

**PENYISIHAN MERKURI (Hg) DARI TANAH TERCEMAR LIMBAH
TAILING DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN
AKAR WANGI (*Vetiveria Zizanioides* L)
(Studi Kasus Tanah Tailing PETI dari Kecamatan Beutong, Kabupaten
Nagan Raya)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-
Raniry Banda Aceh Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam ilmu
Teknik Lingkungan

Diajukan Oleh:

Hartila Bayani

NIM. 170702003

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda aceh



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
2022 M/ 1443 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENYISIHAN MERKURI (Hg) DARI TANAH TERCEMAR LIMBAH
TAILING DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN
AKAR WANGI (*Vetiveria Zizanioides* L)
(Studi Kasus Tanah Tailing PETI dari Kecamatan Beutong, Kabupaten
Nagan Raya)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam ilmu Teknik Lingkungan

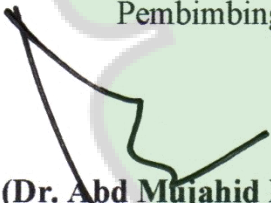
Diajukan Oleh:
Hartila Bayani
NIM. 170702003

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Banda Aceh, 04 Januari 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I,

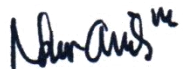

(Dr. Abd Mujaahid Hamdan, M.Sc.)
NIDN. 2013128901

Pembimbing II,


(Muslich Hidayat, M.Si.)
NIDN.2002037902

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry


(Dr. Eng. Nur Aida, M.Si)
NIDN. 2016067801

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHR

PENYISIHAN MERKURI (Hg) DARI TANAH TERCEMAR LIMBAH TAILING DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN AKAR WANGI (*Vetiveria Zizanioides* L)

(Studi Kasus Tanah Tailing PETI dari Kecamatan Beutong, Kabupaten Nagan
Raya)

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal : Selasa, 11 Januari 2022
5 Jumadil Awal 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,


Dr. Abd. Mulahid Hamdan, M.Sc.

NIDN. 2013128901

Penguji I,


Muslich Hidayat, M. Si.

NIDN. 2002037902

Penguji II,

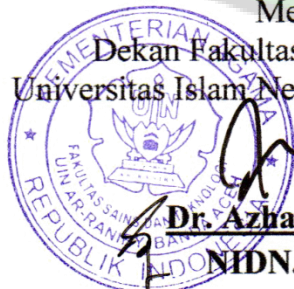

Ilham zulfahmi, M.Si.

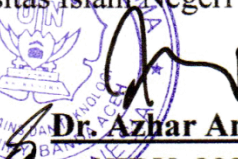
NIDN. 1316078801


Dr. Irhamni, M.T

NIDN. 0102107101

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh




Dr. Azhar Amsal, M. Pd.

NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hartila Bayani
NIM : 170702003
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Penyisihan Merkuri (Hg) dari Tanah Tercemar Limbah Tailing dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria Zizanioides* L) (Studi Kasus Tanah Tailing Peti dari Kecamatan Beutong, Kabupaten Nagan Raya)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 6 Januari 2022

Yang menyatakan,



Hartila Bayani

NIM. 170702003

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT, Dia-lah yang telah menganugerahkan al-Qur'an sebagai Hudan Lin Naas (petunjuk bagi seluruh manusia) dan Rahmatan Lil'alamin (Rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang Maha Mengetahui makna dan maksud kandungan al-Qur'an.

Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat melaksanakan penulisan tugas akhir. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat memenuhi kurikulum di Teknik Lingkungan UIN Ar-raniry Banda Aceh. Selama persiapan dan pelaksanaan penelitian ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan untaian doa nya selama ini.
2. Dr. Azhar Amsal, S.Pd., M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Penasehat Akademik yang telah banyak memberi arahan dan dukungan selama masa perkuliahan.
5. Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah banyak membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Bapak Muslich Hidayat, M.Si. selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah banyak membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Bapak Ilham Zulfahmi, M.Si selaku dosen penguji 1 dalam sidang tugas akhir ini.
8. Ibu Dr. Irhamni, M.T, IPM selaku dosen penguji 2 dalam sidang tugas akhir ini.

9. Ibu Idariani dan Nurul Huda, S. Pd., yang telah membantu dalam proses adminitrasi dan penelitian.
10. Seluruh dosen Program Studi Teknik Lingkungan yang telah mengajarkan banyak ilmu.
11. Teman-teman seperjuangan yang telah banyak membantu penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT, berkenan membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah membantu. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak dalam meremediasi tanah dari kontaminasi merkuri (Hg) di Pertambangan Nagan Raya.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan tugas akhir ini.

Banda Aceh, 06 Januari 2022

Penulis,

A R - R A N I Hartila Bayani

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN.....	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Konsep Pertambangan.....	6
2.1.1 Pengertian Pertambangan.....	6
2.1.2 Wilayah Pertambangan.....	6
2.1.3 Izin Usaha Pertambangan.....	7
2.1.4 Pertambangan Ilegal.....	8
2.2 Konsep Merkuri (Hg).....	10
2.2.1 Definisi Merkuri (Hg)	10
2.2.2 Sumber Merkuri	11
2.2.3 Toksisitas Merkuri.....	11
2.3 Fitoremediasi.....	12
2.3.1 Pengertian Fitoremediasi.....	12
2.3.2 Metode Fitoremediasi.....	13
2.3.3 Mekanisme Hiperakumulasi.....	14
2.4 Tanaman Akar Wangi (Vetiveria Zizanioides L)	14
2.4.1 Pengertian Tanaman Akar Wangi (Vetiveria Zizanioides L)	14
2.4.3 Spesies Tanaman Akar wangi (Vetiveria zizanioides L)	16
2.4.4 Studi Pendahuluan.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tahapan umum.....	19
3.2 Pengambilan Sampel Tanah.....	21
3.3 Alat dan Bahan.....	24
3.4 Prosedur Penelitian	24
3.4.1 Tahapan penanaman Akar Wangi	24

3.4.2	Uji Toleransi.....	26
3.5	Eksperimen Fitoremediasi.....	26
3.5.1	Pengambilan Sampel Batang dan Akar Tanaman	27
3.6	Analisis kadar Merkuri.....	27
3.7	Analisis Pengujian dan pengukuran Parameter Merkuri (Hg)	28
3.8	Teknik Analisis Data.....	30
3.8.1	Analisis Regresi Linear Sederhana.....	30
3.8.2	Persamaan Regresi Linear Sederhana	30
3.8.3	Langkah- Langkah Analisis Dan Uji Regresi Sederhana	31
3.8.4	Analisis Faktor Translokasi.....	31
3.8.5	Biokonsentrasi faktor (BCF)	31
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Hasil Eksperimen	32
4.1.1	Penyerapan akar tanaman akar wangi pada tanah terkontaminasi merkuri (Hg).....	33
4.1.2	Penyerapan batang tanaman Akar Wangi pada tanah terkontaminasi Merkuri (Hg).....	34
4.1.3	Pertumbuhan daun dan tinggi batang pada tanaman Akar Wangi	36
4.1.4	Keseluruhan Merkuri yang diserap oleh tanaman Akar Wangi dalam 21 hari.	38
4.1.5	Pengamatan Tumbuhan Akar Wangi sampel A dan B	38
4.2	Pembahasan.....	40
4.2.1	Efektivitas Tanaman Akar Wangi mampu menyerap Merkuri (Hg) pada Tanah tercemar limbah Tailing ...	40
4.2.2	Efektivitas Akar tanaman Akar Wangi terhadap penyerapan Merkuri (Hg) pada tanah limbah Tailing	41
4.2.3	Analisis penyerapan Hg pada tumbuhan Akar Wangi dengan Regresi Linear Sederhana	42
4.2.5	Faktor Translokasi (TF) pada tanaman Akar wangi 7,14 dan 21	45
4.2.6	Nilai Biokonsentrasi faktor (BCF)	46
BAB V	PENUTUP	47
5.1	Simpulan	47
5.2	Saran.....	47
	DAFTAR PUSTAKA	48
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Terdahulu Eksperimen Tanaman Akar wangi	17
Tabel 3.1	Titik Pengambilan Sampel.....	23
Tabel 3.2	Alat dan Bahan penelitian.....	24
Tabel 3.3	Desain eksperimen tanaman Akar Wangi	24
Tabel 3.4	Alat digunakan di Laboratorium	29
Tabel 4.1	Hasil Eksperimen Fitoremediasi tanaman Akar Wangi	33
Tabel 4.2	Nilai perhitungan Biokonsentrasi faktor (BCF)	44



DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Tanaman Akar wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i> L)	15
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2 Peta Lokasi Pertambangan	16
Gambar 3.3 Dokumen Lahan Pertambangan	21
Gambar 3.4 Dokumen Pengambilan Sampel Tanah	23
Gambar 3.5 Pengambilan Media Tanam, Memasuki media tanah ke polybag, Penimbangan Media Tanam, Penanaman Tanaman Akar Wangi, Penyiraman Tanaman Akar wangi, Pengukuran Tinggi Batang Tanaman.....	25
Gambar 4.1 Grafik sampel A dan B Pada tanaman Akar Wangi hari ke 7,14 dan 21	33
Gambar 4.2 Grafik sampel A dan B Pada Batang tanaman Akar Wangi hari ke 7,14 dan 21	34
Gambar 4.3 Grafik Perkembangan daun sampel A dan B Pada tanaman Akar Wangi hari ke 7,14 dan 2	35
Gambar 4.4 Grafik perkembangan tinggi sampel A dan B Pada tanaman Akar Wangi hari ke 7,14 dan 21	36
Gambar 4.5 Grafik Perkembangan Merkuri Sampel A Dan B Pada Tanaman Akar Wangi Hari Ke 7,14 Dan 21.....	37
Gambar 4.6 Pengamatan Tanaman Akar Wangi hari ke 7 sampai dengan 21	38
Gambar 4.7 Grafik nilai Faktor translokasi (TF) tanaman Akar Wangi.....	44

ABSTRAK

Nama : Hartila Bayani
NIM : 170702003
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Penyisihan Merkuri (Hg) dari Tanah Tercemar Limbah Tailing dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria Zizanioides* L) (Studi Kasus Tanah Tailing Peti dari Kecamatan Beutong, Kabupaten Nagan Raya.
Tanggal Sidang : 11 Januari 2022
Tebal Skripsi : 78 Lembar
Pembimbing I : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
Pembimbing II : Muslich Hidayat, M.Si.
Kata Kunci : Fitoremediasi, Merkuri (Hg), Akar Wangi

Limbah Merkuri pertambangan pertambangan emas tanpa izin (PETI) diserap oleh tanah, sehingga tanah tersebut mengandung Merkuri Hg. Hal ini akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Metode pengolahan limbah Hg dengan menggunakan metode fitoremediasi telah mampu untuk mengembangkan Hg yang terdapat didalam tanah. Namun fitoremediasi limbah Hg dari tanah tailing dengan menggunakan tanaman Akar Wangi (*Vetiveria Zizanioides* L) belum pernah dikaji. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Penyisihan Hg dari tanah terkontaminasi limbah tailing pertambangan emas tradisional untuk mengetahui pengaruh kadar Hg di dalam tanah terhadap pertumbuhan *Vetiveria Zizanioides* L. Tanaman *Vetiveria Zizanioides* L yang berada di tanah pada tanah yang sebelumnya tanah tersebut sudah ada logam berat Hg sebagai pencemar dengan variasi konsentrasi 1,8816 ppm dan 1,9113 ppm dan variasi pemanen 7,14,21 hari. Hasil penelitian menunjukkan *Vetiveria Zizanioides* L dapat mengakumulasi Hg pada bagian akar, tanah dan daun. Akumulasi Hg tertinggi pada bagian akar dari semua jenis variasi konsentrasi 1,8816 ppm dan 1,9113 ppm dengan nilai sebesar 1,52 µ/g, 1,52 µ/g dan 1,32 µ/g dan pada batang 1,254 µ/g, 0,6813 µ/g dan 0,59

μg sedangkan pada tanah 1,02 μg , 0,49 μg dan 0,04 μg . Dari data yang telah disajikan maka dapat dilihat bahwa dari sampel *Vetiveria Zizanioides* L mampu dan efektif dalam menurunkan kadar konsentrasi zat pencemar yang terdapat dalam tanah limbah tailing. Hasil uji regresi linear sederhana untuk pengolahan limbah Merkuri (Hg) didapatkan hasil bahwa adanya pengaruh waktu/hari terhadap penurunan kadar parameter uji. Hasil mengindikasikan penggunaan *Vetiveria Zizanioides* L berpotensi untuk digunakan dalam pengolahan tanah limbah tercemar Hg.



ABSTRAK

Name : Hartila Bayani
NIM : 170702003
Study Program : Teknik Lingkungan
Title : Removal of Mercury (Hg) from Tailings Polluted Soil with Phytoremediation Using Fragrant Roots (*Vetiveria Zizanioides* L) (Case Study of Peti Tailings Soil from Beutong District, Nagan Raya Regency)
Session Date : January 11, 2022
Thesis : 78 Sheets
Thickness :
Advisor I : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
Advisor II : Muslich Hidayat, M.Si.
Keywords : Phytoremediation, Mercury (Hg), Fragrant Root

Mercury waste from unlicensed gold mining (PETI) is absorbed by the soil, so the soil contains Mercury Hg. This will cause environmental pollution. The Hg waste treatment method using the phytoremediation method has been able to develop Hg contained in the soil. However, the phytoremediation of Hg waste from tailings soil by using Vetiveria Zizanioides L has never been studied. This study aims to determine the removal of Hg from soil contaminated with traditional gold mining tailings waste to determine the effect of Hg levels in the soil on the growth of Vetiveria Zizanioides L. Vetiveria Zizanioides L plants in the soil on soils that previously had heavy metal Hg as a pollutant. with variations in concentrations of 1.8816 ppm and 1.9113 ppm and variations of harvesters 7,14,21 days. The results showed that Vetiveria Zizanioides L could accumulate Hg in the roots, soil and leaves. The highest Hg accumulation in the roots of all types of concentration variations was 1.8816 ppm and 1.9113 ppm with values of 1.52 µg/g, 1.52 µg/g and 1.32 µg/g on stems 1.254 µg/g, 0, 6813 µg/g and 0.59 µg/g while on the soil 1.02 µg/g, 0.49 µg/g and 0.04 µg/g. From the data presented, it can be seen that from the sample Vetiveria Zizanioides L is able and

effective in reducing the concentration of pollutants in the tailings waste soil. The results of a simple linear regression test for Mercury (Hg) waste treatment showed that there was an effect of time/day on the decrease in the levels of the test parameters. The results indicate the use of Vetiveria Zizanioides L has the potential to be used in the treatment of Hg-contaminated soil.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nagan Raya adalah kabupaten yang berada di Provinsi Aceh yang secara astronomis terletak pada koordinat $03^{\circ}40'-04^{\circ}38'$ Lintang Utara dan $96^{\circ}11'-96^{\circ}48'$ Bujur Timur dengan luas daerah $3.544,9 \text{ km}^2$. Berdasarkan hasil data pada Kabupaten Nagan Raya tahun 2020, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Nagan Raya yang menyatakan bahwa lapangan usaha pertambangan dan penggalan masih banyak ditemukan, terutama pertambangan emas dan batubara (BPS, 2020).

Pertambangan adalah salah satu kegiatan penggalan, pembongkaran hingga pengangkutan endapan mineral yang tersedia pada suatu area didasari oleh berbagai tahap aktivitas dengan efektif dan ekonomis hingga memakai beberapa perlengkapan yang setara dengan perkembangan teknologi jaman sekarang (Saleng, 2016). Izin pertambangan rakyat, yang selanjutnya disebut IPR, adalah izin untuk melaksanakan usaha pertambangan dalam wilayah pertambangan rakyat dengan luas wilayah dan investasi terbatas. Berdasarkan UU Nomor 96 Tahun 2021 tentang pertambangan yaitu Izin usaha pertambangan khusus yang selanjutnya disebut IUP adalah izin untuk melaksanakan usaha pertambangan di wilayah izin usaha pertambangan khusus berdasarkan peraturan pemerintahan pada. Pertambangan emas di Nagan Raya merupakan salah satu pertambangan emas ilegal di Indonesia dikarenakan pertambangan tersebut tidak memiliki izin, Pertambangan ilegal ini dilakukan oleh masyarakat di sekitar Kecamatan Beutong dengan menggunakan alat sederhana dan sebagian dari masyarakat menggunakan alat berupa beko, mesin sedot dan mesin asbuk (Ramadi 2019).

Aktivitas pengolahan emas yang terdapat di Kecamatan Beutong, Nagan Raya masih dilakukan secara tradisional dengan menggunakan metode amalgamasi atau penggunaan (Hg) pada operasi pengolahan. Sumantri dkk.

(2014) menyatakan pada operasi tersebut dilakukannya amalgamasi pencucian dan pemerasan, limbah cair yang terdapat kandungan Merkuri (Hg) dari hasil aktivitasnya berpotensi tercecer di area pertambangan dan lingkungan sekitar, sehingga dapat mencemari udara dan tanah di sekitar kegiatan pertambangan. Selanjutnya, pada proses pertambangan ilegal dilakukan tahap pembakaran sehingga uap merkuri yang dikeluarkan pada aktivitas pertambangan bisa mencemari udara, lingkungan yang akan menyebabkan pengendapan di permukaan tanah sehingga terakumulasi pada ekosistem perairan. Menurut Sumantri dkk. (2014), dari hasil analisa lingkungan didapatkan pencemaran oleh Merkuri (Hg) yang diakibatkan dari aktivitas pertambangan emas tanpa izin (PETI), hal ini dibuktikan dengan adanya hasil analisa terhadap sedimen aktif di lokasi pertambangan emas tanpa izin (PETI) di daerah pongkar, yaitu Pasir Jawa yang telah mengalami pencemaran merkuri berkisar 6-18,5 ppm. Jika dibanding dengan baku mutu air sungai yang tercemar merkuri, pada air dan tanah terdapat konsentrasi yang melampaui baku mutu pada parameter merkuri sebesar 0,001 mg/L (ppm) berdasarkan keputusan Menteri Lingkungan Hidup No, 7 Tahun 2019.

Merkuri yang berada di lingkungan dapat masuk ke tubuh manusia melewati berbagai macam cara. Salah satunya yaitu kulit langsung bersentuhan dengan merkuri, menghirup uap merkuri, dan memakan ikan yang terkontaminasi merkuri. Sesuai dengan peraturan pemerintah UU nomor 11 Tahun 2017 tentang konversi minamata mengenai merkuri yaitu merkuri dan senyawa merkuri merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan hidup oleh karena bersifat toksik, persisten, biokumulasi dan dapat berpindah dari jarak jauh di atmosfer. Menurut Sumantri dkk. (2014), peristiwa keracunan merkuri (Hg) juga dapat menyebabkan gejala sakit kepala, susah menelan, penglihatan menjadi kabur, terjadinya penurunan pendengaran, terasa tebal di bagian telapak kaki serta tangan, mulut terasa tersumbat oleh logam, pembengkakan pada gusi, dan diare. Segala bentuk logam merkuri, seperti berbentuk gas bahkan berbentuk garam organik bersifat racun, apabila terpapar

dengan badan manusia dalam waktu yang lama atau sering akan mengakibatkan beberapa kerusakan permanen dalam otak, hati, ginjal, sistem saraf, dan dapat mengganggu pertumbuhan janin di dalam kandungan (Pratiwi dan Ariesyadi 2012).

Menurut Krisnayanti dkk (2016), kegiatan pertambangan emas tanpa izin (PETI) dapat menumbuhkan kapasitas ekonomi masyarakat lebih baik, namun dampaknya juga besar pada pekerja, seperti kondisi pekerja pertambangan emas tanpa izin (PETI) yang tidak terlatih dan keamanan yang seadanya, dapat menimbulkan kecelakaan kerja dan korban jiwa. Kegiatan pertambangan emas tanpa izin (PETI) bisa menyebabkan kerusakan serta pencemaran lingkungan di daerah sekitar aktivitas pertambangan yang telah kehilangan lapisan tanah. Prilia dkk. (2013) menjelaskan pada saat yang bersamaan pembuangan limbah pengolahan emas dan *Tailing* juga menyebabkan pencemaran lingkungan. Upaya penanggulangan tanah pasca tambang yang tercemar sangat sukar dikerjakan karena adanya muatan elektrik sangat rendah. Logam berat (Hg) tidak dapat didegradasi secara kimiawi dan biasanya memerlukan pekerjaan yang cukup mahal seperti vitrifikasi, pencucian ekstraksi-elektrokinetik, ternal desorpsi, proses kimia dan lainnya. Agar manajemen lahan bagus, pendekatan memakai agen hayati ditaksir cukup penting dikarenakan ramah lingkungan dan hemat secara dana, penggunaan tanaman yang disebut dengan fitoremediasi digunakan sebagai agen meremediasi logam berat yang telah digunakan sejak dulu dengan harapan bisa di remediasi pada lingkungan yang tercemar dengan tarif yang relatif ekonomis (Ali dkk, 2013).

Fitoremediasi adalah memakai tumbuhan agar menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, hingga menghancurkan polutan, termasuk senyawa organik dan anorganik. Maka dari itu, inti dari proses fitoremediasi logam berat pada tanah yang tercemar adalah mengoptimalkan praktek pengelolaan tanah dan hara untuk mengembangkan ketersediaan logam berat pada tanaman (Purakayastha dkk, 2010). Namun, sebagian besar penelitian fitoremediasi terbatas pada penggunaan tanaman yang dapat dimakan sebagai hiperakumulator.

Menurut Zhang dkk. (2013), fitoremediasi membutuhkan tanaman, tidak semua tanaman bisa dipakai, karena tidak semua tanaman bermetabolisme, menguap dan mengakumulasi seluruh kontaminasi dengan teknik yang serupa. Identifikasi tanaman yang dapat dipakai untuk penelitian fitoremediasi yaitu tanaman dengan ciri-ciri sebagai berikut: pertumbuhan cepat, dapat mengkonsumsi banyak air dalam waktu singkat, dapat memperbaiki lebih dari satu kontamina dan terdapat toleran yang tinggi dengan kontaminan (Morel dkk, 2006).

Salah satu tanaman yang dapat dipakai dalam fitoremediasi tanah tercemar logam berat adalah Tanaman Akar wangi (*Vetiveria Zizanioides* L) yang mempunyai sifat hiperakumulator sehingga tanaman akar wangi efektif menyerap logam berat Cu dan Pb. Di Indonesia, tumbuhan akar wangi adalah suatu tumbuhan hiperakumulator logam berat yang mempunyai sifat daya serap atau akumulasi yang tinggi kepada logam berat di jaringan tumbuhan dan memiliki sifat yang khusus diantaranya, tidak diperlukan syarat tumbuh khusus, juga bisa berkembang dengan baik dalam media tanah yang tidak baik sekalipun, dan mempunyai sistem perakarannya masif (Aini dkk. 2010). Berdasarkan latar belakang permasalahan diatas, penulis tertarik untuk meneliti lebih lanjut sehingga dilakukan penelitian dengan judul Penyisihan tanah yang telah mengandung merkuri (Hg) dengan memanfaatkan tanaman akar wangi (*Vetiveria Zizanioides* L) sebagai agen yang menjadi fitoremediator di sekitar lokasi pertambangan tradisional Nagan Raya”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

- a. Bagaimana pengaruh variasi waktu kontak penyisihan tanaman Akar Wangi dalam meremediasi tanah tercemar Merkuri (Hg)?
- b. Bagaimana kemampuan tanaman akar wangi dalam meremediasi tanah tercemar merkuri (Hg) berdasarkan Analisis Regresi Linear Sederhana, faktor translokasi (TF) dan Biokonsentrasi Faktor (BCF)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui pengaruh variasi waktu kontak penyisihan tanaman Akar Wangi dalam meremediasi tanah tercemar Merkuri (Hg).
- b. Mengetahui kemampuan tanaman akar wangi dalam meremediasi tanah tercemar merkuri berdasarkan Analisis Regresi Linear Sederhana, Faktor Translokasi (TF) dan Biokonsentrasi Faktor (BCF).

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan dalam pembuatan kebijakan untuk menjaga area pertambangan tradisional dari kontaminasi logam dan acuan dalam melakukan fitoremediasi merkuri (Hg) dengan menggunakan tanaman akar wangi (*Vetiveria Zizanioides* L) sehingga dapat mengurangi kandungan merkuri dalam tanah hasil pertambangan emas.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada kajian daya dalam fitoremediasi tanaman akar wangi terhadap kandungan merkuri (Hg) yang terdapat pada sampel tanah pertambangan emas. Dalam penelitian ini cakupan batasan masalah yaitu :

- a. Pengujian kadar merkuri hanya dilakukan pada biomassa tanaman antara lain batang, akar dan tanah.
- b. Pengujian merkuri pada batang dan akar tanaman dilakukan dalam usia remediasi selama 7,14, dan 21 hari.
- c. Pengamatan pada tumbuhan dilakukan dari melihat perkembangan daun, warna daun dan tinggi batang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Pertambangan

2.1.1. Pengertian Pertambangan

Menurut UU no. 4 Tahun 2009 tentang pertambangan mineral dan batubara, sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang mencakup penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, hingga kegiatan pasca tambang disebut pertambangan. UU No. 4 Tahun 2009 juga menyebutkan bahwa penambangan, merupakan bagian kegiatan usaha penambangan untuk memproduksi mineral atau batubara dan mineral ikutannya.

Danny (2006) dan Hardi dan Mussadun (2016) menjelaskan bahwa, seluruh perusahaan tambang yang beroperasi perlu menguasai kawasan atau area pertambangan dan sekitar lokasi, karena aktivitas tersebut dipandang dapat membuat kerusakan pada lingkungan hingga mengganggu ekosistem. Pengendalian pemanfaatan ruang sektor pertambangan, berdasarkan UU no. 26 Tahun 2007 tentang penataan ruang menyatakan bahwa pemanfaatan ruang untuk kegiatan pertambangan berpedoman pada rencana tata ruang yang telah ditetapkan.

2.1.2. Wilayah Pertambangan

Tunduk pada pembatasan administratif, pemerintah adalah bagian dari rencana tata ruang nasional. Maksudnya, wilayah pertambangan tanpa dibatasi oleh batas-batas administrasi pemerintah dikarenakan wilayah pertambangan bukan termasuk dalam wilayah administrasi pemerintahan (provinsi, kabupaten/kota), maka perlunya pemantauan langsung dan kerja sama dengan pemerintah daerah, jika pertambangan mengalami di lintas batas pemerintahan daerah. Pasal 13 Undang-undang nomor 4 Tahun 2009 tentang pertambangan mineral dan batubara membagi bentuk wilayah pertambangan ke dalam 3 (tiga)

bagian yang terdiri atas Wilayah Usaha Pertambangan (WUP), Wilayah Pertambangan Rakyat (WPR), dan Wilayah Pencadangan Negara (WPN).

2.1.3. Izin Usaha Pertambangan

IUP merupakan Izin Usaha Pertambangan bersumber dari bahasa Inggris, yaitu *mining permit* (Salim, 2012). Definisi IUP menurut Pasal 1 angka 7 UU nomor 4 Tahun 2009 adalah izin untuk melaksanakan usaha pertambangan. Tetapi terdapat UU nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintah Daerah, yang berwenang memberikan izin usaha pertambangan adalah Pemerintah Provinsi sesuai dengan kewenangan yang dimilikinya. Prinsip pemberian IUP telah disusun pada Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 merupakan salah satu IUP hanya diperbolehkan untuk satu jenis tambang. IUP diserahkan hanya satu jenis mineral atau batubara. IUP tidak diperbolehkan lebih dari satu jenis tambang yang diserahkan (Gatot, 2012). IUP terbagi menjadi dua bagian yaitu IUP Eksplorasi dan IUP Operasi Produksi, yang penerbitan izinnya dilakukan secara bertahap.

a. IUP Eksplorasi

IUP Eksplorasi adalah pemberi perizinan tingkat pertama, dan aktivitasnya mencakup penyelidikan umum, eksplorasi dan studi kelayakan. Peran IUP Eksplorasi dibedakan atas keperluan dari jenis pertambangan mineral logam dan mineral bukan logam. Pada pertambangan mineral logam IUP Eksplorasinya bisa diizinkan selambat-lambatnya 8 (delapan) tahun. Adapun IUP Eksplorasi dalam pertambangan mineral bukan logam diizinkan selambat-lambatnya 3 (tiga) tahun.

b. IUP Operasi Produksi

IUP Operasi Produksi merupakan pemberi izin sesuai IUP Eksplorasi dilahirkan dan aktivitasnya mencakup aktivitas konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, hingga pengangkutan dan penjualan. Dalam UU setiap pemegang IUP Eksplorasi mendapatkan IUP Operasi Produksi dikarenakan menjadi kelanjutan aktivitas usaha pertambangannya. IUP Operasi Produksi diserahkan kepada perusahaan bersifat perseroan terbatas, koperasi, atau perseorangan atas hasil pelelangan WIUP mineral logam atau

batubara yang sudah ada data hasil kajian studi kelayakan. IUP Operasi Produksi untuk pertambangan mineral logam diizinkan dalam waktu selambat-lambatnya 20 tahun dan selama 10 tahun selanjutnya bisa diperpanjang sebanyak dua kali.

2.1.4. Pertambangan Ilegal

Pertambangan ilegal atau pertambangan tidak berizin merupakan usaha pertambangan yang dikerjakan oleh perseorangan, sekelompok orang, atau perusahaan yayasan berbadan hukum yang beroperasi pemerintah di luar ketentuan peraturan perundang-undangan yang sudah ditetapkan. Maka dari itu, izin, rekomendasi, ataupun segala bentuk yang diserahkan kepada perseorangan, sekelompok orang, perusahaan atau yayasan oleh instansi pemerintah di luar ketentuan peraturan perundang-undangan yang diberlakukan, sehingga dikategorikan menjadi pertambangan tanpa adanya izin ataupun pertambangan ilegal, (Dyah, 2014). Pertambangan ilegal ataupun penggalian ilegal biasanya dikerjakan oleh masyarakat dengan kelengkapan yang seadanya, tidak memiliki izin, tidak memiliki wawasan, lingkungan dan keselamatan hingga keterlibatan pemberi modal dan pedagang, pada persoalan tertentu adanya pertambangan ilegal yang dikerjakan oleh perusahaan.

a. Pelaku pertambangan ilegal adalah:

- Masyarakat, yaitu memiliki peran menjadi penambang, pemodal, bahkan pedagang (keterlibatannya dengan aparat dan pemerintah) baik yang berasal dari lokal maupun masyarakat pendatang.
- Perusahaan, yaitu terdiri dari perusahaan yang mempunyai izin dan perusahaan tidak mempunyai izin.

b. Lokasi pertambangan ilegal:

- Pada wilayah konsesi perusahaan, timbulnya permasalahan pada perusahaan, kurangnya faktor keselamatan penambang dan pencemaran mengancam pemukiman.
- Pada wilayah hutan dan hutan lindung, timbulnya permasalahan pada pemda atau kehutanan dan pencemaran lingkungan hutan.

c. Alasan pertambangan ilegal terus berlangsung adalah:

- Masyarakat yang memburu mata pencaharian, maka usaha pemerintah berhadapan dengan masyarakat adalah tidak ada untungnya.
- Kekurang mampuan pemerintah sekitar dalam ketersediaan lapangan kerja lainnya.
- Masyarakat penambang adalah komoditas politik yang potensial dalam mendukung tujuan politik, terutama pada pemilu/kada
- Kurang kecocokan interaksi antara pemda dan pempus saat izin pertambangan yang berupa kk.
- Kawasan yang sangat bermanfaat keuntungannya bagi seorang aparat dan pejabat agar dapat keuntungan yang besar dalam durasi ringkas.
- Peraturan yang mengatur mengenai aktivitas masyarakat yang menambang belum *implementable*
- Ketentuan sektor yang parsial atau tidak holistik
- Memberikan manfaat yang didapat oleh masyarakat dan menganggap jika masyarakat memiliki hak dalam perolehan keuntungan dari SDA di wilayahnya.

d. Manfaat dan Kerugian Pertambangan Ilegal

- Manfaatnya: peningkatan perekonomian bagi masyarakat, terdapat banyaknya lapangan pekerjaan dan keuangan daerah bergerak lebih cepat.
- Kerugiannya: pemerintah tidak mendapatkan penghasilan, rusaknya lingkungan, sumber daya tambang menjadi boros, resiko kecelakaan tambang tinggi, perubahan budaya masyarakat dari produktif menjadi konsumtif, rawan terjadi persoalan di antara masyarakat lokal dengan pendatang serta terjadi ajang oknum yang mencari keuntungan.

e. Kondisi Masyarakat Penambang Ilegal

- Biasanya tidak ada izin (permasalahan dengan berbagai pihak)
- Bersifat spekulatif, tidak aman, tidak sehat (merusak lingkungan)

- Tidak hemat keuangan, perekonomian yang lemah (objek pemanfaatan, pemberi modal dan oknum aparat)
- Tidak memiliki kelembagaan (tidak terlindungi)
- Teknologi tidak efektif, boros sdt, tidak mendapatkan untung yang cukup dan terancam akan limbah.

2.2. Konsep Merkuri (Hg)

2.2.1. Definisi Merkuri (Hg)

Nama merkuri yang umum diketahui yaitu air raksa, dan simbol kimianya adalah Hg (*Hydrargyrum*) yang artinya “perak cair” (*liquid silver*). Merkuri merupakan logam yang sangat berat, cair dalam suhu ruangan dan memiliki warna putih keperakan, memiliki konduktivitas listrik yang baik, namun disisi lain, konduktivitas termalnya buruk. Merkuri beku dalam suhu $-38,9^{\circ}\text{C}$ dan mendidih dalam suhu 357°C . Merkuri merupakan unsur kimia yang sangat beracun (toksik) yang bisa bercampur dengan enzim dalam tubuh manusia, maka mengakibatkan enzim kehilangan kemampuannya sebagai katalisator fungsi-fungsi penting tubuh (Mirdat dkk, 2013). Merkuri merupakan sebuah *trace elemen* yang berbentuk cair dalam suhu ruangan dan konduktivitasnya tinggi. Merkuri umumnya dipakai pada aktivitas industri maupun laboratorium karena beberapa karakter tersebut (Putranto, 2011).

Kristian dan Retno (2010) menjelaskan, merkuri di antara semua logam, ia memiliki keterkaitan logam paling lemah dan satu-satunya logam dalam fase cair pada suhu ruangan. Tekanan uap yang tinggi dalam suhu ruang dikarenakan ikatan logam yang lemah yang sangat berbahaya karena merkuri merupakan racun dan dapat menyebabkan kematian jika terhirup oleh organisme. Logam merkuri condong menguap dalam suhu kamar. Disebabkan oleh sifat kimia dan fisika, Merkuri telah dipakai dalam campuran obat. Sekarang merkuri umumnya dipakai pada industri, antara lain pengerjaan amalgam, perhiasan, instrumen, fungisida dan industri lainnya Said (2017).

2.2.2. Sumber Merkuri

Merkuri secara alami didapatkan dari gas vulkanik dan uap air laut. Dan juga merkuri dapat ditemukan pada industri pengecoran logam ataupun seluruh industri yang memakai merkuri dari bahan baku atau bahan tambahan yang merupakan sumber pencemaran merkuri. Aktivitas lain yang menyebabkan pencemaran merkuri yaitu praktek dokter gigi dengan memakai amalgam menjadi dasar penambal gigi. Adapun bahan bakar fosil salah satu sumber Hg. Pada lingkungan merkuri bisa didapatkan dengan bermacam bentuk, antara lain bentuk elemen merkuri (Hg_0), merkuri monovalen (HgI), dan bivalen ($HgII$), (Putranto, 2011). Secara alamiah ada dua jenis Hg yang ditemukan antara lain Hg organik dan Hg anorganik. Tetapi Hg anorganik bisa saja berubah jadi organik adapun sebaliknya Hg organik pula bisa berubah menjadi Hg anorganik, yang diakibatkan karena adanya hubungan mikroba pada alam. Genus *Pseudomonas* dan *Neurospora* merupakan mikroba yang dapat mengubahnya. *Staphylococcus aureus* bisa mereduksi Hg^{2+} menjadi Hg elemental Said (2017).

2.2.3. Toksisitas Merkuri

Dalam studi epidemiologi, didapatkan *methylmercury* dan *ethylmercury* yang kemungkinan efek merkuri (Hg), (Putranto, 2011). Merkuri bisa saja menumpuk di hati, ginjal, limpa atau tulang, dikarenakan merkuri bersifat racun sistemik. Merkuri bisa diangkat dari badan manusia, yang dikeluarkan lewat urin, tinja, keringat, air liur dan susu. Keracunan merkuri dapat menyebabkan gejala gangguan sistem saraf pusat (SSP) yang diantaranya gangguan kepribadian dan bergetar, kejang-kejang, demensia, insomnia, hilang kepercayaan diri, iritasi, nyeri saat memamah, radang gusi, dan histeria. Namun merkuri anorganik umumnya mengakibatkan ginjal rusak dan kecacatan lahir, (Said, 2017).

Rochyatun dan Rozak (2007) juga menyebutkan faktor lingkungan yang mempengaruhi ketoksikan logam yaitu pH, kekerasan, suhu dan salinitas. Akibat dari turunnya pH badan air mengakibatkan logam berat menjadi lebih beracun. Tingginya kesadaran akan berpengaruh pada toksisitas logam berat. Logam berat pada air dengan kesadahan tinggi dapat membentuk senyawa kompleks dan terjadi

endapan pada dasar air. Makhluk hidup membutuhkan sejumlah kecil logam berat, tetapi biasanya logam berat yang toksik bagi makhluk hidup. Logam-logam ini didistribusikan ke berbagai komponen tubuh manusia dengan macam-macam media udara, makanan atau air yang tercampur logam berat, dan ada yang terakumulasi. Apabila situasi ini berlanjut, dengan waktu yang panjang, maka kesehatan manusia akan terancam berbahaya. Adapun banyaknya logam berat pada sumber kebutuhan keseharian dan tanpa disadari dapat mengakibatkan tercemarnya lingkungan, jika melebihi batas yang diperbolehkan, maka dapat membahayakan bagi kehidupan (Suprianto dkk., 2007). Saluran pencernaan dan kulit merupakan jalur masuknya merkuri ke badan manusia. Dampak yang didapat apabila uap merkuri terhirup sangatlah membahayakan bagi tubuh walaupun jumlahnya sekecil apapun itu, karena merkuri terdapat sifat toksisitas tinggi dan volatil. Sifat beracunnya merkuri itu komutatif, maka apabila terhirup dalam waktu lama dapat berbahaya walaupun jumlahnya kecil yang menyerap pada tubuh. Adapun penyakit yang diakibatkan oleh senyawa merkuri antara lain rambut dan gigi rusak, hilangnya daya ingat dan gangguan sistem saraf (Mirdat dkk., 2013).

2.3. Fitoremediasi

2.3.1. Pengertian Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah salah satu teknologi alternatif yang bisa membasmi pencemaran logam pada lingkungan dengan menggunakan fungsi tanaman dalam menyerap dan pengakumulasian logam berat (Subroto, 1996). Fitoremediasi diartikan menjadi instrumen serap kontaminan dimediasi dengan tanaman seperti pokok kayu, belukar, dan tumbuhan air. Pencucian dapat dimaksud dengan penghancuran, inaktivasi atau imobilisasi kontaminan menjadi *non-toxic* (Chaney dkk., 1995).

Corseuil dan Moreno (2000) menjelaskan, metode tanaman saat melawan faktor pencemar beracun adalah :

1. Penghindaran (*escape*) fisiologis. Jika dampak pada tumbuhan bersifat musiman, tanaman bisa menyempurnakan pola hidup disaat musim yang sesuai.
2. Eksklusi tumbuhan bisa mengenali ion yang beracun dan toksik yang diserap dapat dicegah maka tidak beracun.
3. Penanggulangan (*ameliorasi*) tanaman yang menyerap ion-ion ini, namun efeknya terminimalisir. Jenis termasuk mengembangkan sistem metabolit, pengenceran, lokalisasi ataupun ekskresi.
4. Toleransi sistem metabolit berkembang di tanaman bila terdapat konsentrasi toksik dengan bantuan enzim.

Kelebihan dari tumbuhan yang alami, antara lain (i) Sebagian famili tumbuhan toleran dan hiperakumulator dengan logam berat, (ii) Berbagai tanaman bisa mengurai polutan, (iii) Dibandingkan dengan mikroorganisme, pelepasan tanaman rekayasa genetika ke lingkungan relatif lebih terkendali, (iv) Tanaman terdapat nilai estetika, (v) Sistem akar dapat mencapai 100 x 106 kilometer, dan sistem akar yang tumbuh dapat mengeluarkan energi, yang bisa digunakan pada operasi detoksifikasi polutan, (vi) Asosiasi tanaman dengan mikroorganisme dapat menghasilkan mutu lebih pada perbaikan kesuburan tanah (Feller, 2000).

2.3.2. Metode Fitoremediasi

Metode fitoremediasi telah dipakai secara komersial, namun hanya pada tahap penelitian, yaitu metode yang didasarkan pada kemampuan mengakumulasi polutan (*phytoextraction*) atau kemampuan penyerapan dan menguapkan air yang berasal dalam tanah (*creation of hydraulic barriers*). Kemampuan akar untuk penyerapan polutan pada jaringan (*phytotransformation*) dipakai saat metode fitoremediasi. Fitoremediasi didasari pada keahlian tanaman untuk merangsang mikroorganisme terkait akar (*phytostimulation*) untuk melakukan aktivitas biodegradasi, serta mobilisasi polutan pada tanah melalui eksudat akar (*phytostabilization*), dan kemampuan tanaman untuk menyerap sejumlah besar logam dari tanah, dan murah dipakai sebagai memperbaiki tanah yang rusak (*phytomining*) (Chaney dkk., 1995).

2.3.3. Mekanisme Hiperakumulasi

Pada dasarnya proses metode biologis hiperakumulasi unsur logam sebagai berikut: (i) Interaksi rizosfer, dimana reaksi akar tumbuhan dan media tanam (tanah dan air). Pada tanaman hiperakumulator terdapat daya yang dapat mencairkan unsur logam di rizosfer dan kemampuan serap logam dari bagian tanah yang tidak bereaksi sampai jadi penyerapan logam oleh tanaman hiperakumulator melewati tanaman normal (McGrath dkk., 1997), (ii) Akar tumbuhan hiperakumulator dibanding tumbuhan pada umumnya memiliki daya serap logamnya lebih cepat, dibuktikan dengan terdapat konsentrasi logam yang tinggi dalam akar (Lasat dkk., 1996). Daya selektif yang kuat dimiliki oleh akar tumbuhan hiperakumulator pada unsur logam tertentu (Gabbrielli dkk., 1991), (iii) Tanaman hiperakumulator pada sistem translokasi berupa unsur dari akar menuju tajuk lebih efisien dari pada tanaman umumnya. Hal tersebut diyakini oleh perbandingan konsentrasi logam tajuk atau akar dalam tanaman hiperakumulator lebih dari satu (Gabbrielli dkk., 1991).

2.4. Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria Zizanioides* L)

2.4.1. Pengertian Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria Zizanioides* L)

Akar wangi (*Vetiveria Zizanioides* L) adalah suatu jenis vetiver dan sangat menonjol dalam hal ekonomi maupun dalam perlindungan lingkungan. Bukti terdapatnya minyak akar wangi sudah dipakai dalam industri minyak wangi, dalam industri kesehatan farmasi digunakan sebagai obat-obatan dan industri pertanian pada insektisida nabati. *Vetiveria zizanioides* adalah tumbuhan rumput yang tinggi, memiliki umur bertahun-tahun, kokoh, akar yang wangi, daunnya tipis, dan panjang dengan akar serabut yang berlimbah dan kompleks. Tumbuhan akar wangi (*Vetiveria Zizanioides* L) adalah alternatif ekonomis digunakan untuk penahan erosi dalam tanah, akar wangi sudah digunakan beberapa masyarakat di asia untuk wewangian, bahan anyaman tenun dan kerajinan lainnya yang menggunakan batang akar wangi ini. Ciri-ciri dari tanaman ini yaitu tinggi puncak tegaknya berukuran biasanya 2 meter dan diatas 2,5 meter dengan bunganya. Akar

wangi (*Vetiveria Zizanioides* L) mempunyai bunga tetapi tidak menghasilkan biji atau buah. Dalam sistem ini akarnya memiliki panjang 5 meter dalam kedalaman tanah massa tumbuh 18 bulan sehingga kemampuan dalam akar bisa menstabilkan tanah tercemar. Adanya akar yang cukup panjang menurun ke bawah tanah, akar wangi bisa dimanfaatkan sebagai alternatif pengendali dalam bencana longsor (Yuli dkk., 2018).



Gambar 2.1 Tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L)
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Kelebihan tanaman akar wangi (*Vetiveria Zizanioides* L) dalam hiperakumulator adalah dapat tumbuh dalam kondisi lingkungan bagaimanapun, gampang ditemukan dan umumnya dianggap oleh masyarakat sebagai tumbuhan liar yang manfaatnya belum terlihat. Akar tanaman bisa menembus 15 cm meskipun pada beberapa lapisan tanah yang cukup keras. Contohnya pada gunung lereng keras dan bebatuan. Tanaman akar wangi ini bisa menembus suatu lapisan tekstur dalam tanah dengan cara seperti jangkar yang sangat kuat dan mampu menahan unsur-unsur dalam tanah lewat akar serabut (Afian (2006).

2.4.2. Manfaat Akar Wangi (*Vetiveria Zizanioides* L)

Tanaman akar wangi adalah tanaman obat yang mempunyai harum yang sangat cukup menimbulkan asam vetivenat dan didalamnya terdapat senyawa

vetiverol yang mengandung minyak atsiri di bagian akarnya (Dafni 2020.,dkk). Kandungan yang terdapat pada *Vetiveria zizanioides* merupakan minyak akar wangi (*vetiver oil*). Tumbuhan akar wangi merupakan tumbuhan yang resisten dengan semua serangan hama yang memiliki kemampuan sebagai bioinsektisida sangat kuat. Maka sebab itu tanaman akar wangi terdapat kandungan komponen aktif yang sangat berguna untuk insektisida, hal ini sudah dipastikan oleh Jain *et al.* yang terdapat pada minyak akar wangi sebuah senyawa yang banyak sekali efek penolakan serangga (Lela, dkk., 2010).

Tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) adalah tanaman yang terdapat akar yang mampu mengeluarkan minyak esensial fiksatif yang dipakai dalam bahan untuk sabun, kosmetik dan parfum. Akar wangi dapat dikelola menjadi kerajinan tangan yaitu sebagai keranjang, tikar, anyaman kipas angin, layar tendan dan kerajinan lainnya. Menurut Junyo *et al.* (2017) dalam penelitiannya mendapatkan hasil bahwa tanaman akar wangi terbukti dapat menyerap logam berat salah satu yang ditelitinya adalah logam berat (Pb) yang terdapat dalam tanah tercemar. Sedangkan menurut Anisah (2014) dengan judul “ Fitoremediasi tanah tercemar logam zn dan cu dengan menggunakan tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides*)” mendapatkan hasil bahwa tanaman *Vetiveria zizanioides* efektif sebagai remediasi logam berat seng (Zn) sehingga tercapai nilai 69,68% dan logam tembaga (cu) tercapai 82,4% dalam jangka waktu 21 hari. Kemampuan penyerapan per batang, viarans rumpun 3 batang menjadi penyerapan paling tinggi adapun 9 batang menjadi varians yang paling rendah. Pada penelitian tersebut logam berat seng (Zn) dan tembaga (Cu) berpengaruh kepada tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) terbukti dengan adanya penguningan dan tumbuhnya daun dalam ukuran lebih kecil.

2.4.3. Spesies Tanaman Akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L)

Menurut Tijitrosoepomo (1993). Klasifikasi tanaman akar wangi :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: <i>Spermatophyta</i>
Ordo	: Graminales

Family : Graminae
 Genus : *Vetiveria*
 Spesies : *Vetiveria zizanioides*.

2.4.4. Studi Pendahuluan

Tabel 2.1 Studi Terdahulu Eksperimen Tanaman Akar wangi

Nama Spesies	Logam Berat	Efektivitas	Nama Peneliti
Tumbuhan Akuatik (<i>Coix lacryma-jobi</i>) (Jali)	Pb dan Cd	Fito forensik untuk logam Pb dan Cd pada tumbuhan Jali terletak di akar	Rony.,dkk (2018)
Mangrove (<i>Avicennia Alba</i>)	Timbal Pb dan Tembaga Cu	Fitostabilisasi untuk Cu dan fitoekstraksi untuk Pb	Rachmawati, dkk (2018)
Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria Zizanioides</i> L)	Edta dan Kompos	Konsentrasi logam Hg terbesar diserap oleh akar tanaman pada aplikasi kompos dengan dosis 5 polybag - 1 dengan aplikasi khelat EDTA 10 g polybag -1 dengan nilai 178 %	kresna,dkk (2018)
Hydrilla (<i>Verticillata</i> dan	Timbal Pb	Hydrilla Verticillata dan	Fadhilla,dkk (2015)

<i>najas Indica</i>)		najas Indica memiliki potensi dalam meremediasi timbal Pb	
Tanaman Celosia (<i>Plumosa</i> (Voss) Burv)	Tanah merkuri Hg	Celosia Plumosa (Voss) Burv menurunkan Hg pada empat jenis tanah	Juhriah (2016)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

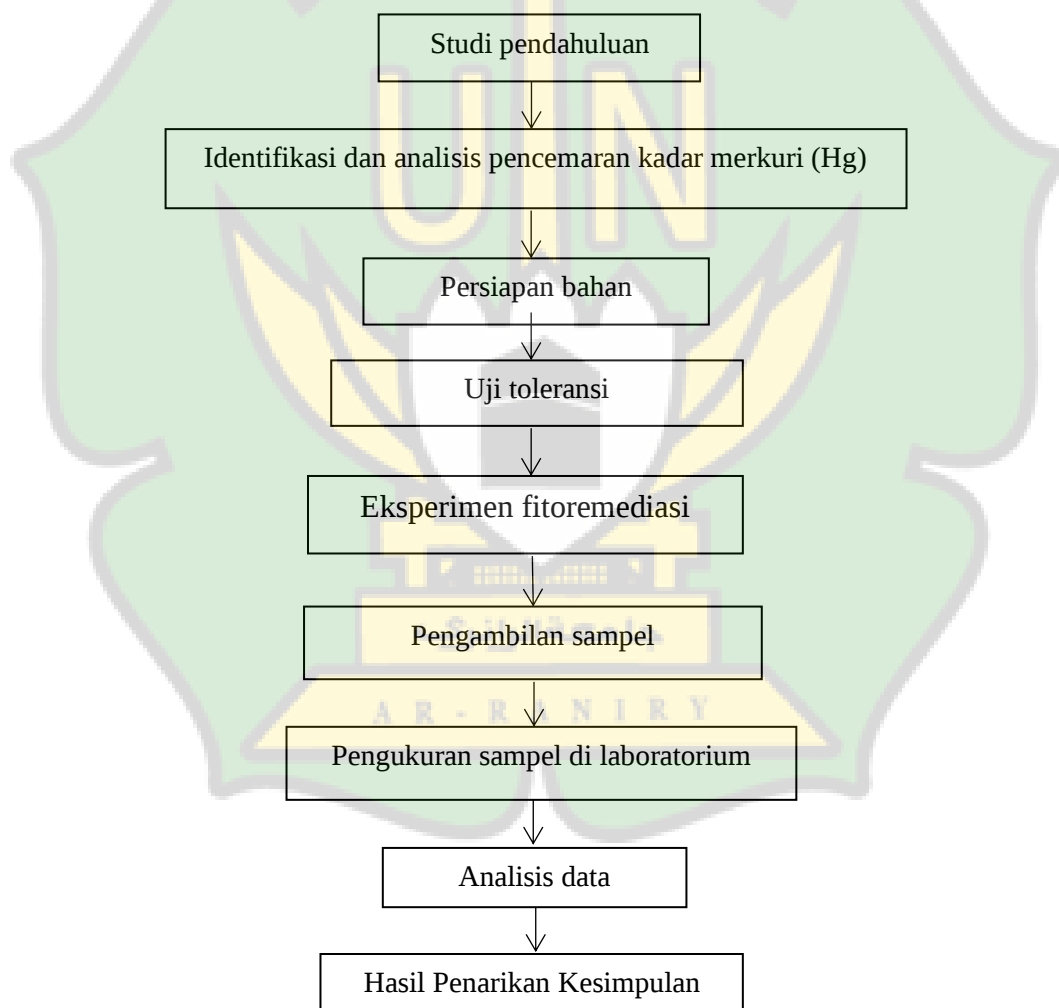
3.1 Tahapan umum

Penelitian ini menggunakan cara percobaan sungguhan (*True Eksperimental*) di Laboratorium dengan beberapa tahap kerja. Tahap kerja yang digunakan pada akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) terdapat pada Gambar 3.1. Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Tahapan studi pendahuluan merupakan studi yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai proses penelitian yang akan dilakukan berdasarkan pada literatur skripsi, jurnal, buku dan tesis.
2. Tahapan identifikasi merupakan tahapan untuk mengidentifikasikan faktor dan penyebab adanya masalah pada sampel penelitian dan analisis pencemaran kadar merkuri mengambil sampel untuk diteliti dan dibawa ke laboratorium.
3. Tahapan persiapan bahan merupakan tahapan persiapan bahan yang digunakan untuk penelitian agar penelitian berjalan dengan efektif.
4. Tahapan uji toleransi tanaman dilakukan selama tujuh hari dengan menggunakan tanah tercemar pada lahan tambang emas yang bertujuan untuk menyesuaikan tanaman dan beradaptasi pada lingkungan baru.
5. Tahapan eksperimen fitoremediasi merupakan tahapan dilakukan proses fitoremediasi dengan tanah tercemar dengan menggunakan tanaman Akar Wangi, dengan perlakuan di siram dengan air 100 ml setiap pagi dan sore hari.
6. Tahapan pengambilan sampel merupakan tahapan pengambilan pada sampel tanah tercemar setelah dilakukan proses fitoremediasi selama 7,14 dan 21 hari pada polybag masing-masing.
7. Tahapan pengukuran sampel di laboratorium merupakan tahapan pengukuran terhadap akumulasi Merkuri pada akar, tanah dan batang tanaman yang sudah melalui proses fitoremediasi selama 7,14, dan 21

hari yang dilakukan di Laboratorium Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

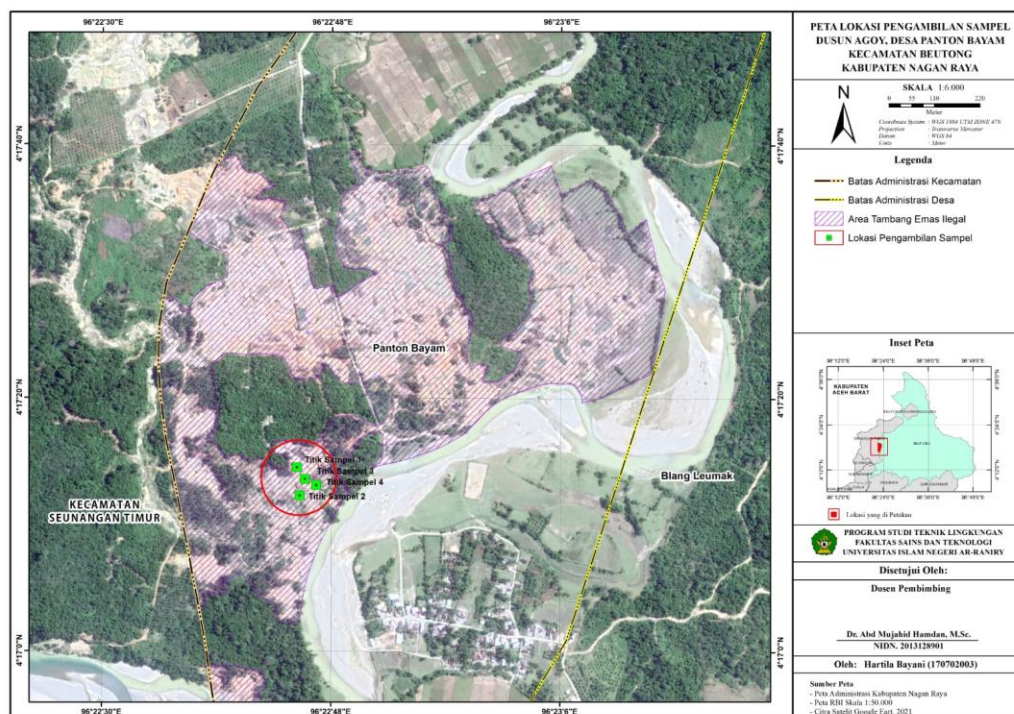
8. Tahapan analisis data dan hasil merupakan tahapan yang dilakukan untuk menganalisis data yang diperoleh dari pengukuran sampel guna memperoleh informasi dan solusi dalam permasalahan dan dapat digunakan sebagai bahan dalam penarikan kesimpulan.
9. Tahapan penarikan kesimpulan merupakan tahapan dalam menjawab pertanyaan yang muncul pada rumusan masalah dalam penelitian ini yang dijelaskan berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Pengambilan Sampel Tanah

Lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini berada di Desa Agoy Kec. Beutong Kab. Nagan raya, Kecamatan Beutong memiliki luas 1.017.32 km yang terdiri dari 4 mukim, 24 Desa dengan jumlah penduduk 14.210 orang diantaranya 7.108 laki-laki, 7.102 perempuan dan memiliki 53 sarana pendidikan yang berstatus negeri atau swasta. Lokasi pertambangan emas di Kec. Beutong Kab. Nagan Raya berada di sepanjang aliran sungai Krueng Cut yaitu Desa Blang Baro PR, Desa Panton Bayam, serta Desa Agoy sudah mengalami kerusakan yang parah. Dari 24 jumlah desa di Kecamatan Beutong hanya sekitar 7 Desa yang memiliki lokasi tambang yaitu Desa Krueng Cut dengan luas Desa 263 hektar, Baro PR, Blang leumak dengan luas Desa 1.222 hektar, Agoy 1.022 hektar, Panton Bayam, Pante Ara, Tuwi Bunta jauh dari ibu kota Nagan Raya sekitar 9 km.



Gambar 3.2 Peta pada gambar Lokasi Penelitian Gampong Agoy Kec. Beutong Kab. Nagan Raya Sumber : Google Earth (2021)

Dari peta di atas dapat dilihat bahwa yang tergaris poligon kuning merupakan lokasi pertambangan yang ada pada Desa Agoy Kec, Beutong Kab. Nagan Raya. Kemudian kolom merah terdapat empat titik pengambilan tanah

terkontaminasi merkuri yaitu pada sampel tanah titik 1, 2, 3 dan 4. Pengambilan sampel secara random dilakukan oleh peneliti untuk memudahkan menentukan merkuri (Hg) dalam tanah, dikarenakan dalam proses pengambilan sampel secara random semua populasi mendapatkan kesempatan dijadikan sebagai sampel. Sementara itu pada sampel tanah, titik 1, 2, 3 dan 4 memiliki variasi kandungan merkuri (Hg) yang berbeda-beda. Pada sampel tanah titik 1 mengandung 0,5498 ppm merkuri (Hg), sampel tanah titik 2 mengandung 1,8816 ppm merkuri (Hg), sampel tanah titik 3 mengandung 1,9113 ppm merkuri (Hg) dan sampel tanah Titik ke 4 mengandung 0,6166 ppm merkuri (Hg). Keempat titik tersebut yang diambil pada penelitian ini hanya dua titik yaitu pada tanah tercemar merkuri titik 2 dan titik 3 dikarenakan merkuri pada tanah di titik tersebut lebih dari baku mutu 0,001 $\mu\text{g/g}$.



Gambar 3.3 Lahan Pertambangan Emas Gampong Agoy Kec.Beutong Kab.Nagan Raya.

Sampel tanah dilakukan pada daerah yang terkontaminasi limbah pengolahan hasil tambang emas. Proses pengambilan sampel dilakukan di 4 titik pada lahan seluas 100 m². Dari keempat titik tanah tersebut terdapat 2 titik yang mengandung merkuri paling banyak maka tanah titik sampel dua dan sampel tiga yang di analisis pada penelitian ini, pada tabel dibawah tanah titik sampel ditandai dengan sampel A dan sampel B. Titik pengambilan sampel ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Titik Pengambilan Sampel

No	Nama Titik	N	E
1.	Tanah Titik A	4 28.67.67"	97.93.75"
2.	Tanah Titik B	4 28.71.33"	96.37.94.45"

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan teknik (*grab sampling*) atau sesaat, pengambilan sampel tanah yang mengandung merkuri (Hg) sampel A mengandung 1,8816 ppm merkuri (Hg) dan sampel B mengandung 1,9113 ppm merkuri (Hg) dilakukan pada tanah bekas pertambangan di dekat perumahan penduduk menurut (SNI 19-0428-1989) dengan tahapan sebagai berikut :

1. Proses pengambilan sampel dilakukan di Desa Agoy merupakan desa yang berpenghasilan tambang emas.
2. Pemilihan desa dilakukan oleh peneliti ketika peneliti melakukan studi kasus ke daerah pertambangan emas di desa Agoy, Kec.Beutong, Kab. Nagan Raya.
3. Sebelum dilakukan penelitian, tanah dibersihkan terlebih dahulu dari rumput dan serasah (tumpukan dedaunan kering).
4. Kemudian mulai dilakukan penggalian tanah menggunakan sekop atau cangkul dengan ke dalam masing-masing tanaman 10 cm.
5. Kemudian tanah dimasukkan kedalam karung kemasan besar yang sudah sesuai dengan (SNI 19-0428-1989).
6. Kemudian diberi tanda label nama serta tanggal pengambilan sampel pada goni (karung tanah).



(a)



(b)

Gambar 3.4 (a) Sampel tanah dan (b) Pengambilan sampel tanah

3.1 Alat dan Bahan

Tabel 3.2 Alat dan Bahan yang digunakan dalam eksperimen

Bahan	Spesifikasi/Satuan	Satuan	Kegunaan
Tanaman Akar Wangi	Berat 200 /1 Tinggi 20 – 22/1	mg/cm	Bahan untuk fitoremediasi
Tanah terkontaminasi Hg	3	kg	Melakukan pengujian sampel tanaman Akar Wangi 3 Kg Perpolybag
Timbangan	1	unit	Proses penimbangan tanah <i>Tailing</i>
Polybag	12	lembar	wadah pertumbuhan eksperimen tanaman Akar Wangi
Sepatu	1	unit	Melindungi kaki dari zat merkuri yang tercemar
Sarung tangan	1	unit	Melindungi tangan dari Merkuri yang tercemar
Masker	1	unit	Melindungi hidung dan mulut dari bahayanya zat merkuri.

3.2 Prosedur Penelitian

3.4.1 Tahapan penanaman Akar Wangi

Tanaman Akar Wangi yang sudah dilakukan proses uji toleransi 7 hari pada tanah tercemar Merkuri (Hg), ditanam pada media tanam selama 7,14,21 hari menggunakan tanah pertambangan emas yang mengandung merkuri (Hg) Pada sampel A mengandung 1,8816 ppm dan sampel B mengandung 1,9113 ppm dengan jumlah media tanam 3 kg tanah tercemar. Berikut desain rangkaian dalam eksperimen fitoremediasi tanaman Akar Wangi ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Desain eksperimen tanaman Akar Wangi

Perlakuan	Waktu (Hari)	Label
Sampel Tanah Titik A (1,8816 ppm)	7	A7
	14	A14
	21	A21
Sampel Tanah Titik B (1,9113 ppm)	7	B7
	14	B14
	21	B21



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 3.5 (a) Pengambilan tanah tercemar, (b) Memasuki media tanah ke polybag, (c) Penimbangan Media Tanam, (d) Penanaman Tanaman Akar Wangi, (e) Penyiraman Tanaman Akar wangi, (f) Pengukuran Tinggi Batang Tanaman.

3.4.2 Uji Toleransi

Menurut Endang (2006), pada proses uji toleransi ini, pada tanaman akar wangi diuji terlebih dahulu sebelum dilakukan penelitian untuk melihat toleransi atas kekeringan dan suhu terhadap tanah tercemar dan melihat kemampuan pada akar wangi selama 7 hari. Jika tanaman akar wangi mampu hidup pada tanah tercemar merkuri selama 7 hari maka penelitian sudah dapat dilakukan. Untuk melakukan eksperimen penelitian, semua sampel akar wangi yang baru dibersihkan dari kotoran dan tanah yang ada pada akar tanaman yang berfungsi untuk menyesuaikan tanaman dan beradaptasi dengan lingkungan barunya.

3.5 Eksperimen Fitoremediasi

1. Tanah tercemar yang telah disiapkan, dimasukkan ke dalam polibag masing-masing.
2. Tanaman yang sudah uji toleransi dan hidup dengan baik, maka sudah bisa di mulai untuk penelitian selama 7,14 dan 21 hari ditanam pada tanah yang terkontaminasi merkuri yaitu dengan memasukkan tanaman baru ke dalam polybag yang telah disediakan dengan membuat lubang pada tanah yang

disisipkan ke dalam polybag menggunakan jari ditutup dengan rapat hingga leher akar.

3. Polybag yang sudah ditanami disusun pada jarak yang tersedia dan diletakkan pada tempat yang terpapar sinar matahari langsung.
4. Tahapan pada proses fitoremediasi dilakukan pada sampel akar dan batang selama 7,14 Dan 21 hari untuk mengetahui kadar merkuri (Hg) pada tanaman, dengan jarak waktu 7 hari sekali, sehingga dapat dengan mengamati perubahan fisiologi pada tanaman diantaranya tinggi batang, warna daun dan serta melakukan penyiraman selama dua kali sehari pagi dan sore hari dengan air bersih. Sedangkan pengujian merkuri pada batang dan akar dalam usia 7,14, dan 21 hari.

3.5.1 Pengambilan Sampel Batang dan Akar Tanaman

Sampel batang dan akar tanaman dilakukan secara langsung dalam wadah atau polybag, berikut cara pengambilan sampel menurut Patandungan, (2016):

- a. Sampel diambil dari polybag yang ingin diteliti terdiri dari akar, dan batang, sampel dimasukkan di dalam plastik yang sudah diberi label dan ditutup rapat.
- b. Sampel dibersihkan dengan air bersih kemudian dikeringkan dengan cara didinginkan di dalam ruang.

3.6 Analisis kadar Merkuri

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia Unsyiah dan penanaman tanaman akar wangi (Fitoremediasi) dilakukan di Green House Biologi SAINTEK. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 perlakuan (sumber tanah) dan 2 kelompok. Berdasarkan hasil tes di laboratorium didapatkan bahwa konsentrasi Hg dari 3 Kg tanah tailing pertambangan emas tradisional di Kecamatan Beutong Kabupaten Nagan Raya adalah masing-masing Titik A (1,8816) ppm, dan Titik B (1,9113) ppm.

3.7 Analisis Pengujian dan pengukuran Parameter Merkuri (Hg)

Mirdat dkk. (2013) menjelaskan sampel tanah dari pertambangan langsung sebelum dianalisis dilakukan pengeringan udara selama tiga sampai lima hari, kemudian diayak dengan alat ayakan 0,5 mm, serta dilakukan pengukuran merkuri (Hg) menggunakan *Mercury Analyzer* atau AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Analisis kandungan merkuri (Hg) dalam sampel tanah yang sudah keringkan kemudian dihaluskan dan diayak, serta ditimbang 1 g dan dimasukkan kedalam erlenmeyer, selanjutnya ditambahkan 5 ml HNO₃ dan 0,5 ml HClO₄, lalu dipanaskan diatas hotplate, setelah itu didiamkan 1 malam kemudian disaring. Hasil saringan dianalisis dengan SSA (Spektrofotometer Serapan Atom) sesuai dengan peraturan (SNI 6989.78:2011) pengecekan merkuri juga dilakukan pada bagian akar dan batang dari tanaman akar wangi yang akan dilakukan saat penelitian di laboratorium.

Pengujian kadar Hg memakai Standar Nasional Indonesia (SNI 6989.78.2011). Metode pengujian air raksa (Hg) dalam air kedalam limbah tanah dengan cara SSA uap dingin atau (*mercury Analyzer*) sesuai SNI 6989.78.2011 memiliki kisaran kadar 1 µg merkuri Hg/l mencapai dengan 20 µg Hg/l.

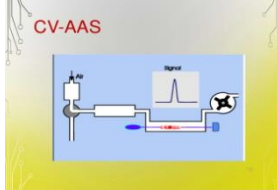
Analisis kandungan merkuri (Hg) tanah dan pada Akar Wangi dikerjakan sebelum dan setelah perlakuan. Analisis kandungan merkuri (Hg) pada tanaman yang meliputi akar dan batang Akar Wangi yang telah ditanam pada masing-masing unit perlakuan setelah berumur 7, 14 dan 21 hari dipanen dan dicuci bersih, kemudian dikeringkan lalu dipotong kecil. Pengeringan dilanjutkan dengan oven pada suhu 30° C – 37°C. Sampel yang sudah kering diblender hingga halus dan disaring memakai kertas saring sampai didapatkan sampel berupa serbuk abu. Hasil saringan tersebut siap untuk dianalisis dengan SSA (Spektrofotometer Serapan Atom). Analisis kandungan merkuri (Hg) dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri (Baristand) Provinsi Aceh. Menurut Priyanto dan Prayitno (2007) dalam Hardiani (2009), mekanisme penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tanaman dapat dibagi menjadi tiga proses sinabung, diantaranya:

1. Penyerapan oleh akar, agar tumbuhan dapat menyerap logam, maka logam harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (*rizosfer*) dengan beberapa

cara bergantung pada spesies tanaman. Senyawa- senyawa yang larut didalam air biasanya diambil oleh akar bersama air, sedangkan senyawa-senyawa (hidrofobik) diserap oleh permukaan akar.

2. Translokasi logam dari akar ke bagian tanaman lainnya. Setelah logam menembus endodermis akar, logam atau senyawa asing lain mengikuti aliran transpirasi ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut (*xilem* dan *floem*) ke bagian tanaman lainnya.
3. Lokalisasi logam pada sel dan jaringan. Hal tersebut tujuannya agar terjaganya logam tidak menghambat metabolisme tanaman. Sebagai upaya untuk mencegah keracunan logam terhadap sel, tanaman mempunyai mekanisme detoksifikasi, misalnya dengan menimbun logam di dalam organ tertentu seperti akar.

Tabel 3.4 Alat yang digunakan Laboratorium

No	Alat dan Bahan	Gambar	Keterangan
1	Tungku Tabung Kuarsa		Perangkat pemanas listrik secara luas digunakan dalam bahan penelitian.
2	Eppendorf		Salah satu pipet yang paling umum digunakan, selain keamanan dan kekokohan, fokus utama desainnya terletak pada ergonomi
3	Neraca Analitik		Jenis neraca yang dirancang untuk mengukur massa kecil dalam rentang sub-milyaran.
4	Spektrofotometer		Alat yang dipakai dalam mengukur absorbansi dengan cara melewatkan cahaya, maka akan diserap dan sisanya akan dilewatkan
5	CV-AAS		Teknik yang paling banyak digunakan dalam membentuk kadar Hg karena memiliki ketepatan, kepekaan tingkat ketelitian yang tinggi.

3.8 Teknik Analisis Data

Menurut Sugiyono (2009) menyatakan bahwa analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil dokumentasi dan observasi dengan cara mengorganisasikan data ke dalam kategori, menjabarkan kedalam unit-unit, melakukan sintesa, menyusun ke dalam pola, memilih mana yang penting dan akan dipelajari dan membuat kesimpulan sehingga mudah dipahami oleh sendiri maupun orang lain.

Dalam penelitian ini digunakan analisis data AAS yang berasal dari hasil analisis yang dianalisa di laboratorium Teknik Kimia Unsyiah untuk mengkaji yang ingin diteliti oleh peneliti atas dasar analisis data deskriptif dengan menampilkan Tabel, Gambar, grafik dari data yang didapatkan dari AAS dari Laboratorium Teknik Kimia Unsyiah.

3.8.1 Analisis Regresi Linear Sederhana

Penelitian ini menggunakan analisis linear sederhana. Menurut Sri (2010) menjelaskan bahwa analisis regresi linear sederhana adalah analisis statistik yang mempelajari hubungan antara dua variabel atau lebih. Dalam analisis regresi linear diasumsikan berlakunya bentuk hubungan linear dalam parameter. Modul regresi linear sederhana adalah regresi linear dengan satu variabel bebas (*independent variable*).

3.8.2 Persamaan Regresi Linear Sederhana

Menurut Nazir (1983) Persamaan regresi linear sederhana merupakan suatu model persamaan yang menggambarkan hubungan satu variabel/*predictor* x dengan satu variabel tak bebas/respon (Y) Gambar Ilustrasi Garis Regresi Linear, Persamaan regresi linear sederhana secara matematik diekspresikan yang mana (Y) sebagai garis regresi dan (a) adalah konstanta, lalu (b) sebagai konstanta regresi dan (x) sebagai variabel bebas. Maka perhitungan yang dilakukan garis regresi (y) sama dengan konstanta (a) ditambah dengan nilai konstanta regresi dan variabel.

3.8.3 Langkah- Langkah Analisis Dan Uji Regresi Sederhana

Adapun langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk melakukan analisis regresi linear sederhana adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan tujuan dari analisis regresi linear sederhana
- b. Mengidentifikasi variabel prediktor dan variabel respon
- c. Melakukan pengumpulan data dalam bentuk tabel
- d. Menghitung x^2 , $X Y$ dan total dari masing-masingnya

3.8.4 Analisis Faktor Translokasi

Faktor dalam translokasi dihitung untuk mengetahui kemampuan tanaman akar wangi dalam menyerap logam. Menurut Barman, dkk. (2000) yaitu TF dihitung untuk mengetahui translokasi pencemar logam berat yang masuk pada bagian dari tanah ke akar atau ke bagian dari dalam tumbuhan. Nilai $TF > 1$ menunjukkan bahwa tumbuhan mentranslokasikan pencemar dengan efektif dari tanah ke akar, (Baker dan Brooks, 1989). Menurut Sigh dkk (2010) menjelaskan bahwa persamaan dari TF sebagai berikut : (TF) atau Faktor translokasi sama dengan logam berat pada batang (Hg_D) dibagi dengan logam berat pada akar (Hg_A).

3.8.5 Biokonsentrasi faktor (BCF)

Faktor Biokonsentrasi merupakan kecenderungan suatu bahan kimia yang diserap oleh organ akuatik. BCF juga dikategorikan sebagai rasio antara konsentrasi bahan kimia dalam organisme akuatik dengan konsentrasi bahan kimia didalam air (Lagrega, dkk., 2001). Faktor Biokonsentrasi sama dengan penjumlahan batang dan akar kemudian dibagi dengan tanah, (Handayani, dkk., 2018). Pada saat menentukan persamaan BCF dapat dihitung (BCF sama dengan konsentrasi logam berat dalam organ (mg/kg atau ppm) dibagi dengan konsentrasi logam berat dalam media tanam ppm).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Eksperimen

Hasil pengujian sampel pada tanaman akar wangi setelah diperlakukan fitoremediasi ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan pengamatan Hg yang tersimpan pada akar tanaman akar wangi sampel A dan B hari 7-21 dapat dilihat pada Gambar 4.1. Sedangkan pada batang tanaman akar wangi hari ke 7-21 sampel A dan B dapat dilihat pada Gambar 4.2. Sementara pengamatan pada jumlah daun baru pada sampel A dan B di hari 7-21 dapat dilihat pada Gambar 4.3, pengamatan tinggi batang tanaman akar wangi dapat dilihat pada Gambar 4.4. Perkembangan merkuri pada tanaman akar wangi sampel A dan B dapat dilihat pada Gambar 4.5. Tanah konsentrasi tanaman akar wangi yang tercemar di fitoremediasi dengan menggunakan tanaman akar wangi dengan variasi konsentrasi tanah tercemar 1,8816 ppm dan 1,9113 ppm serta variasi permanen pada tanaman akar wangi 7,14, dan 21. Pada Tabel 4.1 menunjukkan penyerapan atau akumulasi logam merkuri didalam akar dan batang. Tanaman akar wangi meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu yang digunakan dalam proses fitoremediasi pada konsentrasi tanah tercemar 1.8816 ppm, merkuri tertinggi di akar terdapat 1,55 $\mu\text{g/g}$ sedangkan akumulasi merkuri terendah terdapat pada minggu pertama dengan nilai sebesar 0,62 $\mu\text{g/g}$. Konsentrasi tanah tercemar 1,9113 ppm akumulasi tertinggi pada akar terdapat pada minggu ke tiga dengan nilai sebesar 1,32 $\mu\text{g/g}$ sedangkan merkuri terendah pada akar terdapat pada minggu pertama dengan nilai 0,79 $\mu\text{g/g}$. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sutikni dkk., (2015) satuan ppm yaitu $\mu\text{g/g}$ atau mg/l .

Sementara itu untuk konsentrasi tanah tercemar adalah 1,8816 ppm dengan akumulasi merkuri tertinggi di batang terdapat pada minggu pertama dengan nilai sebesar 1,254 $\mu\text{g/g}$ dan akumulasi merkuri terendah pada akar terdapat pada minggu ke tiga dengan nilai sebesar 0,32 $\mu\text{g/g}$. Konsentrasi tanah tercemar adalah

1,9113 ppm akumulasi merkuri tertinggi terdapat pada minggu kedua dengan nilai sebesar 0,6813 $\mu\text{g/g}$.

Sementara itu konsentrasi tanah tercemar adalah 1,8816 ppm dengan akumulasi merkuri tertinggi pada tanah terdapat pada minggu pertama dengan nilai 1,254 $\mu\text{g/g}$. Sedangkan akumulasi merkuri paling rendah pada tanah terdapat pada minggu kedua dengan nilai 0 $\mu\text{g/g}$. Sementara untuk konsentrasi tanah tercemar 1,9113 ppm. Akumulasi tanah tercemar yang tertinggi terdapat minggu pertama dengan nilai 1,02 $\mu\text{g/g}$. Sedangkan akumulasi merkuri tanah terendah yang tercemar terdapat pada minggu kedua dengan nilai sebesar 0 $\mu\text{g/g}$.

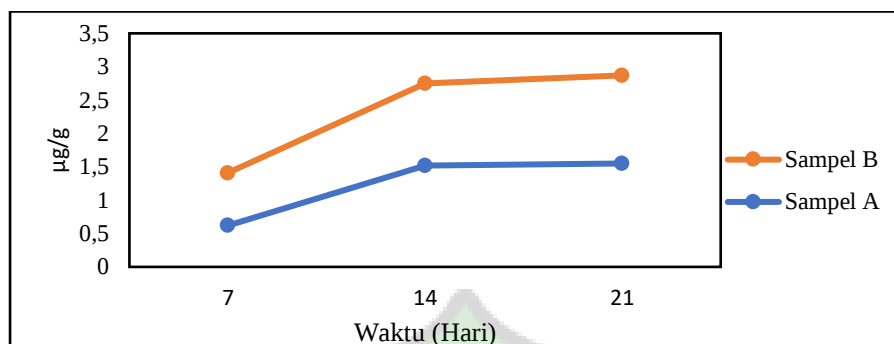
Tabel 4.1 Hasil Eksperimen Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi

Konsentrasi awal	Waktu (Hari)	Label Sampel	Jumlah Daun Baru	Tinggi batang awal (cm)	Tinggi batang Akhir (cm)	Hg akar ($\mu\text{g/g}$)	Hg Batang ($\mu\text{g/g}$)	Hg Tanah ($\mu\text{g/g}$)	Hg akar + batang	TF	BCF
A= 1,8816 Ppm	7	A7	2	41	48	0,62	1,254	0,076	1,874	0,002	0,246
	14	A14	9	41	51,5	1,52	0,36	0	1,88	0,234	1,88
	21	A21	1	41	111	1,55	0,32	0,04	1,87	0,206	46,7
B= 1,9113 Ppm	7	B7	0	41	54	0,79	0,23	1,02	1,02	0,291	1
	14	B14	14	41	56	1,23	0,6813	0	1,9113	0,553	1,9113
	21	B21	6	41	68	1,32	0,59	0,49	1,91	0,446	0,389

4.1.1. Penyerapan Akar Tanaman Akar Wangi Pada Tanah

Terkontaminasi Merkuri (Hg)

Berdasarkan hasil penelitian Hg yang tersimpan pada akar tanaman akar wangi untuk sampel A dan B pada hari 7,14 dan 21 dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.1 Grafik sampel A dan B Hg pada akar tanaman akar wangi hari ke 7,14 dan 21

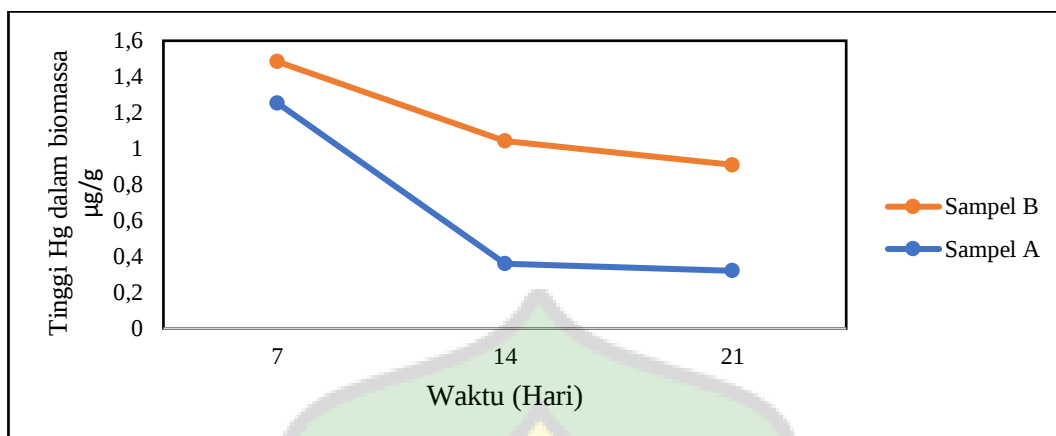
Berdasarkan gambar 4.1 dapat diketahui bahwa sampel A terjadi peningkatan penyerapan merkuri pada akar tanaman Akar Wangi di hari ke 14 sebanyak 0,9 µg/g dari 0,62 µg/g pada hari ke tujuh, namun pada hari ke 21 hanya mengalami peningkatan sebanyak 0,03 µg/g.

Sedangkan pada sampel B terjadi peningkatan penyerapan merkuri pada akar tanaman akar wangi di hari ke 14 sebanyak 0,44 µg/g dari 0,79 µg/g pada hari ke tujuh, namun pada hari ke 21 hanya mengalami peningkatan sebanyak 0,09 µg/g. Pengaruhnya karna suhu ruangan yang panas, dan penyebab nya karna menyiraman air terlalu banyak disaat musim hujan, hal ini dikarenakan embun sesudah hujan menenmbus ke green house.

4.1.2. Penyerapan Batang Tanaman Akar Wangi Pada Tanah

Terkontaminasi Merkuri (Hg)

Berdasarkan hasil penelitian Hg yang tersimpan pada batang tanaman akar wangi untuk sampel A dan B pada hari 7,14 dan 21 dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



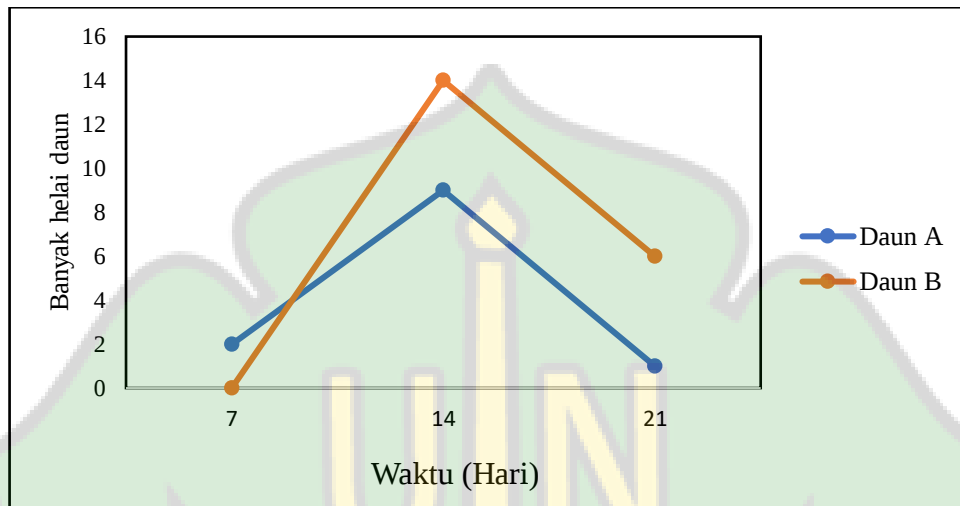
Gambar 4.2 Grafik sampel A dan B pada batang tanaman akar wangi hari ke 7,14 dan 21

Berdasarkan gambar 4.2 dapat diketahui bahwa sampel A terjadi penyerapan merkuri pada batang tanaman akar wangi di hari ke 7 sebanyak 1,254 µg/g sedangkan pada hari ke 14 terjadinya penurunan penyerapan Hg sebanyak 0,894 µg/g dan pada hari ke 21 juga mengalami penurunan sebanyak 0,04 µg/g. Berdasarkan nilai tersebut dapat diketahui bahwa, Hg batang tanaman akar wangi yang diserap semakin hari semakin menurun dikarenakan terjadi pada proses penyiraman dan dipengaruhi oleh suhu ruangan dan menguap ke udara dengan senyawa yang lebih aman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Indah, dkk., (2018) yang menyatakan bahwa variasi jumlah tanaman berpengaruh terhadap penurunan kadar logam berat tembaga pada tanah.

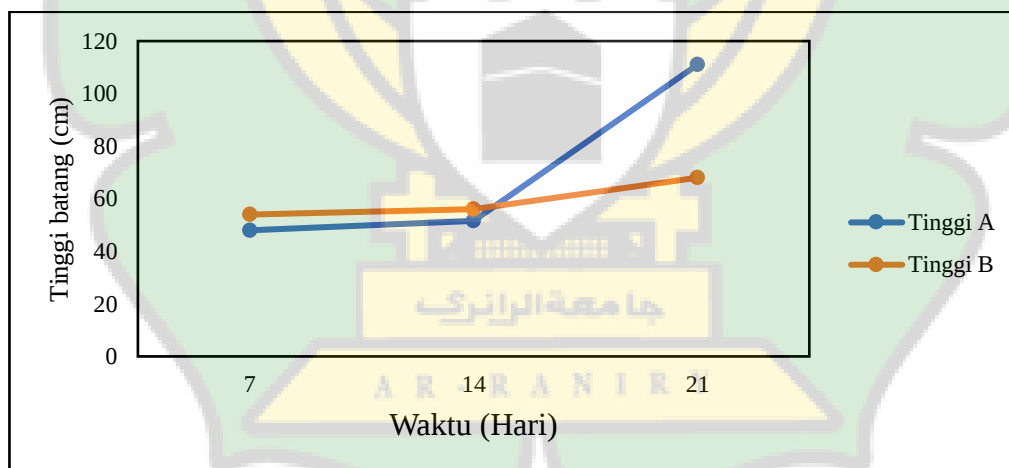
Sedangkan pada sampel B terjadi peningkatan penyerapan merkuri (Hg) pada batang tanaman akar wangi pada hari ke 14 sebanyak 0,45 µg/g dari hasil awal pada hari ke 7 yaitu 0,32. Namun pada hari ke 21 terjadi nya penurunan terhadap penyerapan merkuri pada batang tanaman Akar Wangi sebanyak 0,09 µg/g dipengaruhi oleh beberapa faktor penyiraman dan suhu pada ruangan penanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Channney, (1995) dalam proses fitoremediasi logam berat diserap oleh akar tanaman dan ditranslokasikan ke tajuk untuk diolah kembali atau dibuang pada saat tanaman dipanen.

4.1.3. Pertumbuhan daun dan tinggi batang pada tanaman Akar Wangi

Berdasarkan hasil penelitian pertumbuhan pada daun dan tinggi batang tanaman akar wangi untuk sampel A dan B pada hari 7,14 dan 21 dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4.3 Grafik perkembangan daun sampel A dan B pada tanaman Akar Wangi sampel A hari ke 7,14 dan 21



Gambar 4.4 Grafik perkembangan tinggi batang sampel A dan B pada tanaman Akar Wangi sampel A hari ke 7,14 dan 21

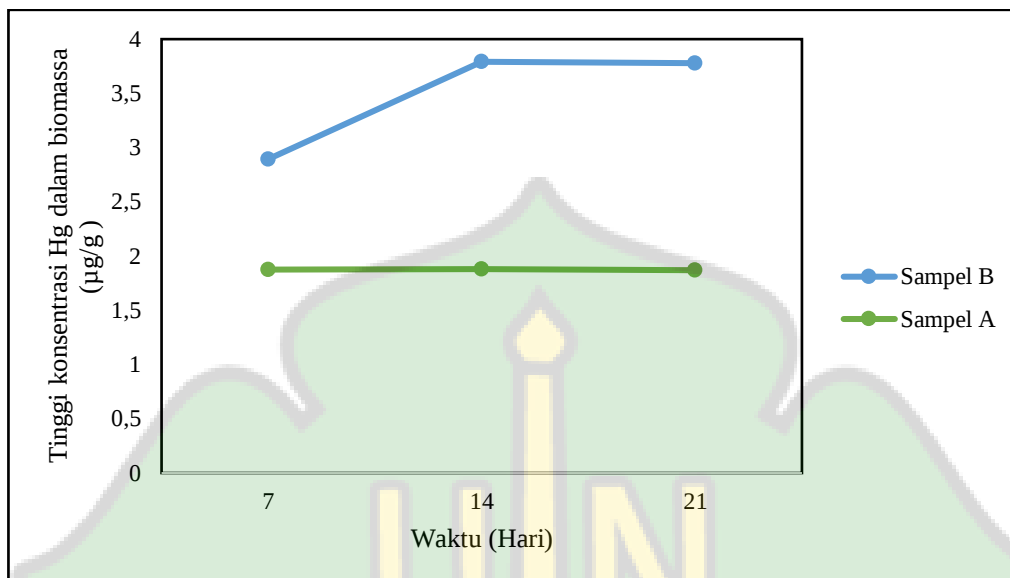
Berdasarkan gambar 4.3 dan 4.4 dapat diketahui bahwa pertumbuhan daun dan tinggi batang pada sampel A menunjukkan bahwa pada hari ke 7 tanaman memiliki pertumbuhan daun sebanyak 2 helai dan mencapai ketinggian batang setinggi 48 cm sedangkan pada hari ke 14 memiliki peningkatan banyak nya daun

sebanyak 9 daun dan tinggi mencapai 51,5 cm, namun pada hari ke 21 memiliki penurunan sehingga daun yang didapatkan hanya 1 helai hal ini dikarenakan tanaman hari ke 21 terdapat perubahan pada tinggi batang mencapai 111 cm, maka dari itu perubahan pada sampel A di hari ke 21 terjadi pada tinggi batang.

Sedangkan pada sampel B dapat diketahui bahwa, pertumbuhan daun dan tinggi batang menunjukkan pada hari ke 14 memiliki peningkatan tumbuh daun baru sebanyak 14 helai dengan tinggi batang 56 sedangkan di pengamatan hari ke 7 daun belum tumbuh, namun pada hari ke 21 memiliki penurunan sehingga daun hanya terdapat 6 helai, hal ini dikarenakan proses perubahan pada sampel B di hari ke 21 terjadi pada tinggi batang yang mencapai 68 cm.



4.1.4. Keseluruhan Merkuri yang diserap oleh tanaman Akar Wangi dalam 21 hari.



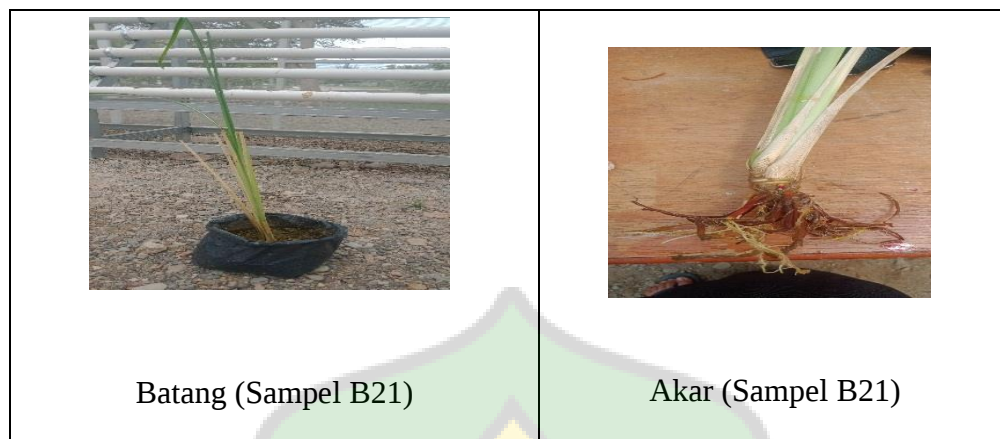
Gambar 4.5 Grafik Perkembangan Merkuri Pada Tanaman Akar Wangi Sampel A sampai sampel B

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa akumulasi pada merkuri (Hg) pada tanaman akar wangi seiring dengan lamanya waktu masa panen yang digunakan dalam proses fitoremediasi untuk kemudahan dalam menyerap logam berat dalam tanah. Perlakuan dilakukan selama 21 hari setelah diteliti ternyata kadar merkuri semakin meningkat sesi minggunya setelah dianalisis di pengaruhi oleh penyerapan akar.

4.1.5. Pengamatan Tumbuhan Akar Wangi sampel A dan B

Berdasarkan hasil pengamatan pertumbuhan tanaman akar wangi dapat tumbuh pada tanah tercemar merkuri (Hg) dalam kurun waktu selama 7, 14 sampai 21 hari. Maka perkembangan dapat dilihat pada Gambar 4.6 .

 Batang (Sampel A7)	 Akar (sampel A7)
 Batang (Sampel B7)	 Akar (Sampel B7)
 Batang (Sampel A14)	 Akar (Sampel A14)
 Batang (Sampel B14)	 Akar (Sampel B14)
 Batang (Sampel A21)	 Akar (Sampel A21)



Gambar 4.6 Pengamatan Tanaman Akar Wangi hari ke 7 sampai dengan 21

4.2. Pembahasan

4.2.1. Efektivitas Tanaman Akar Wangi Mampu Menyerap Merkuri (Hg) Pada Tanah Tercemar Limbah *Tailing*

Berdasarkan fitoremediasi menggunakan tanaman akar wangi terjadi perubahan yang signifikan dengan parameter Hg di hari ke 7 dengan nilai 1,87 $\mu\text{g/g}$ dan mengalami kenaikan penyerapan secara bertahap pada hari ke 14 dengan nilai tertinggi 1,88 $\mu\text{g/g}$ serta mengalami penurunan penyerapan pada hari ke 21 dengan nilai 1,87 $\mu\text{g/g}$. Hal ini sesuai dengan perkataan Handayanto, (2017) yaitu logam yang diserap oleh akar dan masuk kedalam tumbuhan merupakan langkah awal dalam tanah dan sumber daya lahan selain itu, peningkatan logam berat merkuri pada akar dapat dipengaruhi oleh waktu, maka semakin lama waktu yang digunakan maka konsentrasi logam berat yang akan diserap oleh tanaman akan semakin besar, dan sebaliknya jika waktu remediasi semakin berkurang maka logam berat yang akan diserap semakin sedikit. Tanaman akar wangi lebih cocok untuk kegiatan stabilisasi logam Hg dalam tanah dibanding untuk kegiatan fitoekstraksi. Sedangkan menurut Khairuddin, (2021), bagian tumbuhan dapat menyerap logam berat antara lain bagian akar untuk zat anorganik dan bagian daun untuk adsorpsi zat lipofilik, logam dapat terserap oleh akar tanaman melalui mekanisme translokasi dan lokalisasi.

4.2.2. Efektivitas Akar tanaman Akar Wangi terhadap penyerapan Merkuri (Hg) pada tanah limbah *Tailing*

Berdasarkan hasil eksperimen penyerapan pada tanah tercemar limbah *tailing* maka didapatkan bahwa akar tanaman akar wangi berhasil menyerap kadar konsentrasi nilai Hg setelah dilakukan eksperimen fitoremediasi. Gambar 4.1 menjelaskan persentase penyerapan kadar Hg yang terjadi ketika eksperimen dilakukan. Dari hasil limbah tanah *tailing* sebelum dilakukan perlakuan untuk sampel A adalah 1,8816 ppm sedangkan untuk sampel B adalah 1,9113 ppm yang masih melebihi standar baku mutu 0,001 $\mu\text{g/g}$. Setelah dilakukan *eksperimen* terjadi peningkatan penyerapan Hg pada akar dari hari ke 7 sampai dengan hari 21 yang diserap oleh akar. Peningkatan yang terjadi pada sampel A tanah *tailing* telah memenuhi baku mutu pada hari ke 14 dengan nilai sebesar 0 $\mu\text{g/g}$ Merkuri dalam tanah dengan penyerapan sebesar 1,55 $\mu\text{g/g}$ yang diserap oleh akar. Namun pada hari ke 21 terjadi peningkatan Hg sebesar 0,04 $\mu\text{g/g}$ yang tersisa didalam tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gurnita dkk, (2017) Akar wangi dari cibinong yang mengalami pertumbuhan lebih lambat dibandingkan dengan akar wangi dari Tanjungsari disebabkan oleh adanya logam berat Pb dalam jaringan, sehingga menghambat proses metabolisme tanaman yang kemudian mempengaruhi pertumbuhan.

Sedangkan pada sampel B juga mengalami peningkatan penyerapan Hg yang diserap oleh akar dari hari ke 7 sampai hari ke 21. Peningkatan yang terjadi pada sampel B tanah *tailing* sudah memenuhi baku mutu pada hari ke 14 juga dengan nilai 0 $\mu\text{g/g}$ merkuri dalam tanah dengan penyerapan sebesar 1,23 $\mu\text{g/g}$ yang diserap oleh akar. Hal ini sesuai pernyataan Levita dkk (2010) menyebabkan pembelahan sel, pemanjangan dan pendewasaan jaringan menjadi lebih sempurna dan cepat, sehingga penambahan volume dan bobot semakin cepat, sehingga penambahan volume dan bobot semakin cepat yang pada akhirnya pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik.

Kemampuan tanaman untuk bertahan hidup di dalam lingkungan yang tercemar dan mendapatkan logam yang berat ke dalam bagian salah satu organ tumbuhan tentu sangat berbeda-beda hal tersebut tergantung pada jenis pencemar

dan ketersediaannya di suatu lingkungan. Salah satu tanaman yang bisa hidup di tanah tercemar yaitu tanaman Akar Wangi. Salah satu mekanisme tumbuhan mengakumulasi logam berat dengan bantuan akar, hal ini sesuai dengan pernyataan (Purwani,2010) sebagai fitoremediator logam berat mempunyai prospek yang baik, karena disamping mampu mengakumulasi logam pada jaringan tanaman yang mempunyai daya adaptasi yang luas dan mampu tumbuh pada berbagai lokasi.

4.2.3. Analisis penyerapan Hg pada tumbuhan Akar Wangi dengan Regresi Linear Sederhana

Dari hasil penelitian yang dilakukan bisa dilihat bahwa tanaman Akar Wangi mampu beradaptasi terhadap merkuri yang terdapat pada tanah pertambangan *tailing* hal ini dapat dibuktikan dengan tanaman Akar wangi mampu bertahan hidup hingga penelitian terakhir.

Meskipun terjadi perubahan fisik pada tanaman Akar Wangi dengan ditandai daun yang menguning dan batang bertambah tinggi dan mengering. Penyerapan kadar Merkuri (Hg) Akar tanaman Akar Wangi didapatkan hasil bahwa sampel A dan sampel B terdapat Pengaruh Akar terhadap parameter Merkuri dalam Tanah dan juga ditandai dengan uji statistik yang memiliki adanya pengaruh atau hubungan R yaitu sebesar 1,000 yaitu nilai yang terdapat pada nilai akar tanaman akar wangi. Dari output tersebut diperoleh koefisien determinasi (R^2) sebesar bahwa sampel A ($R^2 = 1,000$) dan sampel B (R^2 adalah 0,215). Artinya bahwa ada pengaruh penyerapan merkuri terhadap Hg di dalam tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Susanti (2014), probabilitas dinyatakan dengan bilangan jika nilai probabilitas berkisar 0 sampai 1 semakin dekat nilai probabilitas ke nol, maka semakin kecil juga kemungkinan suatu kejadian terjadi. Jika semakin dekat nilai probabilitas ke nilai 1, maka semakin besar kemungkinan yang terjadi.

Sedangkan pengaruh batang terhadap penyerapan merkuri di dalam tanah didapatkan hasil bahwa sampel A dan sampel B terdapat Pengaruh Batang terhadap Merkuri dalam tanah yang berdasarkan hasil uji statistik uji statistik yang

memiliki yaitu adanya pengaruh atau hubungan R yaitu sebesar yaitu nilai yang terdapat padapenyerapan merkuri didalam tanah. Dari output tersebut diperoleh koefisien derteminasi (R Square) sebesar bahwa sampel A (R square 0,215) dan sampel B (R Square adalah 0,112). Artinya bahwa ada pengaruh penyerapan merkuri terhadap Hg di dalam tanah. maka hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh batang terhadap merkuri dalam tanah. Hal ini sesuai pernyataan Sugiyono, (2016) yaitu uji reliabilitas merupakan uji yang digunakan

Sedangkan pengaruh pertumbuhan tinggi terhadap hari sampel A dan B terdapat pengaruh pertumbuhan tinggi terhadap hari sampel A dan B yang memiliki nilai prob abilitas $\text{sig} < 0,05$ uji statistik yang memiliki yaitu adanya pengaruh atau hubungan R yaitu sebesar yaitu nilai yang terdapat pada nilai akar tanaman akar wangi. Dari output tersebut diperoleh koefisien derteminasi (R Square) sebesar bahwa sampel A (R square 0,212) dan sampel B (R Square adalah 0,142). Artinya bahwa ada pengaruh pertumbuhan tinggi terhadap hari sampel A dan B. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sugiyono, (2011) Analisis regresi linear sederhana adalah suatu alat analisis yang digunakan untuk mengukur pengaruh antar variabel bebas (X) dan variabel terikat (Y).

Sedangkan pengaruh pertumbuhan daun terhadap hari sampel A dan B terdapat pengaruh pertumbuhan daun terhadap hari sampel A dan B yang memiliki sampel A (R square 0,212) dan sampel B (R Square adalah 0,142). Artinya bahwa ada pengaruh pertumbuhan daun terhadap hari sampel A dan B. Hal ini sesuai penelitian Singgih Santoso, (2012) yang menjelaskan jika probabilitas $> 0,05$ maka distribusi dan model regresi normal, jika probabilitas $< 0,05$ maka distribusi dan model regresi tidak normal.

4.2.4. Efektivitas penyerapan Merkuri terhadap pertumbuhan Tanaman Akar Wangi

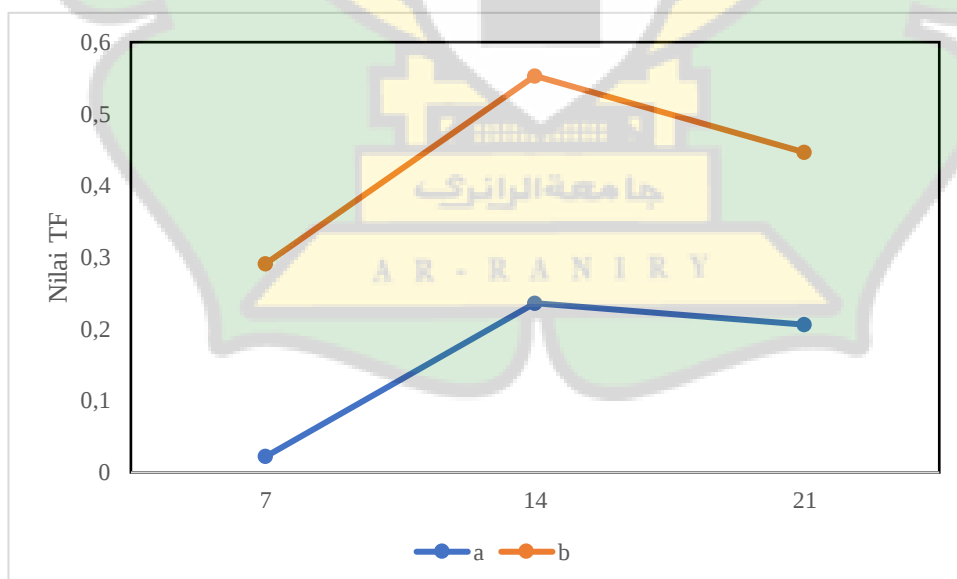
Efektivitas dari pertumbuhan tanaman akar wangi menyerap merkuri (Hg) mengalami perubahan pada tinggi batang dan jumlah daun yang bertambah, sementara pada gambar 4.3 pengamatan tanaman akar wangi hari 7-21 tanaman

sudah memperlihatkan sisi perubahan fisiologi seperti penambahan jumlah daun dan perubahan warna daun, sementara pada gambar 4.4 untuk batang tanaman akar wangi dari hari 7-14 mengalami perubahan tinggi batang yang tidak terlalu jauh tinggi dari tanaman hari pertama. Namun pada hari keenam pengamatan, tanaman akar wangi sudah mengalami perubahan adanya tumbuh daun diantaranya pada sampel A14,B14. Pada hari kesembilan tanaman sudah terjadi perubahan warna daun diantaranya pada sampel A14,A21 dan B7,B14. Pada hari ke 6 sampai ke 7 penambahan daun pada sampel A7 terjadi secara cepat mengalami penumbuhan daun sebanyak dua helai daun. Pada hari ke 21 sampel A21 mengalami penumbuhan daun baru hanya satu helai daun, hal ini dikarenakan pengaruh penyerapan merkuri terlalu berpengaruh kepada ketinggian sehingga mencapai 111 cm tinggi pada sampel A21. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lingga dkk (1999) mengemukakan bahwa jika unsur hara yang dibutuhkan tanaman tersedia dalam jumlah yang cukup, maka hasil metabolisme seperti sintesis meningkat.

Sementara pada gambar 4.4 pengamatan tanaman akar wangi dari hari ke 7 sampai dengan 14 terjadi perubahan fisiologi pada tanaman, sementara untuk batang tanaman akar wangi tidak mengalami perubahan. Berdasarkan hasil pengamatan hari ke 14 sampai hari ke 21 mengalami perubahan tinggi pada batang tanaman akar wangi secara bertahap sehingga pada sampel A tinggi batang pada hari ke 14 mengalami ketinggian mencapai 51,5 cm dari tinggi awal 41 cm, dan pada hari ke 21 sampel A mengalami ketinggian mencapai 111 cm. Sementara itu untuk sampel B pada hari ke 7 mengalami ketinggian 54 cm dan hari ke 14 hanya 56 cm dan pada hari ke 21 terdapat ketinggian 68 cm. Hal ini sesuai dengan pernyataan Levita, dkk., (2015) yaitu konsentrasi merkuri yang diserap oleh akar wangi menunjukkan semakin tinggi penambahan logam merkuri pada media tanam maka semakin tinggi pula konsentrasi logam merkuri yang diakumulasi oleh organ tanaman.

4.2.5. Faktor Translokasi (TF) Pada Tanaman Akar Wangi 7,14 Dan 21

Nilai TF pada tanaman akar wangi ditunjukkan pada gambar 4.5. Rasio translokasi Hg dari akar ke batang (TF) pada konsentrasi tanah tercemar 1,8816 ppm pada minggu pertama yaitu 0,022 ppm dan nilai TF pada minggu kedua didapatkan 0,236 ppm dan minggu ketiga 0,206 ppm. Rendahnya translokasi Merkuri ke bagian batang kemungkinan besar disebabkan oleh akar tanaman yang mengenali zat racun sehingga akar tanaman mengakumulasi Merkuri lebih besar daripada yang ditranslokasi ke batang dengan tujuan agar tanaman dapat bertahan hidup. Hal ini sesuai dengan pernyataan Handayani, dkk., (2018) yaitu jika nilai translokasi pada umbi menunjukkan nilai < 1 di semua perlakuan. Hal tersebut menunjukkan bahwa translokasi logam berat Cd dan akar ke umbi tidak banyak sehingga diharapkan umbi bawang merah tersebut memiliki organ berat Cd yang masih aman untuk dikonsumsi manusia. Nilai TF pada tanaman akar wangi pada konsentrasi tanah tercemar 1,9113 ppm, pada minggu pertama 0,297 ppm sedangkan pada minggu kedua nilainya lebih tinggi yaitu 0,553 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa pada minggu kedua translokasi merkuri dari batang ke akar pada tanaman Akar Wangi 1 kali lebih besar dari pada minggu pertama.



Gambar 4.7 Grafik nilai Faktor translokasi (TF) tanaman Akar Wangi

Berdasarkan perhitungan faktor translokasi (TF) pada tanaman Akar Wangi translokasi logam merkuri kurang dari 1 (< 1) yang menunjukkan bahwa translokasi logam merkuri lebih besar ke akar tanaman akar wangi dibandingkan bagian batang tanaman. Sehingga mekanisme yang terjadi adalah proses penyerapan logam merkuri adalah fitostabilisasi. Menurut Ghosh, dkk., (2005) menyatakan bahwa fitostabilisasi adalah kemampuan tanaman dalam mengekresikan (mengeluarkan) suatu senyawa yang disebut dengan senyawa kimia tertentu untuk mengimobilisasi logam berat ke daerah perakaran.

4.2.6. Nilai Biokonsentrasi faktor (BCF)

Nilai konsentrasi (BCF) nilai konsentrasi lebih besar dari 1 dapat ditemukan pada tanaman Akar Wangi. Berdasarkan tabel di bawah dapat ditemukan bahwa pada tanaman akar wangi nilai konsentrasi > 1 . Hal ini menunjukkan bahwa pada tanaman akar wangi di bagian akar banyak mengandung logam berat dari tanah.

Tabel 4.2 nilai perhitungan Biokonsentrasi faktor (BCF)

Nilai konsentrasi awal	Hari	BCF
1,8816 ppm	7	246,5
	14	1,88
	21	46,7
1,9113 ppm	7	1
	14	1,9113
	21	0,389

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh salami, dkk., (2008) mengenai pengaruh logam berat pada tanaman diperoleh hasil bahwa semakin besar konsentrasi di tanah maka semakin besar nilai yang diperoleh konsentrasi logam

berat total pada tanaman. Sedangkan menurut Darmono, (2001) bahwa dari beberapa penelitian mengenai bioakumulasi logam dalam jaringan tanaman bahwa akumulasi logam dari berturut-turut $Cd > Hg > Pb > Cu > Zn > Ni$. Pada hari ketujuh berdasarkan pembagian nilai konsentrasi Hg pada batang dan akar kemudian dibagi dengan konsentrasi Hg pada tanah maka didapatkan bahwa nilai biokonsentrasi (BCF) sebesar 246,5 ppm lebih kecil dari hari ke 14 yaitu dengan nilai sebesar 1,88 ppm dan pada hari ke 21 maka didapatkan nilai 46,7 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa faktor biokonsentrasi > 1 . Sedangkan pada sampel b hari ke 7 didapatkan nilai sebesar 1 ppm dan hari ke 14 mengalami kenaikan drastis sebesar 1,9113 ppm, dan pada hari ke 21 mendapatkan nilai sebesar 0,389 ppm. Hal ini sesuai pernyataan Van Esch, 1977 yaitu mengelompokkan sifat polutan kedalam tiga ukuran yaitu pertama kategori akumulatif ($BCF > 1000$), akumulatif sedang ($BCF 100-1000$) dan kategori rendah ($BCF < 100$).

Proyeksi yang akan terjadi kedepan terhadap tanah yang mengandung limbah Merkuri (Hg) bisa dijadikan sebuah penemuan-penemuan ilmiah yang bisa menghadirkan sebuah inovasi baru dalam ilmu teknik lingkungan. Penyisihan Merkuri (Hg) pada tanah limbah tailing berpengaruh terhadap waktu/hari dalam penyerapan Merkuri (Hg) oleh tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* L). Maka dari itu untuk mengurangi pencemaran merkuri (Hg) pada tanah maka dapat dilakukan penumbuhan tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L) di sepanjang kawasan pertambangan emas ilegal, sehingga dengan adanya fitoremediasi tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L) maka merkuri (Hg) yang terkandung dalam tanah berkurang.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* L) efektif menghilangkan Hg di dalam tanah pada hari ke 14. Berdasarkan perhitungan faktor translokasi (TF) pada batang tanaman akar wangi translokasi logam merkuri < 1 (kurang dari satu) yang menunjukkan translokasi logam merkuri lebih besar ke bagian akar tanaman dibandingkan dengan bagian batang tanaman, sehingga mekanisme yang terjadi pada proses penyerapan logam berat merkuri yaitu fitostabilisasi atau proses penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin diserap ke dalam batang tumbuhan. Nilai konsentrasi (BCF) nilai konsentrasi lebih besar dari 1 dapat ditemukan pada tanaman Akar Wangi. Berdasarkan Tabel dapat ditemukan bahwa pada tanaman Akar Wangi nilai konsentrasi > 1 . Hal ini menunjukkan bahwa pada tanaman Akar Wangi di bagian akar banyak mengandung logam berat dari tanah.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan pada peneliti selanjutnya perlu dilakukan analisis pada bagian daun dan mencoba pada tanaman lainnya serta dilakukan pengamatan dengan penambahan pemupukan dan perawatan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, R., & Indris, M. K. (2010). Penggunaan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*) untuk Penyisihan Logam Timbal Studi Kasus: Leuwigajah, Kota Cimahi. *Jurnal Teknik Lingkungan*, volume 16 nomor 1.
- Alfia, P., Syamsidar HS., & Aisyah (2016). Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* Terhadap Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd) pada Lahan TPA Tamangapa Antang makassar. *Al-kimia* vol 4, no.2.
- Afian, Z. (2006). Merkuri, antara Manfaat dan efek penggunaannya bagi Kesehatan Manusia dan Lingkungan. *Naskah Pidato Pengukuhan Guru Besar Tetap Universitas Sumatera Utara*.
- Arikunto.(2010). Edisi Revisi Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek.Jakarta:Rineka Cipta
- Balai Penelitian Tanah. (2009). Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Chen, L., Xu, Z., Ding, X., Zhang, W., Huang, Y., Fan, R., Sun, J., Liu, M., Qian, D., dan Feng, Y. (2012). Spatial Trend and Pollution Assessment of Total Mercury and Methylmercury Pollution in the Pearl River Delta Soil, South China. *Chemosphere*. 1-8.
- Channey, R.L Et, al. (1995). Potential Use Of Metal Hyperaccumulators, *Mining Environ Manag*. 3:9-10.
- Contoh, B., Issa, J., Tabares, I., Objek, P. B. B., Hasil, L., Informasi, T., Aradea, Ade Yuliana, H. H., Pattiserlihun, A., Setiawan, A., Trihandaru, S., Fisika, P. S., Sains, F., Kristen, U., Wacana, S., Diponegoro, J., Jawa, S., Indonesia, T., Putra, R. L., Hidayat, B., Adhitya Putra, D. K. T. (2019). No Title. In *Rabbit : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab* (Vol. 1, Issue 1).
- Faila, M. Arinafril, Suheryanto. (2015). Fitoremediasi Logam Berat Pb dengan menggunakan *Hydrillia verticillata* dan *Najas indica*. Vol 17. No. 3
- Gurnita, & Nunung, S, R.B (2017). Pengaruh Pengindus Ammonium Sulfat terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Rumpun Akar Wangi (*Vetiveria Zizanioides* L) yang ditanam pada Tailing Tambang Emas. *Journal Biosfer, J.Bio. Pendidikan*. Vol.2 , Hal 29.

- Hidayati, H., 2005. Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator (*Phytoremediation and potency of hyperaccumulator plant*, Jurnal Pusat penelitian biologi. Vol.5, No.1.
- Irmayanti (2013). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau *Brassica Juncea* L. terhadap Variasi Formulasi Nutrisi pada Sistem Aeroponik.
- Irsyad, M., Sikana, R. And Musafira 2014. Translokasi merkuri pada daun tanaman bayam duri (*amaranthus spinosus* L) dari tanah tercemar. Online *Journal of natural Science*. Vol. 3(1)., Hal 8-17.
- Junyo, G., Handayanto, E., Tanah, J., Pertanian, F., & Brawijaya, U. (2017). Potensi Tiga Varietas Tanaman Sawi Sebagai Akumulator Merkuri pada Tanah. In *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* (Vol. 4).
- Juhriah, Mir. A (2016). Fitoremediasi Logam Berat Merkuri Hg Pada Tanah Dengan Tanaman Celosia Plumosa (Voss) Burv. *Jurnal Biologi Makassar* (Bioma). Vol. 1. N0.1
- Levita, M,L, Rizal, L, Mukarlina (2015). Pengaruh logam merkuri (Hg) terhadap Pertumbuhan Seruni Rambat (*Wedelia Trilobata* L.Hitchc) . *Journal Biologi*. Hal.28
- Lingga, P, marsono (1994) Petunjuk Penggunaan Pupuk. Penebar swadaya, Jakarta
- Lela, L., K., Asep, K., & Ratnaningsih, E (2010). Efektivitas Biolarvasida Ekstrak Etanol Limbah Penyulingan Minyak Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*) terhadap Larva Nyamuk. *Jurnal sains dan teknologi kimia* vol 1. No. 2.
- Liu, W. X., Shen, L. F., Liu, J. W., Wang, Y. W., dan Li, S. R. (2007). *Uptake of Toxic Heavy Metals by Rice (Oryza sativa L.) Cultivated in the Agricultural Soil near Zhengzhou City, People's Republic of China. Bull Environ Contam Toxicol* 79 : 2009-213. DOI 10.1007/s00128-007-9164-0.
- Mirdat, Yosep S,P, Isrun (2013) Status Logam Berat Merkuri (Hg) dalam Tanah pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas di Kelurahan Poboya, Kota Palu. *Jurnal e-J Agrotekbis* 1(2) :127-134, Juni 2013.
- Mustafa, A. B., & Wahyuni, S. (2018). Fitoremediasi sebagai Alternatif Pemulihan Lahan Pasca Tambang. 6(1), 1–6.

- Muhammad,K.P. Syekhfani, Novalia,K (2018). Ekstraksi Merkuri Dari Limbah Pengolahan Bijih Emas menggunakan Tanaman Akar Wangi (*vetiveria zizanioides* L). Dengan penambahan EDTA. JURNAL Tanah Sumber Daya lahan. Vol.5 No.2
- Moral R, Navaro PedrenoJ, Gomez I, Mataix J. "*Effects of Chromium On The Element Content and Morphology of tomatoes. Journal Plant Nutrition.* 1995; 18(1995). (Ali, dkk. 2013).
- Samang,L. Zubair, A dan ASAD,A. (2014). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Zn dan Cu dengan menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*), Jurnal Tugas Akhir.
- Putra, D. K., & Astuti, W. W. (2020). *Analisis Konflik PT Emas Mineral Murni di Kabupaten Nagan Raya dan Kabupaten Aceh Tengah.* 8(2), 557–574.
- Pratiwi, C. A., & Ariesyady, H. D. (2014). Analisis Risiko Pencemaran Merkuri Terhadap Kesehatan Manusia Yang Mengonsumsi Beras Di Sekitar Kegiatan Tambang Emas Tradisional (Studi Kasus: Desa Lebaksitu, Kecamatan Lebak Gedong, Kabupaten Lebak, Banten). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 18(2), 106–114.
- Putra, D. K., Astuti, W. W., & Assalam, M. H. (2020). Conflict Analysis of PT Emas Mineral Murni in Nagan Raya and Central Aceh Regency. *Society*, 8(2), 529–545.
- Parachinensis, V. (n.d.). Fitoremediasi Logam Berat Cd (II), Cr (VI) dan Pb (II) Dalam Tanah dengan Tanaman Sawi Hijau (Brassica Rapa. Ii.)
- Pengambilan, P., Suganda, H., & Rachman, A. (n.d.). 2. Petunjuk Pengambilan Contoh Tanah. 3–24.
- Parachinensis, V. (n.d.). Fitoremediasi Logam Berat Cd (II), Cr (VI) dan Pb (II) Dalam Tanah dengan Tanaman Sawi Hijau (Brassica Rapa. (Ii).
- Ramadi, P. (2019). Profil Penambangan Emas di Kecamatan Beutong Kabupaten Nagan Raya.
- Rachmawati. Defri, Y. Rarasarum, D, K (2018). Potensi Mangrove *Avicennia Alba* sebagai Agen Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) di Perairan Wonorejo, Surabaya. *Jurnal kelautan.* Vol 11. No. 1
- Rony, I. Biebi, V,T. Ipung, F, P. (2018). Konsentrasi Logam Berat Pb Dan Cd pada Bagian Tumbuhan Akuatik *Coix Lacryma-Jobi* (Jali). *Jurnal Teknik Lingkungan.*

- Sumantri, A., Laelasari, E., Junita, N. R., dan Nasrudin, N. (2014). Logam Merkuri pada Pekerja Penambangan Emas Tanpa Izin. *Kesmas: National Public Health Journal*, 8(8), 398.
- Santoso, S (2012). Panduan lengkap SPSS Versi 20. Jakarta PT : Elex Media Komputindo.
- Sajidah. (2019). Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Pada Air dan Sedimen Sungai Geumpang, Pidie, Aceh.
- Sumantri, A., Laelasari, E., & Junita, N. R. (2013). Logam Merkuri pada Pekerja Penambangan Emas Tanpa Izin Mercury in the Illegal Gold Mining Workers.
- SNI-19-0428-1998-Petunjuk-pengambilan-contoh-padatan.pdf. (n.d.).
- Sugiyono (2011). Metode Penelitian Kualitatif dan R&D : PT. Alfabeta
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4. (2009). Tentang Pertambangan Mineral Dan Batubara Dengan Rahmat Tuhan Yang Maha Esa Presiden Republik Indonesia,.
- Yuli, A., dan Syaiful, B. (2018) Fitoremediasi Logam Berat dengan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides L*). *Jurnal Analytical and environmental chemistry*. 2 (2).

LAMPIRAN I
RENCANA ANGGARAN BIAYA

No	Keperluan	Jlh	Satuan	@harga	Total Biaya
1.	Analisis pendahuluan sampel Tanah terkontaminasi Hg di laboratorium.	4	Sampel Tanah	57.000	230.000
2.	Analisis sampel batang akar wangi setelah fitoremediasi.	12	Sampel batang akar wangi	100.000	1.200.000
3.	Analisis sampel akar sawi setelah fitoremediasi.	12	Sampel batang akar wangi	100.000	1.200.000
4.	Polybag	12	Polybag	-	100.000
TOTAL					2.730.000



LAMPIRAN II

HASIL UJI PENDAHULUAN

 Kementerian Perindustrian REPUBLIK INDONESIA	BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI LABORATORIUM PENGUJI BARISTAND INDUSTRI Banda Aceh (LABBA) Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lamteumen Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642 E-mail: bns_bna@yahoo.com Website: http://baristandaceh.kemperin.go.id	 KAN Laboratorium Penguji LP-800-IDN																							
LAPORAN HASIL UJI <i>Report of Analysis</i>																									
Halaman : 1 dari 1 Page																									
Tanggal Penerbitan : 23 Maret 2021 <i>Date of issue</i>	Nomor Laporan : 746/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/III/2021 <i>Report Number</i>																								
Kepada : Hartila Bayani UIN AR-Raniry di – Banda Aceh <i>To</i>	Nomor Analisis : Kim – 21 113 s/d kim 21 116 <i>Analysis Number</i>																								
Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa : <i>The undersigned certifies that examination</i>																									
Dari Contoh : Tanah <i>Of the Sample (s)</i>	Nomor BAPC : 55/Insd/Kim/2/2021 <i>BAPC Number</i>																								
Keterangan contoh : Diantar <i>Identity</i>	Untuk Analisis : Sesuai Parameter Uji <i>For Analysis</i>																								
Kode Contoh : " Sampel A, sampel B, sampel C, sampel D " <i>Code Sample</i>	Diambil dari : - <i>Taken from</i>																								
Tanggal Sampling : - <i>Date Of Sampling</i>	Tanggal Penerimaan : 18 Pebruari 2021 <i>Received On</i>																								
Tanggal Analisis : 18 Pebruari 2021 <i>Date of Analysis</i>	Hasil : <i>Results</i>																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="336 1404 395 1438">No.</th> <th data-bbox="456 1420 587 1438">Parameter Uji</th> <th data-bbox="660 1420 746 1438">Satuan</th> <th data-bbox="767 1420 868 1438">Metode Uji</th> <th colspan="4" data-bbox="1070 1404 1150 1422">Hasil Uji</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th data-bbox="895 1444 979 1462">sampel A</th> <th data-bbox="1018 1444 1102 1462">sampel B</th> <th data-bbox="1141 1444 1225 1462">sampel C</th> <th data-bbox="1264 1444 1348 1462">sampel D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="357 1473 368 1491">1.</td> <td data-bbox="411 1473 523 1491">Merkuri (Hg)</td> <td data-bbox="660 1473 724 1491">mg/kg</td> <td data-bbox="794 1473 836 1491">AAS</td> <td data-bbox="906 1473 970 1491">0,5498</td> <td data-bbox="1026 1473 1090 1491">1,8816</td> <td data-bbox="1145 1473 1209 1491">1,9113</td> <td data-bbox="1272 1473 1335 1491">0,6166</td> </tr> </tbody> </table>	No.	Parameter Uji	Satuan	Metode Uji	Hasil Uji								sampel A	sampel B	sampel C	sampel D	1.	Merkuri (Hg)	mg/kg	AAS	0,5498	1,8816	1,9113	0,6166	
No.	Parameter Uji	Satuan	Metode Uji	Hasil Uji																					
				sampel A	sampel B	sampel C	sampel D																		
1.	Merkuri (Hg)	mg/kg	AAS	0,5498	1,8816	1,9113	0,6166																		
BARISTAND INDUSTRI Banda Aceh Manajer Teknik I LABBA																									
Fitriana Djafar, S.Si MT NIP. 19790410 200212 2 001																									
F.5.10.01.02	Terbit/Revisi : 3/1																								

* Laporan Hasil Uji ini hanya berlaku untuk sekali pakai tersebut di atas

* Dilarang menyalin/duplikasi tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh

LAMPIRAN III
DOKUMENTASI PENELITIAN



Pengambilan Media Tanam



Memasuki media tanah ke polybag



Penimbangan Media Tanam



Penanaman Tanaman Akar Wangi



Penyiraman Tanaman Akar wangi



Pengukuran Tinggi Batang Tanaman

LAMPIRAN IV

PENGARUH TUMBUHAN DENGAN PARAMETER

1. **Pengaruh Akar dengan tanah tercemar mengandung Hg**

- Sampel A

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1,000 ^a	1,000	,124.	3,124.

a. Predictors: (Constant), tanah

- Sampel B

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1,000 ^a	,215	,162.	2,324.

a. Predictors: (Constant), tanah

2. **Pengaruh Batang dengan tanah tercemar mengandung Hg**

- Sampel A

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,342 ^a	,212	,199	3,618.

a. Predictors: (Constant), batang

- Sampel B

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.312 ^a	.112	.162	2,128.

a. Predictors: (Constant), batang

2. Pengaruh hari terhadap tinggi tanaman

- Sampel A

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.302 ^a	.212	.262	1,228.

a. Predictors: (Constant), tinggi

- Sampel B

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.342 ^a	.112	.112	2,318.

a. Predictors: (Constant), tinggi

3. **Pengaruh hari terhadap pertumbuhan daun baru**

- Sampel A

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.332 ^a	.212	.362	3,128.

a. Predictors: (Constant), daun

- Sampel B

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.352 ^a	.142	.132	3,134.

a. Predictors: (Constant), daun

LAMPIRAN V

HASIL UJI MERKURI (Hg) AKAR,BATANG Dan TANAH



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Teuku Syech Abdul Rauf No.7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax (0651) 7552222
Laman, <http://che.unsyiah.ac.id>; email : tpkl@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

Nomor : 253/JTK – USK/LTPKL/2021

Nama Pelanggan : Hartila Bayani
Alamat Pelanggan : Darussalam, Banda Aceh
Tanggal Diterima : 8 November 2021
Jenis Contoh Uji : Tanah
Tanggal Dianalisa : 15 November 2021 - 16 November 2021
Parameter Dianalisa : Merkuri (Hg)
Untuk Keperluan : Untuk Penelitian Mahasiswa
Baku Mutu : $> 0,001 \mu/g$

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket
1.	A-7	μ/g	$> 0,001$	0,0076	lih. (1)
2.	A-14	μ/g	$> 0,001$	0	lih. (2)
3.	A-21	μ/g	$> 0,001$	0,04	lih. (1)
4.	B-7	μ/g	$> 0,001$	1,02	lih. (1)
5.	B-14	μ/g	$> 0,001$	0	lih. (2)
6.	B-21	μ/g	$> 0,001$	0,49	lih. (1)

Keterangan:

- 1) Terdeteksi karena konsentrasi di atas baku Mutu ($> 0,001 \mu/g$)
- 2) Tidak terdeteksi karena konsentrasi dibawah limit deteksi alat ($< 0,001 \mu/g$)

Darussalam, 16 November 2021
Ketua

Dr. Edy Muliwar, S.T., M.Eng.
NID. 096912101998021001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Teuku Syech Abdul Rauf No.7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax (0651) 7552222
Laman. <http://che.unsyiah.ac.id> email : tpkl@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

Nomor : 253/JTK – USK/LTPKL/2021

Nama Pelanggan : Hartila Bayani
Alamat Pelanggan : Darussalam, Banda Aceh
Tanggal Diterima : 8 November 2021
Jenis Contoh Uji : Batang Tanaman
Tanggal Dianalisa : 15 November 2021 - 16 November 2021
Parameter Dianalisa : Merkuri (Hg)
Untuk Keperluan : Untuk Penelitian Mahasiswa
Baku Mutu : $> 0.001 \mu/g$

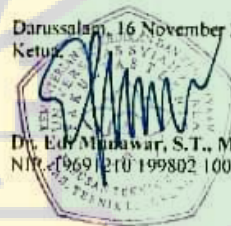
No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket
1.	A-7	μ/g	> 0.001	1.254	lih. (1)
2.	A-14	μ/g	> 0.001	0.36	lih. (1)
3.	A-21	μ/g	> 0.001	0.32	lih. (1)
4.	B-7	μ/g	> 0.001	0.23	lih. (1)
5.	B-14	μ/g	> 0.001	0.6813	lih. (1)
6.	B-21	μ/g	> 0.001	0.59	lih. (1)

Keterangan:

1) Terdeteksi karena konsentrasi di atas baku Mutu ($> 0.001 \mu/g$)

Darussalam, 16 November 2021
Ketua

Dr. Edy Munawar, S.T., M.Eng
NIP. 196912101998021001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Teuku Syech Abdul Rauf No.7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax (0651) 7552222
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; email : hpkl@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

Nomor : 253/JTK – USK/LTPKL/2021

Nama Pelanggan : Hartila Bayani
Alamat Pelanggan : Darussalam, Banda Aceh
Tanggal Diterima : 8 November 2021
Jenis Contoh Uji : Akar Tanaman
Tanggal Dianalisa : 15 November 2021 - 16 November 2021
Parameter Dianalisa : Merkuri (Hg)
Untuk Keperluan : Untuk Penelitian Mahasiswa
Baku Mutu : $> 0,001 \mu/g$

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket
1.	A-7	μ/g	$> 0,001$	0,62	lih. (1)
2.	A-14	μ/g	$> 0,001$	1,52	lih. (1)
3.	A-21	μ/g	$> 0,001$	1,55	lih. (1)
4.	B-7	μ/g	$> 0,001$	0,79	lih. (1)
5.	B-14	μ/g	$> 0,001$	1,23	lih. (1)
6.	B-21	μ/g	$> 0,001$	1,32	lih. (1)

Keterangan:

1) Terdeteksi karena konsentrasi di atas baku Mutu ($> 0,001 \mu/g$)

Darussalam, 16 November 2021
Ketua,

Dr. Edy Munawar, S.T., M.Eng
NIP. 19691210 199802 1001



LAMPIRAN VI
PERHITUNGAN FAKTOR TRANSLOKASI (TF)

1. Perhitungan Faktor Translokasi (TF) hari ketujuh (7)
 - a. Tanah tercemar Merkuri 1,8816 ppm
$$TF = \frac{1,254}{0,62}$$
$$TF = 0,022 \text{ ppm}$$
 - b. Tanah tercemar Merkuri 1,9113 ppm
$$TF = \frac{0,23}{0,79}$$
$$TF = 0,291 \text{ ppm}$$
2. Perhitungan Faktor Translokasi (TF) hari keempat belas (14)
 - a. Tanah tercemar Merkuri 1,8816 ppm
$$TF = \frac{0,36}{1,52}$$
$$TF = 0,236 \text{ ppm}$$
 - b. Tanah tercemar Merkuri 1,9113 ppm
$$TF = \frac{0,6813}{01,23}$$
$$TF = 0,553 \text{ ppm}$$
3. Perhitungan Faktor Translokasi (TF) hari kedua puluh satu (21)
 - a. Tanah tercemar Merkuri 1,8816 ppm
$$TF = \frac{0,32}{1,55}$$
$$TF = 0,206 \text{ ppm}$$
 - b. Tanah tercemar Merkuri 1,9113 ppm
$$TF = \frac{0,59}{1,32}$$
$$TF = 0,446 \text{ ppm}$$

LAMPIRAN VII
PERHITUNGAN BIOKONSENTRASI FAKTOR (BCF)

1. Perhitungan Biokonsentrasi faktor (BCF) hari ketujuh (7)
 - a. Tanah tercemar Merkuri 1,8816 ppm
$$BCF = \frac{1,874}{0,0076}$$
$$BCF = 246,5 \text{ ppm}$$
 - b. Tanah tercemar Merkuri 1,9113 ppm
$$BCF = \frac{1,02}{1,02}$$
$$BCF = 1 \text{ ppm}$$
2. Perhitungan Biokonsentrasi faktor (BCF)) hari keempat belas (14)
 - a. Tanah tercemar Merkuri 1,8816 ppm
$$BCF = \frac{1,88}{0}$$
$$BCF = 1,88 \text{ ppm}$$
 - b. Tanah tercemar Merkuri 1,9113 ppm
$$BCF = \frac{1,9113}{0}$$
$$BCF = 1,9113 \text{ ppm}$$
3. Perhitungan Biokonsentrasi faktor (BCF) hari ke dua puluh satu (21)
 - a. Tanah tercemar Merkuri 1,8816 ppm
$$BCF = \frac{1,87}{0,04}$$
$$BCF = 46,7 \text{ ppm}$$
 - b. Tanah tercemar Merkuri 1,9113 ppm
$$BCF = \frac{1,91}{0,49}$$
$$BCF = 0,389 \text{ ppm}$$