasi logam di sekitar area perakaran masih tinggi dan menurut Soemarno (2010), tanaman *excluder* merupakan tanaman yang tidak sensitive untuk menyerap dan mengakumulasikan unsur-unsur toksik. Ismail *et al* (2020) menjelaskan bahwa *excluder* merupakan sifat dimana tumbuhan membatasi penyerapan logam berat pada lingkungan nya baik itu sedimen maupun air namun ketika masuk kedalam tubuh tumbuhan maka logam berat akan mudah ditranslokasikan kebagian tubuh tumbuhan lainnya.

4.1.3. Nilai Estimated Daily of Metals (EDI) Logam Merkuri (Hg) Daun Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Pada Manusia

Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus *Estimated Daily of Metals* untuk melihat nilai EDI pada daun Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) sehingga dapat diprediksi tingkat toksisitas dan risiko kesehatan manusia jika mengkonsumsi daun tersebut. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1.3. Nilai Estimated Daily of Metals (EDI) Logam Merkuri (Hg) Daun Tanaman Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Pada Manusia

Kode Sampel	Nilai EDI (mg/kg/hari)	Nilai RfD Hg (USA, EPA 2011)	Hasil	Keterangan
S1	0,005014	0,0001	> 10 kali RfD	Risiko Tinggi
S2	0,075214		> 10 kali RfD	Risiko Tinggi
S3	0,0585		> 10 kali RfD	Risiko Tinggi
S4	0,036214		> 10 kali RfD	Risiko Tinggi
S5	0,00585		> 10 kali RfD	Risiko Tinggi
S6	0,0055714		> 10 kali RfD	Risiko Tinggi
S7	0,005014		> 10 kali RfD	Risiko Tinggi
S8	0,00585		> 10 kali RfD	Risiko Tinggi
S9	0,133714		> 10 kali RfD	Risiko Tinggi
S10	0,075214		> 10 kali RfD	Risiko Tinggi

Interprestasi Hasil:

- Jika EDI > 1–5 kali RfD logam itu sendiri, maka risikonya rendah
- Jika EDI > 5–10 kali RfD logam itu sendiri maka risikonya sedang
- Jika EDI > 10 kali RfD maka risikonya tergolong tinggi

Dari tabel diatas diketahui bahwa daun jeruk nipis mempunyai risiko tinggi bagi kesehatan apabila dikonsumsi oleh manusia atau penduduk di daerah pengolahn bijih emas skala kecil. Hal ini dapat dilihat dari nilai EDI yang dibandingkan dengan nilai RfD logam berat merkuri.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Biokonsentrasi Logam Berat Merkuri (Hg)

Merkuri merupakan salah satu logam berat yang memiliki tingkat toksisitas paling tinggi dibanding dengan logam berat lainnya (Sudarmaji *et al.*, 2016). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa tingkat konsentrasi logam berat merkuri (Hg) pada daun jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang menggunakan *Mercury Analyzer* dan *Spektrofotometer Serapan Atom* (SSA) menunjukkan hasil rata-rata 0,1458 ppm yang artinya berada di atas nilai ambang batas yang diperbolehkan atau di tetapkan oleh Standar Nasional Indonesia 7387:2009 tentang batas maksimum cemaran merkuri (Hg) dalam pangan khususnya buah dan sayur dan *European Commission*

369:2005 tentang ambang batas senyawa merkuri dalam atau produk tertentu khususnya pada sayuran daun, bumbu dan bunga yang dapat dimakan yaitu 0,03 ppm. Hal ini dikarenakan beberapa faktor yang mempengaruhi serapan dan akumulasi logam berat dalam jaringan tanaman salah satunya adalah faktor lingkungan, lingkungan yang terkonsentrasi merkuri (Hg) tentunya akan menyebabkan organisme hidup seperti tumbuhan akan ikut terkontaminasi merkuri (Hg) melalui proses penyerapan.

Berdasarkan penelitian terdahulu yang menganalisis kadar merkuri (Hg) pada tanah di Desa Sukamenang, didapati bahwa kadar merkuri yang tercemar pada tanah dengan rata-rata 149,7342 ppm. Kadar merkuri (Hg) tersebut melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 Tentang Pelepasan Merkuri Pada Lingkungan yaitu 0,05 ppm (Anisa., 2016). Konsentrasi merkuri yang tinggi tersebut tentunya akan mempengaruhi kadar konsentrasi dan akumulasi logam berat merkuri (Hg) pada organisme hidup yang ada di lingkungan yang tercemar logam merkuri tersebut seperti tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*). Menurut Lahuddin (2016), keberadaan logam berat merkuri (Hg) dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh di atasnya. Jika logam berat memasuki lingkungan tanah, akan terserap oleh tanaman melalui akar dan selanjutnya akan terdistribusi ke bagian tanaman lainnya seperti batang cabang (ranting), bagian daun dan akan mengalami akumulasi. Saat menyerap logam berat akar tanaman akan membuat protein regulator di dalam akar sebagai suatu senyawa pengikat (kelat) yang disebut dengan fitokelatin. Saat fitokelatin berikatan dengan Hg maka fitokelatin

akan membentuk ikatan sulfida di ujung belerang pada sistein dan membentuk senyawa kompleks sehingga Hg akan terbawa atau ditranslokasikan kedalam jaringan tumbuhan melalui jaringan pengangkut yaitu xilem dan floem. Proses translokasi logam ke seluruh bagian tanaman yang menyebabkan konsentrasi pada akar menjadi menurun dan proses penyerapan menjadi meningkat pada daun kandungan Hg pada daun mulai meningkat karena Hg yang diikat oleh molekul kelat (molekul pengikat) telah di bawa ke tajuk dan keseluruhan bagian tanaman logam berat merkuri dapat terakumulasi di daun melalui translokasi dari akar yang mengabsorpsi logam merkuri (Hg) dari tanah yang tercemar dan proses absorpsi dapat terjadi lewat beberapa organ tumbuhan seperti akar, daun, dan stomata (Kilikily, 2020). Faktor lain yang juga berpengaruh pada konsentrasi logam berat merkuri (Hg) adalah adanya pembakaran bola-bola tanah yang mengandung merkuri pada saat pengolahan biji emas, logam berat merkuri akan menguap dan akan terserap oleh daun, hal ini sesuai dengan penjelasan dari Djo *et al.*, (2017), bahwa konsentrasi logam berat pada daun tidak hanya berasal dari mobilitas akar tetapi juga dari proses penyerapan daun itu sendiri. Penyerapan melalui daun terjadi karena partikel logam berat jatuh pada permukaan daun dan terserap melalui stomata dan menuju jaringan lainnya.

Pencemaran logam berat pada tanah juga bisa disebabkan oleh karakteristik tanah, Ditinjau dari tekstur tanah di Desa Sukamenang sesuai dengan obeservasi lapangan tergolong dalam jenis tanah inseptisol dengan warna tanah kelabu atau coklat ketuaan, teksturnya lempung berdebu dengan struktur tanah yang remah. Tanah inseptisol memiliki kadar posfor rendah,

sedangkan kadar aluminium dan zat besinya tinggi. Keasaman yang dikandung jenis tanah ini antara 5,0 sampai dengan 7 dengan tingkat kejenuhan 0-72 persen. Oleh karena itu, tanah ini termasuk tanah yang memiliki tingkat keasaman sedang. Jenis tanah inceptisol kurang cocok untuk dijadikan lahan pertanian. Namun, cocok untuk tanaman perkebunan (Nasir *et al*, 2018). Ini menjadi salah satu faktor mengapa tanaman jeruk nipis bisa tetap hidup di daerah pengolahan bijih emas skala kecil walaupun akan mengakumulasi logam berat pada bagian-bagian tubuh tumbuhan.

4.2.2 Nilai Biokonsentrasi Faktor (BCF)

Banyak Faktor yang mempengaruhi kandungan logam pada daun, diantara faktor internal pohon sendiri maupun faktor lingkungan. Faktor internal meliputi morfologi dan fisiologi tanaman, jenis daun (majemuk atau tunggal), permukaan daun (kasar, halus, licin, berambut), umur pohon. Sementara faktor lingkungan sekitar pohon yang berperan antara lain waktu, iklim (panas dan hujan), kecepatan dan arah angin, suhu kelembaban, topografi, jarak pengambilan sampel dengan sumber pencemar (Nurmawan *et al*, 2019).

Jarak pohon menentukan penyerapan suatu pohon terhadap logam berat. Menurut Irwan *et al* (2020), jarak yang lebih dekat dengan lokasi PETI akan memiliki kadar Hg yang lebih besar dibandingkan dengan jarak yang jauh dari sumber pencemar. Untuk menghitung kemampuan tanaman dalam menyerap logam berat merkuri (Hg) dilakukan perhitungan BCF (Biokonsentrasi Faktor).

Perhitungan BCF di lakukan untuk mengetahui kemampuan tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat Hg. Dari tabel 4.1.2.2 diketahui rata-rata nilai biokonsentrasi faktor (BCF) logam berat Hg pada jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) yang ada di daerah pengolahan bijih emas skala kecil pada setiap stasiun pengambilan sampel daun jeruk nipis bernilai kurang dari 1 (<1), menurut Baker (1981), apabila nilai BCF <1 artinya tanaman masuk kedalam kategori *excluder*. *Excluder* adalah tanaman yang secara efektif mencegah logam berat memasuki area bagian atas tanaman, namun konsentrasi logam di sekitar area perakaran masih tinggi. *excluder* merupakan sifat dimana tumbuhan membatasi penyerapan logam berat pada lingkungannya baik sedimen maupun air namun ketika masuk ke tubuh tumbuhan maka logam berat akan mudah ditranslokasikan ke bagian tubuh yang lain. Rendahnya nilai BCF dikarenakan oleh kecilnya konsentrasi merkuri (Hg) pada bagian tumbuhan dan tingginya konsentrasi merkuri (Hg) pada sedimen. BCF < 1 juga dapat disebabkan karena pengambilan sampel dan analisis logam berat dilakukan hanya satu kali, sehingga hasil penelitian ini hanya merepresentasikan serapan logam berat saat penelitian dilakukan. Seiring dengan bertambahnya waktu dan aktivitas manusia maka serapan pada tanaman juga akan berbeda (Ismail *et al*, 2020). Hal ini berbanding lurus dengan keberadaan senyawa kimia asam sitrat didalam tanaman jeruk nipis yang mengikat logam dengan Gugus fungsional $-OH$ dan $COOH$ pada asam sitrat menyebabkan ion sitrat dapat bereaksi dengan ion logam membentuk garam sitrat. Ion sitrat akan mengikat logam sehingga dapat menghilangkan ion

logam. Dan mengandung senyawa fenol dan flavonoid yang bersifat sebagai antioksidan (Nurvita *et.al*, 2015). Menurut Alia (2019), Kandungan logam Hg dalam tanah sangat berpengaruh terhadap kandungan logam pada tanaman yang tumbuh di atasnya, kecuali terjadi interaksi diantara logam itu sehingga terjadi hambatan penyerapan logam tersebut oleh tanaman. Akumulasi logam dalam tanaman tidak hanya tergantung pada kandungan logam dalam tanah, tetapi juga tergantung pada unsur kimia tanah, pH tanah dan jenis logam seperti logam berat merkuri (Hg).

4.2.3 Nilai *Estimated Daily of Metals* (EDI)

Logam berat merkuri (Hg) memberikan efek negatif pada tanaman jika terakumulasi terlalu tinggi (Elawati., 2018). Terakumulasinya logam berat merkuri (Hg) pada tanaman dapat terjadi karena beberapa mekanisme. Terdapat dua mekanisme yang mungkin dilakukan tanaman dalam menghadapi konsentrasi toksik logam berat, yakni toleransi dan ameliorasi. Toleransi dilakukan dengan pendekatan lokalisasi dalam akar tanaman, yang dimana dilakukan dengan dua cara yaitu ekskresi secara aktif dan pasif. Ekskresi secara aktif melalui kelenjar tajuk sedangkan secara pasif melalui akumulasi pada daun yang sudah tua lalu terjadi absisi daun, pengenceran, dan inaktivasi secara kimia. Ameliorasi dilakukan oleh tanaman yaitu dengan mengembangkan sistem metabolik pada organnya pada konsentrasi toksik logam berat tertentu (Panjaitan, 2009).

Terakumulasinya logam berat pada tumbuhan yang jika tumbuhan yang tercemar merkuri (Hg) tersebut dikonsumsi oleh manusia akan menyebabkan akumulasi juga pada manusia dan akan menyebabkan dampak yang sangat

berbahaya bagi kesehatan. Untuk menghitung perkiraan asupan suatu cemaran pada organisme hidup dilakukan perhitungan EDI. *Estimated Daily of Metals* (EDI) adalah perkiraan asupan suatu cemaran dalam tubuh manusia melalui konsumsi makanan setiap harinya. EDI diukur dalam (mg/kg berat badan/hari). Hasil perhitungan EDI dalam penelitian ini menunjukkan *intake* logam berat harian untuk merkuri (Hg) dari daun tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) pada setiap stasiun memiliki nilai EDI >10 kali nilai RfD artinya tergolong beresiko tinggi terhadap kesehatan apabila manusia mengkonsumsi daun jeruk dilingkungan tersebut. Nilai RfD Logam berat Hg 0,0001 mg/kg/hari yang telah di anjurkan oleh *United States Environmental Protection Agency* (USE EPA) tahun 2011 dalam Alik *et al* (2022). Menurut Javed & Usmani (2016), Nilai EDI sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti konsentrasi logam berat dalam organisme serta berat badan responden. Semakin besar konsentrasi logam dalam organisme, semakin besar pula nilai EDI. Sebaliknya semakin besar berat badan responden, semakin kecil nilai EDI. Sedangkan faktor lain seperti *ingestion rate* dibuat seragam mengingat seluruh responden adalah orang dewasa, dengan nilai $19,5 \times 10^{-3}$ kg/hari.

Apabila kegiatan pengolahan bijih emas skala kecil berlangsung dan terus-menerus akan tetap menimbulkan kerusakan lingkungan dan kesehatan. Sesuai dengan pernyataan Rita (2016), Apabila kegiatan pertambangan emas skala kecil berlangsung lama, maka akan memberikan dampak buruk bagi kerusakan lingkungan bahkan kesehatan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian oleh Amallia *et al.*, (2023), yang memiliki lokasi yang sama dengan

penelitian ini bahwa pengolahan bijih emas ini tidak hanya berdampak pada lingkungan polusi tetapi juga menyebabkan biomagnifikasi dan bioakumulasi merkuri pada organisme hidup. Kadar merkuri yang tinggi telah terdeteksi pada rambut individu yang tinggal di wilayah tempat pengolahan emas skala kecil terjadi, menimbulkan risiko serius bagi kesehatan mereka. Efek neurotoksik merkuri khususnya memprihatinkan, terbukti dengan peningkatan kehadiran Amiloid-beta ($A\beta$) 40 dalam plasma darah penduduk dan terjadinya gangguan kognitif, seperti demensia, bahkan sebelum usia 60.

Faktor-faktor yang mempengaruhi asupan logam berat menjadikan banyak kemungkinan logam berat (pencemar) terakumulasi pada tubuh, salah satu pencemarnya adalah logam berat merkuri (Hg). Logam merkuri (Hg) digolongkan kedalam jenis logam berat esensial dalam konsentrasi yang sangat kecil, akan tetapi bila pada konsentrasi yang tinggi pada logam merkuri (Hg) akan menjadi racun bagi makhluk hidup. Akumulasi logam berat yang tinggi pada tanaman dapat menghambat kemampuan tanaman menghasilkan klorofil, meningkatkan stres oksidatif tanaman dan melemahkan ketahanan stomata (Sulaiman & Hamzah, 2018). Semua bagian tumbuhan seperti daun tumbuhan yang besar, cangkang tubuh, dan buah dari tumbuhan tersebut dapat menjadi biomonitor keberadaan logam berat pada lingkungan sekitar tumbuhan tersebut (Aricak *et al.*, 2020).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi logam berat merkuri (Hg) pada daun tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah pengolahan bijih emas skala kecil desa sukamenang mempunyai nilai rata-rata sebesar 0,1458 ppm dan melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan oleh SNI 7387 tahun 2009 dan *European commissions* 396 tahun 2005 yaitu 0,03 ppm.
2. Nilai Biokonsentrasi Faktor (BCF) logam berat Hg pada tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang ini adalah <1 artinya tanaman tersebut termasuk kedalam kategori *excluder*.
3. Nilai *Estimated Daily of Metals (EDI)* logam berat Hg pada daun tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah pengolahan bijih emas skala kecil yang ada di Desa Sukamenang pada semua stasiun sampel memiliki nilai >10 kali RfD sehingga beresiko tinggi terhadap kesehatan apabila mengkonsumsi daun tanaman jeruk nipis dilokasi tersebut.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah bahwa perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang bioakumulasi logam berat merkuri (Hg) pada bagian akar, buah dan batang dari tanaman jeruk nipis (*Cirus aurantifolia*) yang ada di lingkungan pengolahan bijih emas skala kecil Desa Sukamenang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin *et al.*, 2019. Pengaruh Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Untuk Menambah Pemahaman Masyarakat Awam Tentang Bahaya Dari Polusi Udara. *Prosiding SNFUR-4* (September): 1–7.
- Ali *et al.*, 2019. Analisis Kandungan Merkuri Pada Tanah Dan Umbi Tanaman Ubi Kayu (*Manihot esculenta crantz*) Di Daerah Pertambangan Desa Soyowan, Minahasa Tenggara. *Jurnal MIPA* 8(3): 227.
- Alia, I. S. 2019. Analisis Kandungan Merkuri pada Tanah dan Umbi Tanaman Ubi Kayu (*Manihot Esculenta Crantz*) di Daerah Pertambangan Desa Soyowan, Minahasa Tenggara. *Jurnal Mipa*, 8(3), 227 – 230.
- Alik *et al.*, 2022. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Logam Berat Arsen (As) pada Masyarakat Sekitar Sungai yang Mengonsumsi Ikan Nilem (*Ostoechillus Vittatus*) dari Sungai Desa Bakan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal KESMAS*, 11(2).
- Alwan & Muhammad Daris. 2021. Analisis Konsentrasi Hg Pada Sedimen Sungai Di Lokasi Tambang Emas Tradisional, Kulon Progo, Yogyakarta.
- Amallia *et al.*, 2023. *Evaluating The Neurotoxic Impact Of Mercury Exposure In The Artisanal And Small-Scale Gold Mining In South Sumatra, Indonesia.* *Jurnal Acta Biomed*, 94(1):2230-2243.
- Amallia *et al.*, 2023. *Mercury Contamination Level In Small Scale Gold Ore Processing Environment In Karang Jaya, Musi Rawas Utara Sumsel Indonesia.* *Journal Environment and Natural Resources*.
- Andriani & Ade. 2020. Analisis Kadar Logam Merkuri (Hg) Pada Tumbuhan Paku (*Pityrogramma calomelanos L*) Sebagai Bioakumulator Di Kawasan Pertambangan Emas Desa Pantan Luwas. *Univeristas Islam Negeri Ar-Raniry*.
- Anisa E. 2016. Stabilisasi/Solidifikasi Tanah Tercemar Merkuri Tambang Emas Rakyat Kulon Progo Yogyakarta Menggunakan Campuran Semen Portland dan Tanah Tras. *Jurnal Teknik Its*, 5(2), F112-118.
- Aricak, B., Cetin, M., Erdem, R., Sevik, H., & Cometen, H. (2020). *The Usability of Scotch Pine (Pinus sylvestris) as a Biomonitor for Traffic-Originated Heavy Metal Concentrations in Turkey.* 29(2), 1–7. <https://doi.org/10.15244/pjoes/10924>.
- Awange *et al.*, 2018. *Environmental Pollution.* *Journal Environmental Science and Engineering*: 483–500.
- Baker,A.J. 1981. Accumuators and excluders-Strategies In The Response Of Plants To Heavy Metals, *J. Plant Nutr.* 3(1): 643-654

- Dawud *et al.*, 2016. Analisis Sistem Pengendalian Penemuan Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Berbasis Masyarakat. Seminar Nasional Sains dan Teknologi 6 (November) : 1-8.
- Djo *et al.*, 2017. Fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk menurunkan COD dan kandungan Cu dan Cr limbah cair laboratorium analitik Universitas Udayana. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 5(2): 137-144
- Elawati *et al.*, 2019. “Cemaran Logam Merkuri (Hg) Pada Air Dan Sedimen Sungai Buladu Akibat Pertambangan Emas Tanpa Izin (PETI) Di Kecamatan Sumalta.” *Radial - Jurnal Peradaban Sains, Rekayasa dan teknologi* 7(1): 40–43.
- Environmental Protection Agency*. 2003. *Methodology for Deriving Ambient Water Quality Criteria for the Protection of Human Health* (2000). Washington (US): U. S. *Environmental Protection Agency*.
- European Commission*. 2018. *Commission Regulation (Eu) 2018/73 Of 16 January 2018 Amending Annexes II And III To Regulation (Ec) No 396/2005 Of The European Parliament And Of The Council As Regards Maximum Residue Levels For Mercury Compounds In Or On Certain Product*. *Off. J.Eur. Union*. 13, 8-20.
- Fakaubun *et al.*, 2020. Biokonsentrasi dan Bioakumulasi Mercury (Hg) Pada Lamun *Enhalus acoroides* Di Teluk Kayeli Kabupaten Buru Provinsi Maluku. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 8(2): 159-166.
- Gani *et al.*, 2017. Analisis Air Limbah Pertambangan Emas Tanpa Izin Desa Bakan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal MIPA* 6(2): 6.
- Handiriani. 2008. Potensi Tanaman Dalam Mengakumulasi Logam Cu Pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas. *Jurnal Selulosa*, 44 (01).
- Hatmoko *et al.*, 2019. *Economic Impacts on The Use of Zeolite, Claystone, and Active Charcoal in Reducing Levels of Mercury (Hg) in Waste from Unlicensed Gold Mining Activities (PETI) in Kapuas Sub Watershed, Ulak Jaya Sintang Village*. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding* 6(5): 919.
- Hidayat, B. 2015. Remediasi tanah tercemar logam berat dengan menggunakan biochar. *Jurnal Pertanian Tropik*, 2(1), 51-61.
- Irawati *et al.*, 2018. Logam Berat Kerang Totok (*Geloina erosa*) Di Timur Segara Anakan Dan Barat Sungai Donan, Cilacap. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(2):233-243. DOI: 10.17844/jphpi.v21i2.22843

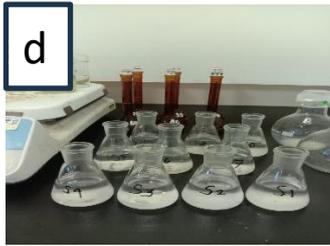
- Ismail *et al.*, 2020. Bioakumulasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Mangrove Jenis *Rhizophora Mucronata* Di Teluk Kayeli Kabupaten Buru. *Biosel: Biology Science and Education* 9(2): 139.
- Januar *et al.*, 2019. *Seasonal heavy metals accumulation in the soft tissue of Anadara granosa mollusc from Tanjung Balai, Indonesia. AIMS Environmental Science*, 6(5):356-366.
- Javed & Usmani, 2016. *Accumulation of heavy metals and human health risk assessment via the consumption of freshwater fish Mastacembelus armatus inhabiting, thermal power plant effluent loaded canal.* Javed and Usmani *SpringerPlus* (2016) 5:776. DOI 10.1186/s40064-016-2471-3.
- Jayusma iyus.2020. Studi Deskriptif Kuantitatif Tentang Aktivitas Belajar Mahasiswa Dengan Menggunakan Media Pembelajaran Edmodo Dlm Pembelajaran Sejarah. *Jurnal Artefak*, 7(1): 13–20.
- Khasanah *et al.*, 2021. Kajian Pencemaran Logam Berat Pada Lahan Sawah Di Kawasan Industri Kabupaten Sidoarjo *Assessment of Heavy Metals Pollution on Rice Field in Sidoarjo Regency Industrial Area. Jurnal Teknik Kimia* 15(2): 73.
- Kholis, Nur. 2013. *Jeruk-Jeruk Bumbu*, Surakarta: Arcita
- Kilikily *et al.*, 2020. Studi Akumulasi Logam Berat Merkuri (Hg) Oleh Tanaman Trembesi (*Samea saman*). *Science Map Journal*. 2(2), 85-89.
- Kurniawan & Mustikasari. 2019. Review: Mekanisme Akumulasi Logam Berat Di Ekosistem Pascatambang Timah. *Jurnal Ilmu Lingkungan* 17(3): 408.
- Lahuddin. 2016. Aspek Unsur Mikro Dalam Kesuburan Tanah. *Universitas Stuttgart*.
- Mulyani. A & Rijal. M. 2018. Industrialisasi, Pencemaran Lingkungan Dan Perubahan Struktur Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Penelitian Science dan Pendidikan*, 7(2): 107–17.
- Nasir *et al.*, 2018. Analisis Kadar Logam Timbal dan Arsenik Dalam Tanah dengan Spektrometri Serapan Atom. (*Jipi*) *Jurnal Ipa Dan Pembelajaran Ipa*, 2(2), 89-99.
- Nurmawan *et al.*, 2019. Analisis Kandungan Timbal (Pb) Dalam Daun Tanaman Di Ruang Terbuka Hijau. *Jurnal Eugenia Volume 25 No. 3 Oktober 2019*.
- Nursagita, Y. S., & Titah, H. S. 2021. Kajian Fitoremediasi untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Berat di Wilayah Pesisir Menggunakan Tumbuhan Mangrove (Studi Kasus: Pencemaran Merkuri di Teluk Jakarta). *Jurnal Teknik ITS*, 10(1), G22-G28.

- Nurvita *et al.*, 2022. Asupan Konsumsi Logam Cu Pada Kerang Darah dari Tempat Pelelangan Ikan Tambak Lorok, Se marang. *Jurnal Undip: Buletin Oseanografi Marina* Februari 2022 Vol.11 No.1.
- Panjaitan.2009. *Akumulasi logam berat tembaga (Cu) dan timbal (Pb) pada Pohon Avicennia marina di Hutan Mangrove*. Skripsi. Medan, Indonesia: Program Studi Departemen Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Pemerintah kabupaten musi rawas utara. 2019. Rencana Kerja Pemerintah Daerah (RKPD) Kabupaten Musi Rawas Utara 2019.
- Prastiwi *et al.*, 2017. Kandungan Dan Aktivitas Farmakologi Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia* S.). *Dalam Jurnal Farmaka* 15(2): 1–7.
- Putranto. 2011. Pencemaran Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Air Tanah. *Jurnal Teknik* 32(1).
- Ramadhan & Nurul Isna. 2018. Pengaturan Tindak Pidana Pencemaran Lingkungan Di Indonesia : Studi Pencemaran Tanah Di Brebes. *Jurnal of Multidisciplinary Studies* 09(02): 96–102.
- Ramadhianto & Aldino. 2017. Uji Bioaktivitas Crude Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* Secara In Vitro. *Skripsi*: 6.
- Rita.2016. Dampak Limbah Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI) Terhadap Kualitas Air Sungai Limun Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. *Bulletin of Scientific Contribution*, 14 (3). Hal: 251-262.
- Rokhmah & Fatkhiyatur. 2016. Pengaruh Toksisitas Cu Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Pdi (*Oryza sativa* L.) Serta Upaya Perbaikannya Dengan Pupuk Penawar Racun. *Skripsi* : 75.
- Rosyidah & Masayu. 2018. Analisis Pencemaran Air Sungai Musi Akibat Aktivitas Industri (Studi Kasus Kecamatan Kertapati Palembang). *Jurnal Online Universitas PGRI Palembang* 3(1): 21–32.
- Rukmini. 2023. Analisis Tingkat Biokonsentrasi Tembaga (Cu) Pada Tanaman Jeruk Nipis (*Cirus aurantifolia*) Di Daerah Pengolahan Biji Emas Skala Kecil. *Skripsi*, Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang : 40.
- Ruslan, & Kahiruddin. 2010. Studi Potensi Pencemaran Lingkungan Dari Kegiatan Pertambangan Emas Rakyat Poboya Kota Palu. *Indonesia Chemica Acta* 3(1): 27–31.
- Sahabuddin & Erma Suryani. 2016. Cemar Air Dan Tercapainya Lingkungan Sumber Daya Alam Yang Berkelanjutan. *Jurnal Publikasi Pendidikan* 11(2).

- Santoso *et al.*, 2014. Evaluasi Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Beberapa Tanaman Pangan Dan Palawija Di Sekitar Areal Pengolahan Tambang Emas Di Kelurahan Poboya , Kota Palu *Evaluation Of Heavy Metal Of Mercury (Hg) in Some Major and Second Crops at Around Gold Mine. e-J. Agrotekbis* 2(2): 138–45.
- Septianigrum *et al.*, 2014. Pengoperasian AAS. Standart Prosedur Operasi, Universitas Jember.
- Shofi, M. 2017. Pengaruh logam berat merkuri clorida (HgCl₂) terhadap perkecambahan biji kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *Jurnal Wiyata: Penelitian Sains dan Kesehatan*, 4(1): 84-89.
- Sismanto *et al.*, 2016. Remediasi Elektrokinetik Menggunakan Elektroda 2-D Hexagonal Pada Tanah Limbah Pertambangan Emang Yang Mengandung Tembaga (Cu) Dan Mekuri (Hg) Di Kokap Kulonprogo Yogyakarta. *Bimipa* 17(2): 55–65.
- Soemarno. 2010. Remediasi Pencemaran Timbal: Perilaku Pb dalam Jerapan pada Permukaan Akar, Tanah dan Tanaman. PM-PSLP PPSUB.
- Sulaiman, F. R., & Hamzah, H. A. (2018). *Heavy metals accumulation in suburban roadside plants of a tropical area.*
- Standar Nasional Indonesia. 2009. Batas Maksimum Cemar Logam Berat Dalam Pangan. SNI 7387(2009):15-17.
- Standar Nasional Indonesia. 2004. Cara Uji Merkuri (Hg) Secara Uap Dingin (cold vapour) Dengan *Mercury Analyzer*. SNI 06-6992.2-2004: 1-9.
- Sudarmaji *et al.*, 2016. Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 2(2).
- USEPA (*United States Environmental Protection Agency*). 2011. *Exposure Assessment Tool By Routes-Ingestion*, Epa ExpoBox.
- Suciati & Indah. 2017. Perbedaan Daya Hambat Ekstrak Daun Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*) Dengan Daun Salam (*Syzygium polyanthum* Wight) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* Dan Pemanfaatannya Sebagai Buku Ilmiah Populer. *Skripsi Universitas Jember*: 1–136.
- Syahrum & Salim .2014. Metodologi Penelitian Kuantitatif. Citapustaka Media, Bandung. ISBN 979-3216-90-5.
- Wanna *et al.*, 2018. Analisis Kualitas Air Dan Cemaran Logam Berat Merkuri (Hg) Dan Timbal (Pb) Pada Ikan Di Kanal Daerah Hertasning Kota Makassar. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 3, 197. <https://doi.org/10.26858/jptp.v3i0.5719>.

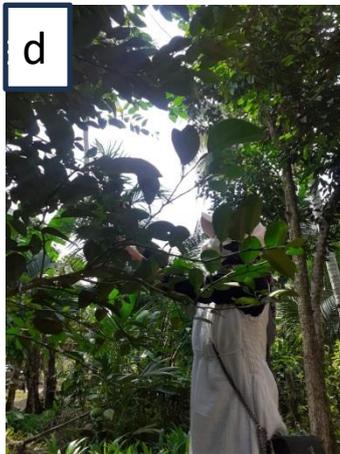
- World Health Organization (WHO) . 1993. Evaluation of Certain Food Additives Contaminants. In: Forty-First Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Geneva. Technical Series 837.
- Widyasari & Ni Luh. 2021. Kajian Tanaman Hiperakumulator Pada Teknik Remediasi Lahan Tercemar Logam Berat. *Jurnal Ecocentrism* 1(1): 17–24.
- Wijaya, 2021. Analisis Kadar Besi (Fe) Pada Lingkungan Di Wilayah Kecamatan Karang Jaya Kabupaten Musi Rawas Utara. *Skripsi*.
- Yulianto *et al.*, 2016. Daya Serap Rumput Laut (*Gracilaria* Sp) Terhadap Logam Berat Tembaga (Cu) Sebagai Biofilter. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal Of Marine Science*, 11(2): 72–78.
- Yuliati & Etik. 2017. Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karang Anyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemar Air. *E-journal Undip* : 7–19.

Lampiran I
Alat dan Bahan:



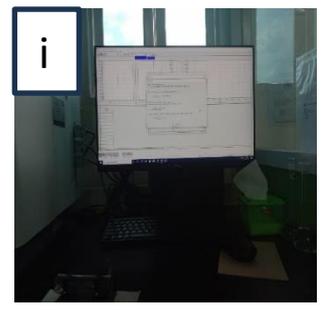
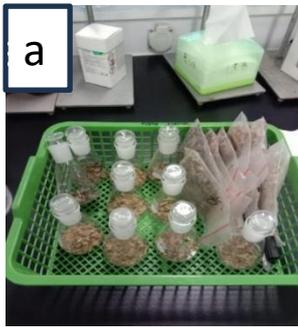
Keterangan: (a) alat *Mercury Analyzer*, (b) alat *Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)*, (c) labu ukur, (d) erlenmeyer, (e) *hot plate*, (f) neraca analitik, (g) *mortar dan paste*, (h) pipet volumetric, (i) wadah batu didih, (j) asam sulfat (H_2SO_4), (k) asam perklorat ($HClO_4$) dan (l) asam nitrat (HNO_3). (Sumber: Dokumen Pribadi, 2023)

Lampiran 2
Sampel dan Pengambilan Sampel



Keterangan: (a) (c) (e) tumbuhan jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*), (b) (f) tempat pengolahan bijih emas skala kecil desa sukamenang (Sumber: Dokumen Pribadi, 2022) dan (d) pengambilan sampel daun tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) (Sumber: Rukmini, 2022).

Lampiran 3 Preparasi dan Pengujian Sampel



Keterangan: (a) persiapan sampel, (b) proses penghalusan sampel daun, (c) penimbangan sampel daun setelah dihaluskan, (d) (e) penambahan asam nitrat, asam peklorat dan aquades, (f) (g) proses pemanasan, (h) penamahan aquades, (i) pembuatan kurva kalibrasi dan (j) (k) pengujian kadar logam merkuri (Hg) dengan *Mercury Analyzer*. (Sumber: Dokumen Pribadi, 2023).

Lampiran 4 Kurva Kalibrasi

Tuesday, May 23, 2023

Calibration Curve (Element: Hg: MVU C#: 01)



Abs=0.0010933Conc-0.00074762

r=0.9998

CONC	ABS
0.0000	0.0001
20.0000	0.0210
40.0000	0.0423
60.0000	0.0638
80.0000	0.0871
100.0000	0.1092

Lampiran 5
Hasil Pengujian Kadar Merkuri (Hg) Dengan AAS dan Konversi Data Hasil
Dari AAS Ke Ppm

Hg Tuesday, May 23, 2023

No	Action	Sample ID	True value (ng/mL)	Conc. (ng/mL)	Abs.	Actual Conc.	%RSD	Date
1	AUTOZERO							23/05/2023
2	STD-1		0.0000	1.0497	0.0004			23/05/2023
3	STD-2		0.0000	0.5009	-0.0002			23/05/2023
4	STD-AV		0.0000	0.7753	0.0001	424.26		23/05/2023
5	STD-1		20.0000	19.7090	0.0208			23/05/2023
6	STD-2		20.0000	19.9834	0.0211			23/05/2023
7	STD-AV		20.0000	19.8920	0.0210	1.01		23/05/2023
8	STD-1		40.0000	39.2831	0.0422			23/05/2023
9	STD-2		40.0000	39.4660	0.0424			23/05/2023
10	STD-AV		40.0000	39.3745	0.0423	0.33		23/05/2023
11	STD-1		60.0000	59.3144	0.0641			23/05/2023
12	STD-2		60.0000	58.7656	0.0635			23/05/2023
13	STD-AV		60.0000	59.0400	0.0638	0.66		23/05/2023
14	STD-1		80.0000	80.4434	0.0872			23/05/2023
15	STD-2		80.0000	80.2605	0.0870			23/05/2023
16	STD-AV		80.0000	80.3519	0.0871	0.16		23/05/2023
17	STD-1		100.0000	100.8406	0.1095			23/05/2023
18	STD-2		100.0000	100.2004	0.1088			23/05/2023
19	STD-AV		100.0000	100.5662	0.1092	0.45		23/05/2023
20	UNK1-1	STDR		99.1027	0.1076	99.1027		23/05/2023
21	UNK1-2	STDR		99.0113	0.1075	99.0113		23/05/2023
22	UNK1-AV	STDR		99.1027	0.1076	99.1027	0.07	23/05/2023
23	UNK2-1	BLK		0.9582	0.0003	0.9582		23/05/2023
24	UNK2-2	BLK		0.7753	0.0001	0.7753		23/05/2023
25	UNK2-AV	BLK		0.8668	0.0002	0.8668	1.45	23/05/2023
26	UNK3-1	S1		18.7029	0.0197	18.7029		23/05/2023
27	UNK3-2	S1		18.3370	0.0193	18.3370		23/05/2023
28	UNK3-AV	S1		18.5200	0.0195	18.5200	0.47	23/05/2023
29	UNK4-1	S2 5X		55.4728	0.0599	55.4728		23/05/2023
30	UNK4-2	S2 5X		55.8387	0.0603	55.8387		23/05/2023
31	UNK4-AV	S2 5X		55.6557	0.0601	55.6557	1.08	23/05/2023
32	UNK5-1	S3 5X		42.3015	0.0455	42.3015		23/05/2023
33	UNK5-2	S3 5X		42.9418	0.0462	42.9418		23/05/2023
34	UNK5-AV	S3 5X		42.5759	0.0458	42.5759	0.00	23/05/2023
35	UNK6-1	S4 5X		26.7520	0.0285	26.7520		23/05/2023
36	UNK6-2	S4 5X		26.7520	0.0285	26.7520		23/05/2023
37	UNK6-AV	S4 5X		26.7520	0.0285	26.7520	0.61	23/05/2023
38	UNK7-1	S5		21.9043	0.0232	21.9043		23/05/2023
39	UNK7-2	S5		22.0872	0.0234	22.0872		23/05/2023
40	UNK7-AV	S5		21.9957	0.0233	21.9957	0.59	23/05/2023
41	UNK8-1	S6		20.6371	0.0044	20.6371		23/05/2023
42	UNK8-2	S6		20.3421	0.0039	20.3421		23/05/2023
43	UNK8-AV	S6		20.4896	0.0042	20.4896	1.45	23/05/2023
44	UNK9-1	S7		18.8793	0.0036	18.8793		23/05/2023
45	UNK9-2	S7		18.6931	0.0040	18.6931		23/05/2023
46	UNK9-AV	S7		18.7862	0.0038	18.7862	0.61	23/05/2023
47	UNK10-1	S8		21.5234	0.0031	21.5234		23/05/2023
48	UNK10-2	S8		21.1378	0.0026	21.1378		23/05/2023
49	UNK10-AV	S8		21.3306	0.0028	21.3306	0.59	23/05/2023
50	UNK11-1	S9 5X		96.8161	0.1051	96.8161		23/05/2023
51	UNK11-2	S9 5X		96.4502	0.1047	96.4502		23/05/2023
52	UNK11-AV	S9 5X		96.6331	0.0149	96.6331	1.45	23/05/2023
53	UNK12-1	S10 5X		54.5581	0.0589	54.5581		23/05/2023
54	UNK12-2	S10 5X		55.0155	0.0594	55.0155		23/05/2023
55	UNK12-AV	S10 5X		54.8325	0.0592	54.8325	0.47	23/05/2023

E:\2023\elr1\Hg\23.05.2023.a

Pada hasil pengujian dari Atomic Absorption Spectroftometri (AAS), terdapat beberapa kode sampel. Untuk kode sampel (S) itu adalah sampel yang pada proses pengujian nya tidak dilakukan pengenceran. Pengenceran dilakukan ketika nilai absorben dari SSA melebihi atau tidak sesuai dengan kurva kalibrasi. Pada penelitian ini untuk kode sampel (S 5X) itu dilakukan pengenceran dengan pengenceran 5x. untuk pengolahan data dari sampel yang mengalami 5x pengenceran itu yaitu dengan mengkali 5 hasil keluaran dari AAS kemudian dikonversi ke ppm. Sedangkan untuk sampel yang tidak dilakukan pengenceran tidak dilakukan pengkalian sehingga hasil keluaran dari AAS langsung di konversi ke ppm yaitu dengan dibagi 1000. Untuk melihat pengolahan data tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

S (sampel yang tidak dilakukan pengenceran) Konversi dari ng/ml ke mg/kg (ppm)	S 5X (sampel yang dilakukan pengenceran 5x) Konversi dari ng/ml ke mg/kg (ppm)
S1: $18,5200 / 1000 = 0,018$ ppm	S2: $55,6557 \times 5 / 1000 = 0,27$ ppm
S5: $21,9957 / 1000 = 0,021$ ppm	S3: $42,5759 \times 5 / 1000 = 0,21$ ppm
S6: $20,4896 / 1000 = 0,020$ ppm	S4: $26,7520 \times 5 / 1000 = 0,021$ ppm
S7: $18,7862 / 1000 = 0,018$ ppm	S9: $96,6331 \times 5 / 1000 = 0,48$ ppm
S8: $21,3306 / 1000 = 0,021$ ppm	S10: $54,8325 \times 5 / 1000 = 0,27$ ppm

Keterangan: Data hasil konversi ke ppm tersebutlah yang kemudian ditulis sebagai konsentrasi merkuri pada daun tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) di daerah pengolahan bijih emas skala kecil desa sukamenang serta untuk pengolahan data BCF dan EDI.

Hg = merkuri (dari) ←

merkuri analyzer

**Sedimen – Bagian 2: Cara uji merkuri (Hg)
secara uap dingin (cold vapour)
dengan Mercury Analyzer**

Lampiran 7

Penghitungan nilai BCF (*Bioconcentrasi Factor*) dan EDI (*Estimated Daily Of Metals*).

1. Penghitungan Nilai *Bioconcentration Factors* (BCF)

$$S1 = \frac{0,018}{64,66}$$
$$= \mathbf{0,00027}$$

$$S2 = \frac{0,027}{48,88}$$
$$= \mathbf{0,00552}$$

$$S3 = \frac{0,21}{50,97}$$
$$= \mathbf{0,00412}$$

$$S4 = \frac{0,13}{61,22}$$
$$= \mathbf{0,00212}$$

$$S5 = \frac{0,021}{156,26}$$
$$= \mathbf{0,00013}$$

$$S6 = \frac{0,004}{138,46}$$
$$= \mathbf{0,00002}$$

$$S7 = \frac{0,002}{282,27}$$
$$= \mathbf{0,000007}$$

$$S8 = \frac{0,001}{281,93}$$
$$= \mathbf{0,000003}$$

$$S9 = \frac{0,48}{189,18}$$
$$= \mathbf{0,00214}$$

$$S10 = \frac{0,27}{189,18}$$
$$= \mathbf{0,00142}$$

2. Perhitungan Nilai *Estimated Daily Of Metals* (EDI)

$$S1 = \frac{(0,018 \times 0,0195)}{70 \times 0,001}$$
$$= \frac{0,000351}{0,07}$$
$$= \mathbf{0,005014}$$

$$S2 = \frac{(0,27 \times 0,0195)}{70 \times 0,001}$$
$$= \frac{0,005265}{0,07}$$
$$= \mathbf{0,075214}$$

$$S3 = \frac{(0,21 \times 0,0195)}{70 \times 0,001}$$
$$= \frac{0,004095}{0,07}$$
$$= \mathbf{0,0585}$$

$$S4 = \frac{(0,13 \times 0,0195)}{70 \times 0,001}$$
$$= \frac{0,002535}{0,07}$$
$$= \mathbf{0,036214}$$

$$\begin{aligned}
 S5 &= \frac{(0,021 \times 0,0195)}{70 \times 0,001} \\
 &= \frac{0,0004095}{0,07} \\
 &= \mathbf{0,00585}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S6 &= \frac{(0,020 \times 0,0195)}{70 \times 0,001} \\
 &= \frac{0,00039}{0,07} \\
 &= \mathbf{0,0055714}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S7 &= \frac{(0,018 \times 0,0195)}{70 \times 0,001} \\
 &= \frac{0,000351}{0,07} \\
 &= \mathbf{0,005014}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S8 &= \frac{(0,021 \times 0,0195)}{70 \times 0,001} \\
 &= \frac{0,0004095}{0,07} \\
 &= \mathbf{0,00585}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S9 &= \frac{(0,48 \times 0,0195)}{70 \times 0,001} \\
 &= \frac{0,00936}{0,07} \\
 &= \mathbf{0,133714}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S10 &= \frac{(0,27 \times 0,0195)}{70 \times 0,001} \\
 &= \frac{0,005265}{0,07} \\
 &= \mathbf{0,075214}
 \end{aligned}$$

Lampiran 8
Surat Izin Penelitian

	KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) RADEN FATAH PALEMBANG FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI Jl. Pangeran Ratu No. 475 Kel. Lima Ulu Kec. Jakabaring Palembang 30452 Telepon: (0711) 354668 Faksimile (0711) 356209 Website: www.saintek.radenfatah.ac.id													
Nomor	B- 514 /Un.09/PP.07/VIII.2/05/2023	Palembang, 04 Mei 2023												
Sifat	Penting													
Lampiran	-													
Perihal	Permohonan Izin Penelitian													
<p>Kepada Yth. Kepala UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Pertanian Provinsi Sumatera Selatan</p> <p>di Palembang</p> <p>Dalam rangka penyelesaian penulisan Karya Ilmiah berupa skripsi mahasiswa kami :</p> <table border="0"><tr><td>N a m a</td><td>: Febriansyah</td></tr><tr><td>NIM / Program Studi</td><td>: 2030801047 / Biologi</td></tr><tr><td>Alamat</td><td>: Perumahan OPI Jl. Merapi Blok AC 13 RT. 44 RW. 10 5 Ulu Kec. Seberang Ulu 1 Palembang</td></tr><tr><td>Judul</td><td>: Analisis Tingkat Biokonsentrasi Merkuri (Hg) Pada Tanaman Jeruk Nipis (<i>Citrus aurantifolia</i>) di Daerah Pengolahan Biji Emas Skala Kecil</td></tr><tr><td>Waktu Penelitian</td><td>: Mei s/d Juli 2023</td></tr><tr><td>Objek Penelitian</td><td>: Analisa kadar Merkuri (Hg)</td></tr></table> <p>Sehubungan dengan itu kami mengharapkan bantuan Bapak/Ibu untuk dapat memberikan izin kepada mahasiswa tersebut untuk melaksanakan penelitian di Instansi/Lembaga yang Bapak/Ibu pimpin, sehingga memperoleh data yang dibutuhkan.</p> <p>Demikianlah harapan kami dan atas segala bantuan serta perhatian Bapak/Ibu, kami haturkan terima kasih.</p> <p style="text-align: right;">Dekan,</p> <div style="text-align: center;"></div> <div style="text-align: center;"></div>			N a m a	: Febriansyah	NIM / Program Studi	: 2030801047 / Biologi	Alamat	: Perumahan OPI Jl. Merapi Blok AC 13 RT. 44 RW. 10 5 Ulu Kec. Seberang Ulu 1 Palembang	Judul	: Analisis Tingkat Biokonsentrasi Merkuri (Hg) Pada Tanaman Jeruk Nipis (<i>Citrus aurantifolia</i>) di Daerah Pengolahan Biji Emas Skala Kecil	Waktu Penelitian	: Mei s/d Juli 2023	Objek Penelitian	: Analisa kadar Merkuri (Hg)
N a m a	: Febriansyah													
NIM / Program Studi	: 2030801047 / Biologi													
Alamat	: Perumahan OPI Jl. Merapi Blok AC 13 RT. 44 RW. 10 5 Ulu Kec. Seberang Ulu 1 Palembang													
Judul	: Analisis Tingkat Biokonsentrasi Merkuri (Hg) Pada Tanaman Jeruk Nipis (<i>Citrus aurantifolia</i>) di Daerah Pengolahan Biji Emas Skala Kecil													
Waktu Penelitian	: Mei s/d Juli 2023													
Objek Penelitian	: Analisa kadar Merkuri (Hg)													

Lampiran 9

Surat Permohonan Pengujian Ke UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Pertanahan dan Surat Selesai Penelitian

Form. No. 31.3/000/11/2018 Rev.1

DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN PERTANAHAN
UPTD. LABORATORIUM LINGKUNGAN
 Registrasi Kompetensi Laboratorium Lingkungan
 No : 0031/LPJ/LABLING-1/LRK/KLH

KAN
 Komite Akreditasi Nasional
 Laboratorium Perijinan
 LP 231-IDN

Jalan Aerobik No.4 Kampus POM IX Palembang 30127 Telp/Fax.(0711) 389974 e-mail : lab_ling_sumsel@yahoo.com

Surat Permohonan Pengujian Contoh
SPPC/INVOICE (Tagihan)

22 MAY 2023

No. SPPC : 660/12/SPPC-ALCV/2023
 TGL. Order : 22/05/2023 Jam: 09:00
 TGL. Sample : 22/05/2023
 TGL. Hasil : 05/06/2023
 Nama Pelanggan : FEBRIANSYAH
 Jumlah Sample :
 Absoransi Sample : -

Alamat Pelanggan : PALEMBANG
 Nama Perusahaan : FSAINS&T UIN / FEBRIANSYAH
 Alamat Perusahaan : PALEMBANG
 Jenis Usaha : PENELITIAN
 Atas Nama : FEBRIANSYAH

Total Diskon : 0 %
 Jumlah Yang Dibayar : 750,000

Tarif Pemakaian Kekayaan Daerah					
No.	NAMA PERALATAN	PERIODE	BIAYA	QTY	TOTAL
1	Spektrofotometer Serapan Atom	sd 2 Minggu	750,000	1	750,000
Total Biaya					750,000

Catatan :

Total Seluruh Rp.	750,000
Diskon : 0 X Total Seluruh Rp.	0
Potongan Rp.	0
Total Bayar Rp.	750,000
Uang Muka Rp.	0
Sisa Bayar Rp.	750,000
Kurang Bayar Rp.	0

Mengetujui & Menyetujui
 Kepala UPTD Labling

Pelanggan/Pemohon
 (Febriansyah)

Penerima Contoh
 (Rafiq)

Customer yang terhormat

- Untuk pengambilan dan Hasil Uji (SHU), harus menunjukkan surat SPPC / INVOICE, atau surat lainnya dan membawa bukti pembayaran asli
- Pembayaran dapat dilakukan melalui Transfer ke BLUD pada Bank Sumsel Babel Nomor Rekening : 174.301.3001 an. UPTD Laboratorium Lingkungan Sumsel dan mencantumkan pada berita : SPPC (No. 660/...../SPPC-...../...../20...) Nama Perusahaan
- Pembayaran melalui transfer dianggap sudah terlaksana apabila bendahara penerima telah mendapatkan bukti transfernya
- Bukti Transfer di email : lab_ling_sumsel@yahoo.com / labling_penerimaan@yahoo.com
- Apabila pembayaran ini tidak dikasai maka pengujian berikutnya tidak kami layani
- Seluruh biaya transaksi dibebankan kepada pelanggan



SURAT KETERANGAN

Nomor : /DLHP/UPTD.Lab/2023

Yang bertanda Tangan di bawah ini:

Nama : Indera Permana Aditya, S.Farm., Apt. MM.
NIP : 198202212009041002
Jabatan : Kepala UPTD. Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup dan
Pertanahan Provinsi Sumatera Selatan

Dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : Febriansyah
NIM : 2030801047
Program Studi : Biologi
Universitas : Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang

Telah selesai melaksanakan kegiatan Penelitian di UPTD. Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup dan Pertanahan Provinsi Sumatera Selatan dari tanggal **25 Mei 2023 sampai dengan tanggal 6 Juni 2023**.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 6 Juni 2021

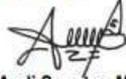
UPTD. Laboratorium Lingkungan
Dinas Lingkungan Hidup dan Pertanahan
Propinsi Sumatera Selatan,

Indera Permana Aditya, S.Farm., Apt., MM
Pembina
NIP. 198202212009041002

Lampiran 10

Hasil Turnitin (Cek Plagiatisme)

Hasil ini sesuai dengan sebenarnya. Syarat Ujian
Seminar Proposal Terpenuhi.
Palembang, 15 Maret 2023
Pemeriksa



Andi Saputra, M.Bmd



Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 10%

Date: Rabu, Maret 15, 2023

Statistics: 634 words Plagiarized / 6473 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Febriansyah, lahir di Ulak Balam, 24 Febriansyah 2000, anak kedua dari pasangan ayahanda Kartubi dan Ibunda Asiah. Pendidikan pertama penulis dimulai di SD Negeri 02 Ulak Balam pada tahun 2006-2012, dilanjutkan dengan Pendidikan Sekolah Menengah Pertama di MTs Negeri 1 Tanjung Lubuk pada tahun 2012-2015, kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 1 Tanjung Lubuk pada tahun 2015-2018. Pada tahun 2020 penulis melanjutkan Pendidikan Strata 1 Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi di Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Fatah Palembang dan diselesaikan pada tahun 2023.