

**FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR ALUMINIUM (Al)
DENGAN MENGGUNAKAN TANAMAN AKAR WANGI
(*Vetiveria zizanioides L*)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

**SITI HAJAR
NIM. 160702101
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM-BANDA ACEH
2022 M / 1443 H**

LEMBARAN PERSETUJUAN

**FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR ALUMINIUM (Al)
DENGAN MENGGUNAKAN TANAMAN AKAR WANGI (*Vetiveria zizanioides L*)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Mem peroleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan**

Diajukan oleh:

**SITI HAJAR
NIM. 160702101**

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

Banda Aceh, 10 Januari 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I

**Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901**

Pembimbing II

**Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc
NIDN. 2013128901**

Mengetahui,

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

Nur Aida

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

LEMBAR PENGESAHAN
FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR ALUMINIUM (Al)
DENGAN MENGGUNAKAN TANAMAN AKAR WANGI
(*Vetiveria zizanioides* L)

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munqasyah 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

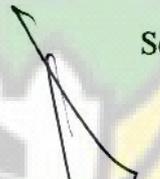
Pada Hari / Tanggal: Kamis, 13 Januari 2022
10 Jumaidil Akhir 1443

Panitia Ujian Munqasyah Tugas Akhir

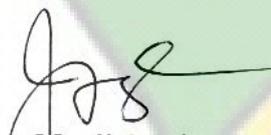
Ketua,


Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

Sekretaris,


Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc
NIDN. 2013128901

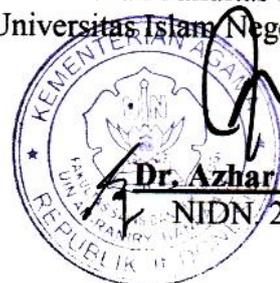
Penguji I,

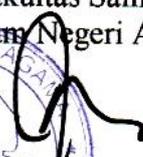

Muslich Hidayat, M.Si
NIDN. 2002037902

Penguji II,


Ilham Zulfahmi, M.Si
NIDN. 1316078801

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




Dr. Azhar Amsal, M.Pd.
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Siti Hajar

NIM : 160702101

Program Studi : Teknik Lingkungan

Judul : Fitoremediasi Tanah Tercemar Aluminium (Al) dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides* L).

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian 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 mempertanggungjawabkan atas karya ini.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat mempertanggungjawabkan dan ternyata ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan saya ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 10 Januari 2022

Yang menyatakan,



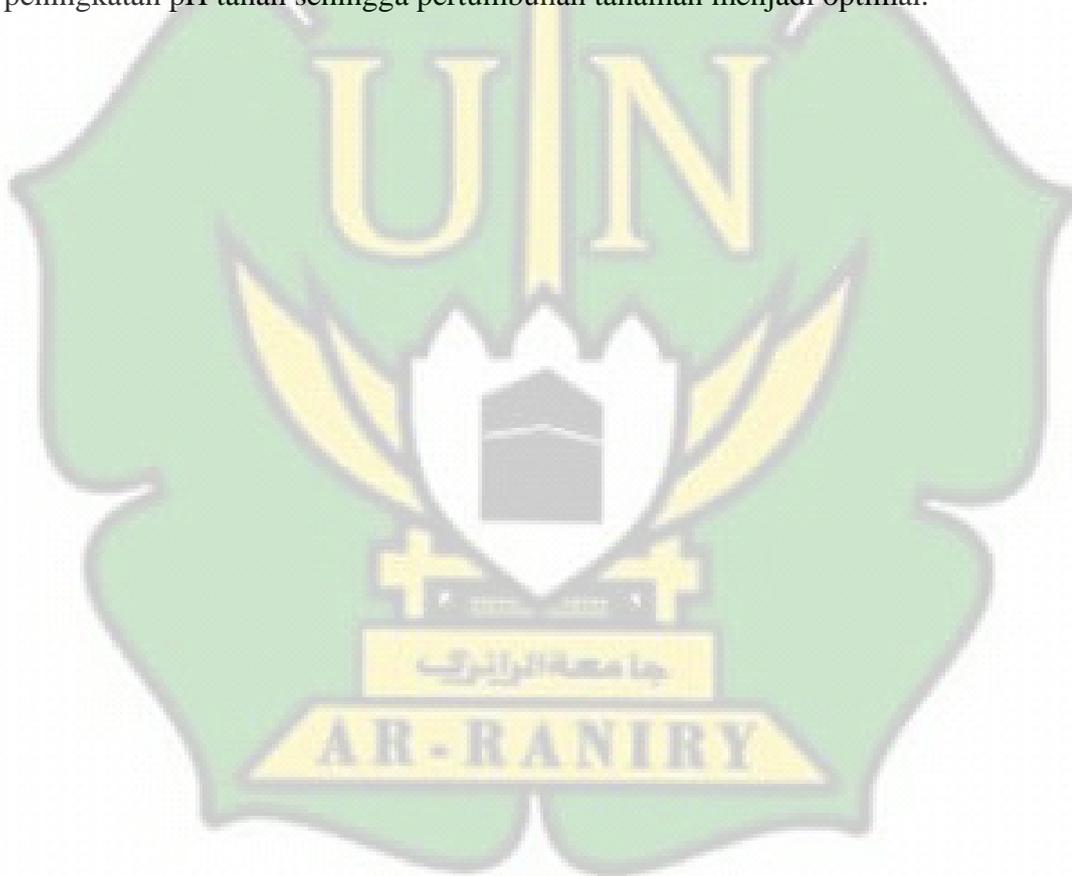
Siti Hajar

ABSTRAK

Nama : Siti Hajar
NIM : 160702101
Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Fitoremediasi Tanah Tercemar Aluminium (Al) dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*)
Tanggal Sidang : 13 Januari 2022
Tebal Skripsi : 50 Halaman
Pembimbing I : Arief Rahman, M.T
Pembimbing II : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc
Kata Kunci : Fitoremediasi, Tanah, Aluminium (Al), Akar wangi (*Vetiveria zizanioides*)

Perkembangan industri yang semakin pesat akan menimbulkan pencemaran lingkungan di sekitarnya. Salah satunya adalah pencemaran tanah oleh logam berat yang dihasilkan dari industri tersebut. Metode yang dapat digunakan untuk meremediasi lahan tercemar adalah dengan menggunakan tanaman fitoremediasi. Akar wangi merupakan salah satu tanaman *perennial* yang berbentuk rumpun dengan memiliki perakaran yang rimbun serta tumbuh lurus ke dalam tanah, termasuk golongan rumput (*Poaceae*) memiliki tinggi 0,5-1,5m. Tanaman ini tahan terhadap logam berat, salinitas dan dapat tumbuh pada pH antara 3-11,5 sehingga dapat digunakan untuk memulihkan kondisi fisik dan kimia tanah yang rusak. Tanaman Akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) telah banyak digunakan sebagai tanaman fitoremediasi pada berbagai jenis logam. Namun untuk fitoremediasi logam Aluminium belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanaman Akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) dalam mengakumulasi logam Aluminium ke dalam biomassa tanaman serta untuk mengetahui pengaruh waktu kontak fitoremediasi tanaman Akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) dalam meremediasi tanah tercemar Aluminium. Pada penelitian ini menggunakan media tanam Aluminium buatan dengan konsentrasi 9 ppm, sampel yang dianalisis pada tumbuhan akar wangi yaitu akar dan daun selama 21 hari proses fitoremediasi. Untuk pengujian logam Aluminium menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS). Dari hasil penelitian pada minggu pertama akumulasi pada akar sebesar 4,0448 $\mu\text{g/g}$, minggu kedua 3,0927 $\mu\text{g/g}$, dan pada minggu ketiga 3,6690 $\mu\text{g/g}$. Besarnya akumulasi logam Al pada minggu pertama disebabkan karena pada minggu pertama tanaman masih dalam masa pertumbuhan sehingga akumulasi logam meningkat. Pada minggu kedua terjadinya penurunan, hal ini disebabkan karena adanya akumulasi logam Al yang telah mengakibatkan tumbuhan mengalami keracunan sehingga akumulasi Al menurun. Sedangkan pada minggu ketiga meningkat kembali, hal ini disebabkan karena tanaman sudah beradaptasi dengan lingkungan logam Al sehingga penyerapan meningkat.

Sedangkan akumulasi logam berat Al di daun pada minggu pertama 2,5301 $\mu\text{g/g}$, minggu kedua 2,9970 $\mu\text{g/g}$, dan pada minggu ketiga 3,9580 $\mu\text{g/g}$. Meningkatnya penyerapan logam Al pada daun disebabkan oleh lamanya waktu yang digunakan dalam proses fitoremediasi, semakin lama waktu yang digunakan maka konsentrasi logam berat yang diserap akan semakin besar. Sedangkan untuk nilai TF pada minggu pertama 0,6255 $\mu\text{g/g}$, pada minggu kedua 0,969 $\mu\text{g/g}$, dan pada minggu ketiga 1,0787 $\mu\text{g/g}$. Besarnya akumulasi logam Aluminium pada minggu pertama disebabkan karena pada minggu pertama tanaman masih dalam pertumbuhan sehingga akumulasi logam beratnya meningkat. Pada minggu kedua Translokasi dari akar menuju daun dikarenakan karena adanya proses difusi, osmosis, dan daya kapilaritas serta daya serap isap daun dan tekanan oleh akar. Selain itu meningkatnya nilai translokasi Al ke bagian daun disebabkan oleh peningkatan pH tanah sehingga pertumbuhan tanaman menjadi optimal.



ABSTRACT

Name : Siti Hajar
NIM : 160702101
Study Program : *Environmental Engineering, Faculty Science and Technology (FST)*
Title : *Phytoremediation of Heavy Metal Aluminum (Al) Polluted Soil by Using Fragrant Root Plant (Vetiveria zizanioides).*
Defense Date : 13 January
Number of Pages : 50 Page
Thesis Advisor I : Arief Rahman, M.T
Thesis Advisor II : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc
Key Words : *Soil, phytoremediation, Vetiveria zizanioides*

The rapid development of industry will cause environmental pollution in the vicinity. One of them is soil pollution by heavy metals produced from the industry. The method that can be used to remediate polluted land is by using plants (phytoremediation). Vetiver is a perennial plant in the form of a clump with thick roots and grows straight into the ground, including the grass group (Poaceae) with a height of 0.5-1.5m. This plant is resistant to heavy metals, salinity and can grow at a pH between 3-11.5 so it can be used to restore the physical and chemical conditions of damaged soil. Vetiver (Vetiveria zizanioides L) has been widely used as a phytoremediation plant for various metals. However, for aluminum metal phytoremediation has never been done. This study aims to determine the ability of vetiver plants in accumulating heavy metal aluminum into plant biomass and to determine the effect of phytoremediation contact time of vetiver plants in remediating Al contaminated soil. In this study using artificial Al planting media with a concentration of 9 ppm, the samples were analyzed on vetiver plants, namely roots and leaves for 21 days of the phytoremediation process. For heavy metal testing using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). From the results of the study in the first week of accumulation in the roots of 4.0448 µg/g, the second week 3.0927 µg/g, and in the third week 3.6690 µg/g. The amount of accumulation of Al metal in the first week was due to the fact that in the first week the plant was still growing, so that metal accumulation increased. In the second week of decline, this was due to the accumulation of Al metal which had resulted in the plant being poisoned so that Al accumulation decreased. Meanwhile, in the third week it increased again, this was because the plants had adapted to the Al metal environment so that absorption increased.

Meanwhile, the accumulation of heavy metal Al in the leaves in the first week was 2.5301 µg/g, the second week was 2.9970 µg/g, and in the third week 3.9580 µg/g. The increased absorption of Al metal in leaves was caused by the length of time used in the phytoremediation process, the longer the time used, the greater the concentration of heavy metals absorbed. Meanwhile, the TF value in the first week was 0.6255 µg/g, in the second week 0.969 µg/g, and in the third

week 1.0787 µg/g. The amount of aluminum metal accumulation in the first week was due to the fact that in the first week the plants were still growing, so the accumulation of heavy metals increased. In the second week, the translocation from the roots to the leaves was due to the process of diffusion, osmosis, and capillarity as well as the absorption of leaf suction and pressure by the roots. In addition, the increased value of Al translocation to the leaves was caused by an increase in soil pH so that plant growth became optimal.



KATA PENGANTAR

Segala puji hanya milik Allah SWT, Dia-lah yang telah menganugerahkan al-Qur'an sebagai hudan lin nas (petunjuk bagi seluruh manusia) dan rahmatan lil,alamin (rahmat bagi segenap alam). Dia-lah yang Maha Mengetahui makna dan maksud kandungan Al-Qur'an. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW utusan dan manusia pilihan, dialah penyampai, pengamal dan pentafsir pertama Al-Qur'an.

Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“Fitoremediasi Tanah Tercemar Aluminium (Al) dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides L*)”**. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh sarjana di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Selama persiapan penyusunan tugas akhir ini, penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis tak lupa mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayanda. Ibunda. Kakak. Abang. dan keluarga besar saya yang selalu mendoakan penulis serta memberikan dukungan penuh kepada penulis dalam mengerjakan penelitian ini.
2. Dr. Eng. Nur Aida, M,Si selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Ibu Husnawati Yahya, S.SI. M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc., selaku dosen wali Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
5. Bapak Arief Rahman, M.T selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberi arahan kepada penulis dalam pengerjaan tugas

akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh.

6. Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberi arahan kepada penulis dalam pengerjaan tugas akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Banda Aceh.
7. Bapak Muslich Hidayat, M.Si. selaku dosen penguji I yang telah memberikan tambahan ilmu dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Bapak Ilham Zulfahmi, M.Si. selaku dosen penguji II yang telah memberikan tambahan ilmu dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
9. Seluruh dosen dan laboran Program Studi Teknik Lingkungan yang telah memotivasi dan mengajari penulis tentang hebatnya ilmu teknik lingkungan.
10. Kak Ida dan Kak Nurul Huda sebagai staf di Program Studi Teknik Lingkungan yang banyak membantu dalam proses administrasi.
11. Lelis Handayani, Husnul Khatimah, Handriani, Natasya, Zuhaika Fitri, Rizki Anda Riska, Rosdiana, Muhammad Rizal, dan seluruh teman-teman leting 2016 teknik lingkungan yang telah memberikan masukan dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini.
12. Dan semua pihak yang telah terlibat dalam proses pembuatan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Saya berharap tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih banyak kekurangan. Karena itu penulis menerima kritikan dan saran untuk bisa memperbaiki tugas akhir ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 10 Januari 2022
Penulis,

Siti Hajar

DAFTAR ISI

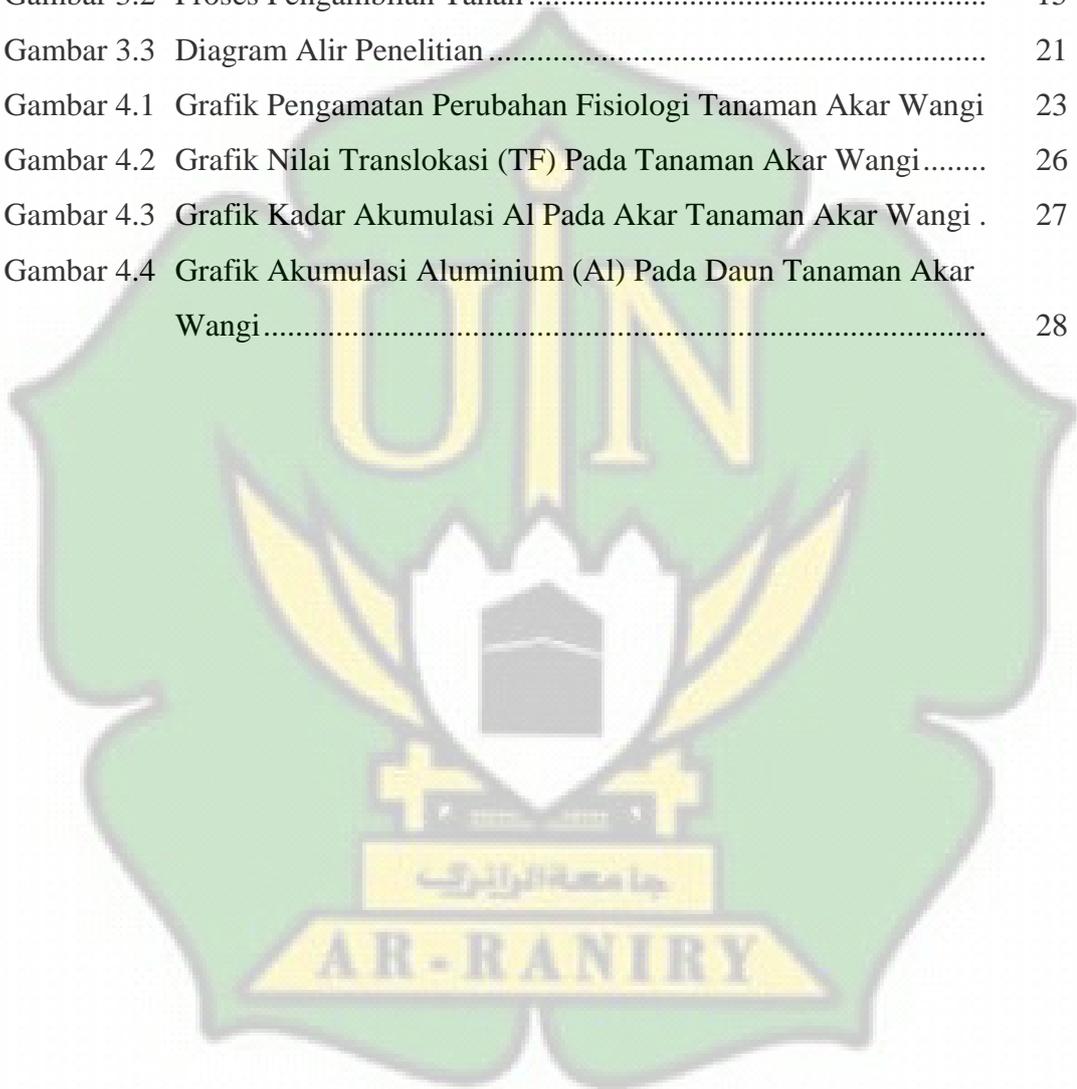
LEMBAR PERNYATAAN	i
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pencemaran Tanah	4
2.2 Logam Aluminium (Al)	5
2.3 Fitoremediasi	6
2.4 Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides L</i>).....	10
2.6 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	11
2.7 Penelitian Terdahulu	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Prosedur Penelitian	14
3.4 Analisis Data Penelitian.....	19
3.5 Diagram Alir Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil	31
4.2 Pembahasan	34
4.2.1 Faktor Translokasi (TF).....	34
4.2.2 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Kemampuan Tanaman Akar wangi Sebagai Tanaman Fitoremediator ..	36

BAB V PENUTUP	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i> L)	10
Gambar 3.1	Lokasi Pengambilan Tanah.....	15
Gambar 3.2	Proses Pengambilan Tanah	15
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 4.1	Grafik Pengamatan Perubahan Fisiologi Tanaman Akar Wangi	23
Gambar 4.2	Grafik Nilai Translokasi (TF) Pada Tanaman Akar Wangi.....	26
Gambar 4.3	Grafik Kadar Akumulasi Al Pada Akar Tanaman Akar Wangi .	27
Gambar 4.4	Grafik Akumulasi Aluminium (Al) Pada Daun Tanaman Akar Wangi.....	28



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides L</i>).....	10
Tabel 2.2 Studi Literatur Penelitian.....	12
Tabel 4.1 Hasil Eksperimen Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides L</i>).....	22
Tabel 4.2 Pengamatan Terhadap Perubahan Tanaman Akar wangi.....	23



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri yang semakin pesat akan menimbulkan pencemaran disekitarnya. Salah satunya adalah pencemaran tanah oleh logam yang dihasilkan dari industri tersebut. Limbah logam dapat mengkontaminasi tanah dan perairan melalui air, angin dan terakumulasi oleh tumbuhan. Limbah logam menjadi hal yang sangat serius untuk diperhatikan, karena senyawa logam adalah senyawa organik yang sangat sulit didegradasi oleh mikroorganisme untuk diurai menjadi senyawa non polutan (Rosita, 2019). Salah satu logam yang berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup adalah logam Al. Senyawa Al umumnya ditemukan akibat adanya pencemaran Al oleh suatu industri. Al banyak digunakan sebagai peralatan dapur, bahan konstruksi bangunan, kegiatan industri pemurnian Al, dan kegiatan daur ulang Al. Proses pemurnian Al menghasilkan berbagai jenis limbah yaitu *skimming*, abu/*dross*, *slag* Al dan berbagai jenis impuritas. Dampak dari paparan logam Al terhadap manusia dapat terjadi melalui minuman, makanan, pernafasan, dan kontak langsung dengan kulit. Dampak apabila terkena pada kulit adalah tersumbatnya pori-pori kulit, akibatnya kulit tidak dapat mengeluarkan racun secara alami. Dalam waktu yang lama dan pada konsentrasi tinggi Al dapat menyebabkan efek terhadap kesehatan diantaranya seperti kerusakan pada sistem saraf pusat, kehilangan memori, kelesuan, gemeteran (Amrin & Ardila 2017).

Pencemaran logam dalam tanah sangat sulit untuk didegradasi dan untuk memperbaiki kualitas tanah membutuhkan biaya yang besar, oleh karena itu diperlukan suatu cara untuk meningkatkan kualitas tanah yang tercemar logam dengan biaya yang murah dan terjangkau yaitu dengan memanfaatkan teknik fitoremediasi. Fitoremediasi adalah teknologi untuk memperbaiki lahan dengan menggunakan tanaman. Tanaman yang digunakan untuk proses fitoremediasi mempunyai bentuk yang beraneka ragam, baik yang berwujud seperti alang-alang

maupun membentuk jalinan berupa rumput. Tanaman hiperakumulator merupakan tanaman yang dapat hidup pada keadaan konsentrasi logam berat yang tinggi, tanaman ini juga dapat menyerap logam dalam tanah. Fitoremediasi menggunakan tanaman, akan tetapi tidak semua tanaman bisa digunakan, karena tidak semua tanaman bermetabolisme, menguap dan mengakumulasi seluruh kontaminasi dengan teknik yang sama. Tanaman yang dapat digunakan untuk fitoremediasi adalah dengan ciri-ciri sebagai berikut: pertumbuhan cepat, dapat mengkonsumsi banyak air dalam waktu yang singkat, dapat memperbaiki lebih dari satu kontaminan serta memiliki toleransi yang tinggi terhadap kontaminasi (Rhenny, 2018).

Akar wangi merupakan salah satu tanaman *perennial* (tanaman menahun) yang berbentuk rumput dengan memiliki perakaran yang rimbun serta tumbuh lurus ke dalam tanah, termasuk golongan rumput (*Poaceae*) memiliki tinggi 0,5-1.5m. Tanaman ini tahan terhadap logam berat, salinitas dan dapat tumbuh pada pH antara 3-11,5 sehingga dapat digunakan untuk memulihkan kondisi fisik dan kimia tanah yang rusak. Pemanfaatan akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) sebagai fitoremediator logam berat mempunyai pengaruh yang baik, karena selain mampu mengakumulasi logam berat pada jaringan tanaman juga mempunyai daya penyesuaian yang luas serta mampu tumbuh di berbagai lokasi (Gurnita, 2017). Tumbuhan akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) adalah suatu tumbuhan hiperakumulator logam berat yang mempunyai sifat adanya daya serap atau akumulasi yang tinggi kepada logam berat. Selain itu tanaman ini mampu tumbuh baik diberbagai tipe dan kondisi tanah, keadaan iklim yang ekstrem, maupun pada tanah tercemar berbagai jenis logam berat (Deli & Efraim, 2017).

Tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) adalah tanaman obat yang mempunyai harum yang sangat cukup menimbulkan asam *vetivenant* dan didalamnya ada senyawa *vetiverol* serta mengandung minyak atsiri di bagian akarnya. Kandungan yang terdapat pada *Vetiveria zizanioides* merupakan minyak akar wangi (*vetiver oil*). Tumbuhan akar wangi sudah terlihat bahwasanya tumbuhan yang resisten dengan semua serangan hama yang memiliki kemampuan sebagai bioinsektisida sangat kuat. Maka oleh sebab itu tanaman akar wangi

terdapat kandungan komponen aktif yang sangat berguna untuk insektisida, senyawa yang terdapat banyak sekali efek penolakan serangga (Dafni dkk., 2020)

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, tanaman akar wangi mampu mengurangi kadar logam berat Tembaga (Cu) pada tanah, terbukti dari terjadinya penurunan kadar Tembaga (Cu) pada akhir perlakuan fitoremediasi. Efektifitas penyisihan tertinggi tanaman akar wangi dalam menurunkan kadar Tembaga (Cu) pada tanah terdapat pada perlakuan variasi jumlah tanaman 12 batang dengan nilai 95,56% (Sisilia dkk., 2014). Pada penelitian berikutnya juga memanfaatkan tanaman akar wangi dalam menurunkan logam berat Seng (Zn) dan Tembaga (Cu) efektifitas penyerapan tanaman akar wangi dalam meremediasi logam berat Seng (Zn) mencapai 69,68% dan logam Tembaga (Cu) mencapai 82,4% dalam detensi waktu selama 21 hari (As'ad, 2014). Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka penulis melakukan penelitian tentang kemampuan tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) dalam meremediasi tanah tercemar logam berat Al.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kemampuan tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) dalam meremediasi tanah tercemar Al berdasarkan faktor tranlokasi (TF)?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu kontak terhadap kemampuan tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) dalam meremediasi tanah tercemar Al?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kemampuan tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides L*) dalam meremediasi tanah tercemar Al berdasarkan faktor tranlokasi (TF)
2. Menganalisis pengaruh variasi waktu kontak fitoremediasi tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) dalam meremediasi tanah tercemar Al.

1.4 Manfaat Penelitian

Dapat memberikan informasi mengenai alternatif tumbuhan yang dapat digunakan sebagai Fitoremediator. Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan informasi mengenai seberapa besar akumulasi AI ke dalam tanaman akar wangi.
2. Dapat memberikan informasi bagi pemerintah dan pelaku industri mengenai alternatif pengolahan limbah yang ramah lingkungan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Tanah

Menurut Muslimah (2015), Pencemaran tanah adalah suatu keadaan yang mana bahan kimia masuk dan mengubah lingkungan tanah alami. Pencemaran ini biasanya terjadi akibat kebocoran limbah cair atau bahan kimia pada industri atau fasilitas komersial seperti penggunaan pestisida, kecelakaan kendaraan pengangkut minyak, zat kimia, air limbah dari tempat penimbunan sampah serta limbah industri yang langsung dibuang ke tanah secara tidak memenuhi syarat (*illegal dumping*). Ketika suatu zat berbahaya atau beracun telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan atau masuk ke dalam tanah. Pencemaran yang masuk ke dalam tanah kemudian terendap sebagai zat kimia beracun di tanah. Zat beracun di tanah tersebut dapat berdampak langsung terhadap manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya. Pencemaran pada tanah bisa disebabkan oleh limbah domestik, limbah pertanian, dan limbah industri.

1. Limbah domestik

Limbah industri bisa menyebabkan pencemaran tanah diantaranya bisa berasal dari daerah: pemukiman penduduk, perdagangan atau pasar, tempat usaha hotel dan lainnya. Kelembagaan seperti kantor-kantor pemerintahan dan swasta, bisa berupa limbah padat dan limbah cair. limbah padat berbentuk sampah anorganik, jenis sampah ini tidak bisa diuraikan oleh mikroorganisme (*non-biodegradable*) misalnya seperti kantong plastik, bekas dari kaleng minuman, bekas botol plastik dari air mineral, dan lainnya. Limbah cair berbentuk tinja, deterjen, oli, cat. Apabila meresap kedalam tanah akan kandungan air tanah dan bisa menyebabkan mikroorganisme didalam tanah akan mati.

2. Limbah pertanian

Limbah dari pertanian bisa menyebabkan pencemaran tanah, diantaranya dari sisa-sisa pupuk sintetik untuk menyuburkan tanah/tanaman, misalnya pupuk urea dan pestisida pemberantas hama tanaman.

3. Limbah industri

Limbah industri yang dapat menyebabkan pencemaran tanah berasal dari daerah: pabrik, Manufaktur, industri kecil, industri perumahan, bisa berupa limbah padat dan cair.

- a. Limbah industri yang padat atau limbah padat yang adalah hasil buangan industri berupa padatan, lumpur, bubuk yang berasal dari proses pengolahan. Misalnya sisa pengolahan pabrik gula, pulp, kertas, rayon, plywood, pengawetan buah, ikan daging dll.
- b. Limbah cair yang adalah hasil pengolahan dalam suatu proses produksi, misalnya sisa-sisa pengolahan industri pelapisan logam dan industri kimia lainnya. Tembaga, timbal, perak, khrom, arsen dan boron adalah zat hasil dari proses industri pelapisan logam (Muslimah, 2015).

2.2 Logam Aluminium (Al)

Nama Aluminium diturunkan dari kata alum yang menunjuk pada senyawa garam rangkap. Kata ini berasal dari bahasa latin alumen yang artinya garam pahit. Aluminium dengan konfigurasi elektron $[10\text{Ne}]3s^23p^1$ mempunyai tingkat oksidasi dalam senyawa. Aluminium adalah salah satu jenis logam golongan 3A dengan nomor atom 13 dan massa atom 26,98 yang dikategorikan sebagai zat berbahaya bagi lingkungan. Aluminium merupakan logam dengan jumlah yang melimpah di kerak bumi (~8,3% berat kerak bumi) dan merupakan elemen terbanyak ketiga setelah oksigen dan silikon. Al adalah logam putih, bubuknya warna abu-abu melebur pada 659°C (Amrin & Ardila, 2017).

Aluminium merupakan salah satu unsur hara penunjang yang dapat menyebabkan keracunan tanah di sekitar perakaran tumbuhan sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Rout et al., (2001) menyatakan bahwa Aluminium menyebabkan terganggunya pembelahan sel pada tudung akar, akar lateral dan menyebabkan peningkatan rigiditas sel melalui pembentukan ikatan silang pektin pada dinding sel, serta mereduksi replikasi

DNA melalui peningkatan rigiditas rantai ganda. Kelarutan Al sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Dalam keadaan sangat masam ($\text{pH} < 3,5$) Al menjadi larut dan dijumpai dalam bentuk kation Al^{3+} dan hidroksi Al. Bentuk Al^{3+} merupakan Aluminium yang paling dominan pada $\text{pH} < 4,0$ sedangkan bentuk $\text{Al}(\text{OH})^{3+}$ mulai terbentuk pada $\text{pH} 4,0 - 5,0$ dan pada $\text{pH} > 5,5$ pengaruh Al dalam bentuk Al^{3+} sudah dapat dihilangkan (Handiri, 2017).

Adapun dampak paparan Al terhadap manusia dapat terjadi melalui minuman, makanan, pernapasan, dan kontak dengan kulit. Dampak apabila terkena kulit adalah tersumbatnya pori-pori kulit. Akibatnya kulit tidak bisa mengeluarkan racun secara alami. Pada jangka panjang dan konsentrasi tinggi Aluminium dapat mengakibatkan efek kesehatan yang serius, seperti kerusakan pada sistem saraf pusat, kehilangan memori, kelesuan, gemeteran (Amrin & Ardila, 2017).

2.3 Fitoremediasi

2.3.1. Pengertian Fitoremediasi

Fitoremediasi yang berasal dari bahasa Yunani *phyto* berarti tumbuhan atau tanaman dan *remediation* yang berarti memperbaiki, menurunkan atau memulihkan. Jadi dapat diartikan bahwa fitoremediasi merupakan penerapan atau penggunaan tanaman untuk memperbaharui, menurunkan atau memulihkan lahan tercemar dari berbagai polutan. Kelebihan dari fitoremediasi menggunakan tanaman salah satunya adalah tanaman lebih tahan lama dibandingkan dengan mikroorganisme pada konsentrasi dan kontaminan yang lebih tinggi dan juga mampu menyerap serta menurunkan toksisitas logam berat jauh lebih cepat merusak pertumbuhan dari tanaman tersebut. Metode fitoremediasi ini sudah mengalami perkembangan yang cukup pesat hal ini disebabkan karena sudah terbukti lebih relatif murah dibandingkan dengan metode yang lainnya (Irawanto, 2010).

2.3.2 Mekanisme Kerja Fitoremediasi

Menurut Rosita (2019), ada beberapa tahapan mekanisme kerja fitoremediasi dalam menyerap berbagai zat polutan atau pencemar diantaranya adalah:

- a. *Phytoaccumulation (phytoextraction)* yaitu proses tumbuhan atau tanaman dalam menarik zat kontaminan dalam tanah dan dikumpulkan di sekitar akar tumbuhan kemudian diteruskan senyawa tersebut ke bagian tumbuhan lain seperti pada akar, batang dan daun tanaman. Dan kontaminan dihilangkan dengan cara memanen tanaman.
- b. *Rhizofiltration (rhizo:akar)* yaitu proses akar tumbuhan atau tanaman dalam menyerap zat kontaminan untuk menempel pada akar.
- c. *Phytostabilization* yaitu proses tumbuhan atau tanaman dalam menarik zat-zat kontaminan tertentu ke bagian akar tanaman karena tidak dapat diteruskan ke bagian lain. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.
- d. *Rhizodegradation* yaitu proses tumbuhan atau tanaman dalam menguraikan zat-zat kontaminan dengan bantuan mikroba yang berada di sekitar akar tumbuhan.
- e. *Phytodegradation (phyto transformation)* yaitu proses penyerapan polutan oleh tumbuhan atau tanaman untuk proses metabolisme tanaman. Proses ini berlangsung pada daun, batang, akar ataupun di luar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tumbuhan atau tanaman tersebut.
- f. *Phytovolatilization* yaitu proses penyerapan polutan oleh tumbuhan atau tanaman dan merubahnya menjadi sifat volatil bertujuan agar tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya diuapkan ke atmosfer.

3.3.3 Mekanisme Penyerapan dan Akumulasi Logam Berat Oleh Tanaman

Ada beberapa mekanisme penyerapan atau akumulasi logam berat oleh tumbuhan atau tanaman dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu:

1. Penyerapan oleh akar tanaman

Pada proses penyerapan polutan oleh tanaman, polutan-polutan diubah dalam bentuk larutan tujuannya agar dapat diserap oleh akar tanaman. Senyawa-senyawa yang dapat larut dalam air kemudian akan diserap oleh akar bersama dengan air sedangkan senyawa-senyawa yang bersifat hidrofobik diserap oleh permukaan tanaman itu sendiri.

2. Translokasi logam dari akar ke bagian tanaman lain

Pada proses ini, setelah polutan menembus lapisan endodermis akar tanaman kemudian diteruskan ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut (*xilem dan floem*) ke bagian tanaman lainnya.

3. Lokalisasi logam pada sel dan jaringan

Pada proses ini tanaman berusaha untuk mencegah keracunan logam terhadap selnya dengan cara menimbun logam di dalam satu organ tertentu seperti pada akar bertujuan agar tidak menghambat proses metabolisme tanaman (Setyaningsih dalam Handayani dkk., 2013).

2.3.4 Faktor Translokasi (TF)

Menurut (Santana dkk., 2018) analisa TF digunakan untuk menghitung proses translokasi logam berat dari akar ke daun. Perhitungan TF dengan rumus :

$$TF = \frac{\text{Konsentrasi di daun } (\mu\text{g/g})}{\text{Konsentrasi di akar } (\mu\text{g/g})}$$

Nilai FT memiliki kategori sebagai berikut:

1. TF >1 : mekanisme fitoekstraksi. Fitoekstraksi adalah proses penyerapan logam berat oleh akar tanaman yang kemudian ditranslokasikan menuju batang dan daun.
2. TF <1 : mekanisme fitostabilisasi. Fitostabilisasi adalah proses yang dilakukan oleh tanaman untuk mentransformasikan polutan di dalam tanah menjadi senyawa yang non toksik tanpa menyerap terlebih dahulu polutan tersebut kedalam tubuh tanaman. Hasil transformasi dari polutan tersebut tetap berada dalam tanaman menstabilkan polutan dalam tanah, sehingga membuat logam berat tidak berbahaya.

2.4 Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*)

Tanaman akar wangi (*Vetiveria Zizanioides*) adalah sejenis rumput yang termasuk dalam *famili Poacea* dan berasal dari india. Tumbuhan ini dapat tumbuh sepanjang tahun, dan dikenal banyak orang sejak lama sebagai sumber wangi-wangian. Tumbuhan ini merupakan serumpun dengan rumput, padi dan serai. Secara morfologi tanaman akar wangi ini memiliki sejumlah akar-akar yang halus, berwarna kuning pucat atau abuabu sampai kemerahan Akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) merupakan tanaman dari suku *Poaceae*. Rumpun tanaman akar

wangi terdiri dari beberapa anak rumpun yang memiliki sejumlah akar-akar halus, berwarna kuning pucat atau abu-abu sampai kemerahan. Dari akar-akar yang halus itu tersembul tangkai daun yang panjangnya dapat mencapai sekitar 1,5–2 meter. Daunnya sedikit kaku, berbentuk pita, berwarna hijau, panjangnya sekitar 75–100 cm dan tidak mengandung minyak. Tanaman ini berbunga yang warnanya hijau atau ungu dan berada di pucuk tangkai daun (Rosita, 2019).



Gambar 2.1. Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*)

Tabel 2.1 Klasifikasi akar wangi (*Vetiveria zizanioides*)

Kerajaan	Plantae
Divisi	Magnoliophyta
Kelas	Liliopsida
Ordo	Poales
Famili	Poaceae
Genus	Vetiveria
Spesies	V. zizanioides

2.4.1 Keunggulan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*)

Tanaman akar wangi selain mampu mengurangi kontaminasi (pencemaran) logam berat pada lahan juga dapat menurunkan tingkat erosi pada tanah, tahan terhadap banjir dan kekeringan, serta dapat tumbuh pada daerah dataran rendah maupun daerah dataran tinggi. Daun dari tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Selain itu tanaman akar wangi juga bisa menghasilkan kerajinan tangan seperti, tali atau pengikat, atap

anyaman, ornamen serta akarnya dapat menghasilkan minyak akar wangi (Patandung, 2016).

Tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) mampu menahan erosi lereng gunung, stabilisasi tebing, serta penahan abrasi pantai. remediasi tanah tercemar logam berat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya:

- a. Sistem perakarannya yang rimbun dan mampu menembus ke dalam tanah hingga beberapa meter.
- b. Memiliki akar yang tebal sehingga dapat mengikat tanah sehingga tumbuh secara kuat dalam tanah.
- c. Dapat dijadikan sebagai tanaman pagar dengan pertumbuhan yang merata.
- d. Mampu tumbuh kembali setelah mengalami kemarau panjang, banjir, kebakaran ataupun pada kondisi tanah lainnya.

2.5 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) merupakan salah satu alat yang digunakan menganalisis unsur-unsur logam dan metalloid yang berdasarkan pada penyerapan absorpsi radiasi oleh atom bebas. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) merupakan teknik analisis kuantitatif dari unsur-unsur yang pemakaiannya sangat luas di berbagai bidang karena prosedurnya selektif, spesifik, biaya analisisnya lebih murah, sensitivitasnya tinggi (ppm-ppb), dapat dengan mudah membuat matriks yang sesuai dengan standar, waktu analisis sangat cepat dan mudah dilakukan (lisna dkk., 2021).

2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.2 menyebutkan tentang beberapa penelitian terdahulu menyangkut fitoremediasi tanah tercemar logam berat.

Tabel 2.2 Studi Literatur Penelitian

No	Spesies Tanaman	Judul Penelitian	Referensi
1.	Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i> L)	Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i> L) Terhadap Tanah Tercemar Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Lahan TPA Tamangapa Antang Makassar	AlfiaPatandung2014
2.	Akar Wangi	Fitoremediasi Tanah Tercemar	As'ad dkk.,

	<i>(Vetiveria zizanioides L)</i>	Logam Zn dan Cu dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides L</i>)	2014.
3.	Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides L</i>)	Pemanfaatan Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides L</i>) Untuk Penyerapan Logam Berat Tembaga(Cu),	Sisilia dkk., 2014
4.	Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides L</i>)	Penggunaan Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides L</i>) Untuk Menyisihkan Logam Berat Timbal Pada Tanah Tercemar Lindi Studi Kasus : Leuwigajah,Cimahi	Rinarti dkk., 2010
5.	Akar wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i>)	Fitoremediasi tanah tercemar merkuri menggunakan tanaman Akar wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i>) pada lahan eks TPA keputih Surabaya.	Triastuti, 2011
6.	Puring (<i>Codiaeum variegatum L</i>)	Penurunan Kadar Aluminium (Al) Pada Sedimen PDAM Dengan Menggunakan Tumbuhan Puring Gladiator (<i>Codiaeum variegatum L</i>)	Ilhamullah, 2015
7.	Akar wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i>)	Penggunaan Tanaman Akar wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i>) dan Biochar Untuk Remediasi Lahan Pertanian Tercemar Limbah Tambang Emas	Hamzah, 2012
8.	Akar wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i>)	Fitoremediasi Limbah Logam Berat dengan Tumbuhan Akar wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i>)	Yuli, 2018

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi

Penyelesaian Tugas Akhir ini dilakukan selama 5 (lima) bulan, yaitu dari bulan Agustus sampai bulan Desember 2021. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Multifungsi Uin Ar-Raniry Banda Aceh dan pengujian logam berat Al dilakukan di Laboratorium Pertanian Syiah Kuala.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu set *Spektrofotometri serapan atom*, sarung tangan, labu takar, labu erlenmeyer, timbangan, baskom, pipet volume, sekop gagang pendek dan wadah pot.

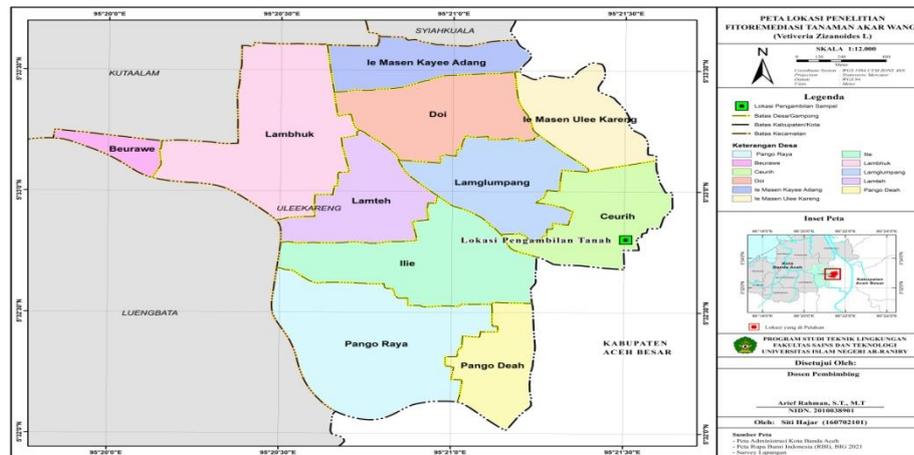
3.2.2 Bahan

Pada penelitian ini bahan-bahan yang digunakan adalah tanaman Akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*), larutan Al, aquades (H_2O).

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pengambilan Tanah

Tanah diambil di daerah Ceuri, Kec Ulee Kareng, Kota Banda Aceh. Jenis tanah yang digunakan yaitu tanah inceptisol. Adapun cara pengambilannya yaitu tanah diratakan dan dibersihkan dari rumput, kemudian digali menggunakan sekop dengan kedalaman 20-30 cm, kemudian tanah dimasukkan kedalam karung. Adapun keseluruhan tanah yang digunakan yaitu sebanyak 12 kg tanah (Irsyad, 2012).



Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Tanah



Gambar 3.2 Proses Pengambilan Tanah

3.3.2 Penyiapan Tanaman Akar Wangi

Persiapan tanaman dilakukan dengan disiapkan tanaman sebanyak yang diperlukan dalam eksperimen yaitu sebanyak 4 batang tanaman akar wangi, untuk pemilihan tanaman dipilih berdasarkan perkiraan umur yang sama melalui ciri morfologi tanaman seperti jumlah rumpun, tinggi tanaman dan panjang akar tanaman (Rudy, 2017).

3.3.3 Pembuatan Media Tanam

Pembuatan media tanam Al 9 ppm

$$3 \text{ kg} \rightarrow 9 \text{ ppm}$$

$$9 \text{ ppm} = \frac{xAl}{3 \text{ kg}}$$

$$9 \text{ mg/kg} = \frac{x \text{ Al}}{3 \text{ kg}}$$

$$x = 27 \text{ mg}$$

$$1000 \text{ ppm} = 1000 \text{ mg/L}$$

$$x = \frac{27 \text{ mg}}{1000 \text{ mg/L}}$$

$$= 0,027 \text{ L} \times 1000$$

$$= 27 \text{ ml}$$

Artinya 27 ml larutan Al di campurkan ke tanah untuk membuat tanah tercemar 9 ppm.

3.3.4 Pembuatan Tanah Tercemar Al

Pembuatan tanah tercemar Al yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

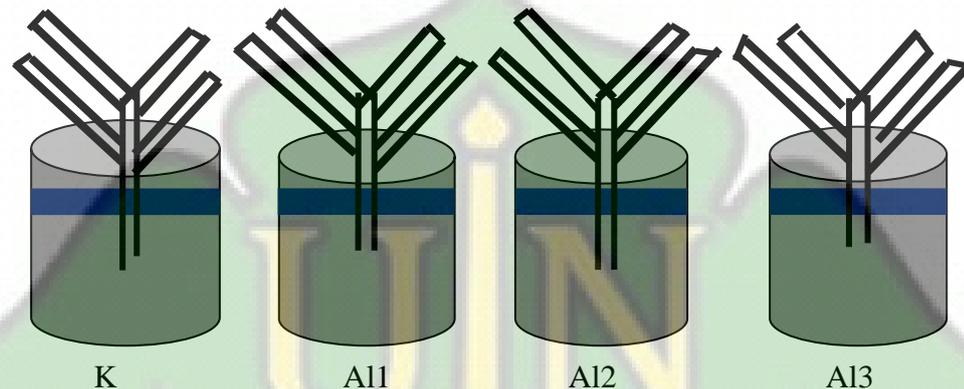
1. Disiapkan tanah terlebih dahulu jenis tanah yang digunakan yaitu inceptisol.
2. Masing-masing tanah ditimbang 3 kg untuk membuat tanah tercemar dengan konsentrasi 9 ppm.
3. Untuk membuat tanah tercemar 9 ppm, dipipet larutan Al sebanyak 27 ml.
4. Tanah di dalam wadah plastik diaduk secara merata, hingga larutan Al tercampur dengan sempurna.
5. Tanah dimasukkan ke dalam pot untuk setiap jenis perlakuan.
6. Pot-pot ditutup menggunakan plastik.
7. Tanah dibiarkan selama 1 minggu untuk menghasilkan tanah yang terkontaminasi (Irsyad dkk., 2014).

3.3.5 Aklimatisasi

Pada proses aklimatisasi, tanaman Akar wangi dibersihkan terlebih dahulu menggunakan air mengalir agar kotoran-kotoran yang berada pada tanaman akan hilang. Proses aklimatisasi tanaman dilakukan selama 7 hari dengan menggunakan tanah rekayasa yang digunakan pada penelitian yang bertujuan untuk menyesuaikan tanaman dan beradaptasi pada lingkungan baru.

3.3.6 Penanaman Tanaman Akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*)

Tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) yang sudah di aklimatisasi selama 1 minggu, ditanam pada media tanam selama 21 hari dengan tanah yang sudah direkayasa tercemar logam Al dengan jumlah media tanam 3 kg tanah. Adapun desain rangkaian eksperimen adalah sebagai berikut :



Keterangan :

- K : Kontrol (tanpa tanah tercemar)
- A11 : Tanaman akar wangi dengan media tanah tercemar 9 ppm (Fitoremediasi selama 7 hari)
- A12 : Tanaman akar wangi dengan media tanah tercemar 9 ppm (Fitoremediasi selama 14 hari)
- A13 : Tanaman akar wangi dengan media tanah tercemar 9 ppm (Fitoremediasi selama 21 hari)

3.3.7 Proses Fitoremediasi

Tanaman akar wangi yang hidup dengan baik selama aklimatisasi, ditanam pada media tanah yang terkontaminasi Al, dengan perlakuan semua pot disiram air setiap hari pada jam 08.00 secukupnya dan diamati setiap hari selama 21 hari, hal yang diamati yaitu warna daun dan jumlah daun, tujuannya yaitu untuk mengetahui pengaruh logam Al terhadap tanaman akar wangi. Sedangkan untuk pengujian Al pada media tanah dilakukan setiap 7 hari sekali yaitu hari ke 7, 14 dan 21 hari (Irsyad dkk., 2014).

3.3.8 Pengambilan Sampel Daun dan Akar Tanaman

Sampel daun dan akar tanaman dilakukan secara langsung dalam wadah/pot, berikut petunjuk pengambilan sampel menurut Patandung (2018):

1. Sampel diambil dari wadah/pot yang ingin diteliti yang terdiri dari akar, dan daun, sampel dimasukkan dalam plastik yang telah diberi label.
2. Kemudian sampel dimasukkan dalam plastik yang telah diberi label.
3. Sampel dibersihkan menggunakan air dan dikeringkan dengan cara dianginkan di dalam ruangan.

3.3.9 Analisis Kadar Aluminium (Al) dalam Tanah

Sampel yang diambil di media tanam yang telah dicampurkan pencemar buatan dan sudah ditanamkan akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) selanjutnya akan diuji di laboratorium pada hari ke 7, 14 dan 21 hari. Dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia 6989.78: 2011 tata cara preparasi sampel tanaman dan pengujian Al pada tanaman adalah sebagai berikut:

A. Preparasi sampel tanaman

1. Pertama sampel ditimbang lebih kurang sebanyak 2,0 g dan dimasukkan ke dalam *vessel*.
2. Kedua sampel yang telah dimasukkan ke dalam *vessel* ditambahkan 5 ml larutan HNO_3 (pengerjaan dilakukan dalam lemari asam).
3. Ketiga *Vessel* ditutup dengan rapat dan dimasukkan ke dalam *microwave digestion* dan dipilih metode kerja yang sesuai dengan sampel.
4. Selanjutnya sampel hasil *digestion* dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml dan dilarutkan menggunakan HCl 3%, jika terdapat endapan, sampel disaring terlebih dahulu sebelum dilakukan analisis.

B. Analisis kandungan Al pada akar dan Tanaman

1. Dibuat larutan standar Al 1; 2 ; 3 ;4 dan 5 mg/L, selanjutnya dipipet 5,10,15,20 dan 25 ml, diencerkan hingga 50 ml lalu homogenkan.
2. Optimasi instrumen AAS Perkin ELMER PinAAcle 900T.
3. Selanjutnya masing-masing larutan standar dan beserta sampel diukur absorbansinya pada panjang gelombang 248,33 mm
4. Dibuat kurva kalibrasi untuk mendapatkan persamaan garis regresi.

5. Dilakukan pengukuran contoh uji yang disiapkan

3.4 Analisis Data

3.4.1 Faktor Translokasi (TF)

Menurut (Santana ddk., 2018) analisa TF digunakan untuk menghitung proses translokasi logam berat dari akar ke daun. Perhitungan TF dengan rumus :

$$TF\ Al = \frac{\text{Logam berat pada daun } (\mu\text{g/g})}{\text{Logam berat pada akar } (\mu\text{g/g})}$$

Keterangan :

TF Al : Faktor Translokasi

3.4.2 Analisis Statistik

Penelitian ini menggunakan analisis linear sederhana Menurut Sri (2010) 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*).

3.4.3 Persamaan Regresi Linear Sederhana

Menurut Sri (2010) 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 oleh :

$$Y = a + bx$$

Yang mana :

Y = garis regresi

a = konstanta

b= konstanta regresi

x = variabel bebas

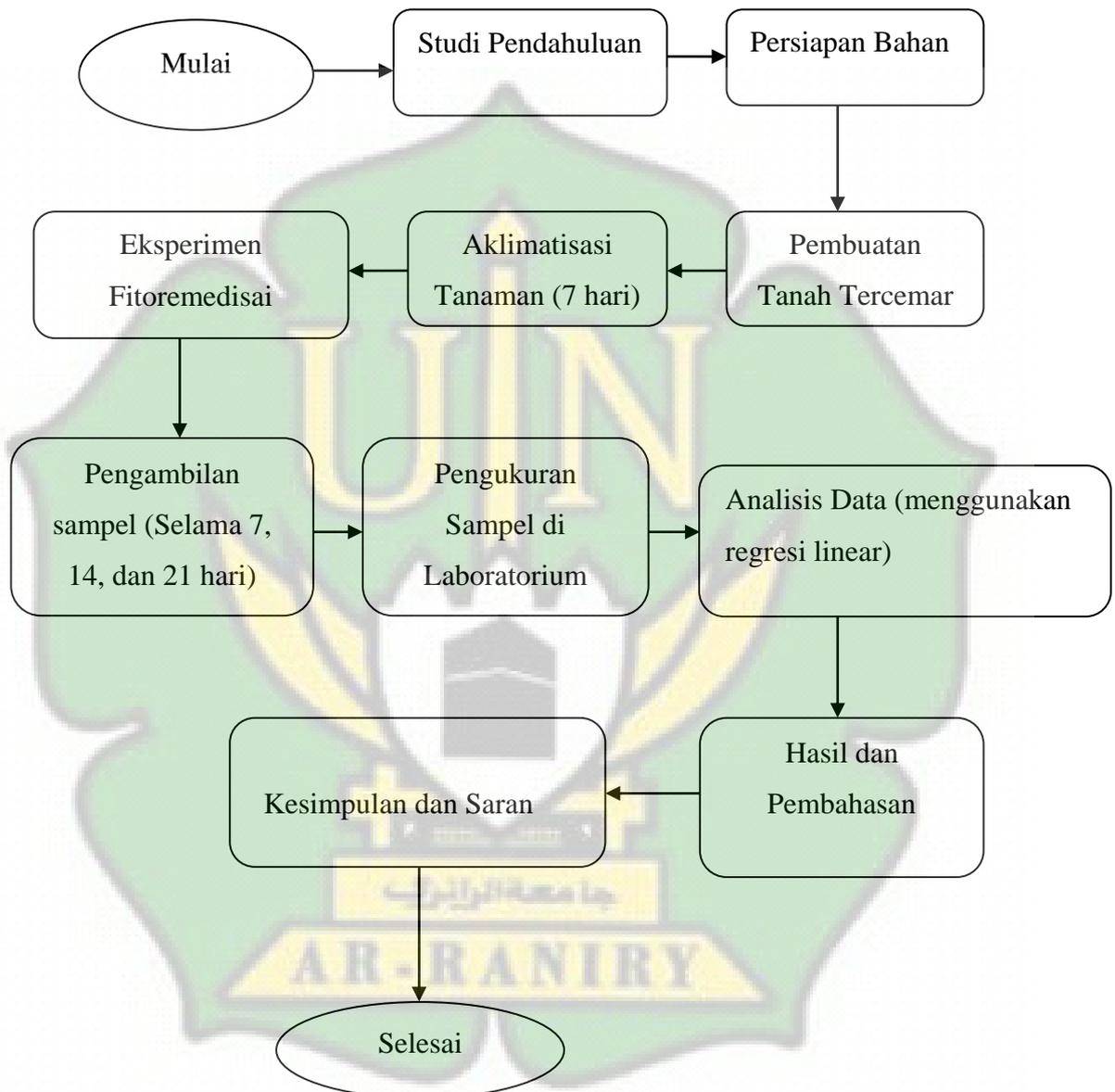
3.3.4 Langkah- Langkah Analisis Dan Uji Regresi Sederhana

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 , XY dan total dari masing-masingnya

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil pengujian sampel pada tanaman akar wangi setelah perlakuan fitoremediasi ditunjukkan pada Tabel 4.1. Penyerapan atau akumulasi logam berat Al dalam akar dan daun tanaman akar wangi bervariasi seiring dengan lamanya waktu yang digunakan dalam proses fitoremediasi. Pada minggu pertama akumulasi logam berat Al pada akar sebesar 4,0448 $\mu\text{g/g}$, sedangkan akumulasi pada daun sebesar 2,5301 $\mu\text{g/g}$. Pada minggu kedua akumulasi logam berat Al pada akar sebesar 3,0927 $\mu\text{g/g}$ sedangkan akumulasi pada daun sebesar 2,9970 $\mu\text{g/g}$. Sedangkan untuk minggu ketiga akumulasi logam berat Al pada akar sebesar 3,6690 $\mu\text{g/g}$ dan akumulasi pada daun sebesar 3,0927 $\mu\text{g/g}$. Akumulasi logam berat Al di daun mengalami kenaikan secara bertahap mulai dari minggu pertama hingga pada minggu ketiga dengan nilai tertinggi pada minggu ketiga yaitu sebesar 3,9580 $\mu\text{g/g}$ sedangkan akumulasi logam berat pada akar di minggu kedua lebih rendah dibandingkan dengan minggu pertama dan pada minggu ketiga dengan akumulasinya sebesar 3,092 $\mu\text{g/g}$.

Untuk hasil translokasi Al dari akar ke daun (FT) yang terlihat pada Tabel 4.1 menunjukkan hasil bahwa translokasi Al ke daun (FT) pada minggu pertama sebesar 0,6255 $\mu\text{g/g}$ dan untuk minggu kedua translokasi Al ke daun (FT) sebesar 0,9690 $\mu\text{g/g}$ sedangkan pada minggu ketiga translokasi Al ke daun (FT) yaitu sebesar 1,0787 $\mu\text{g/g}$.

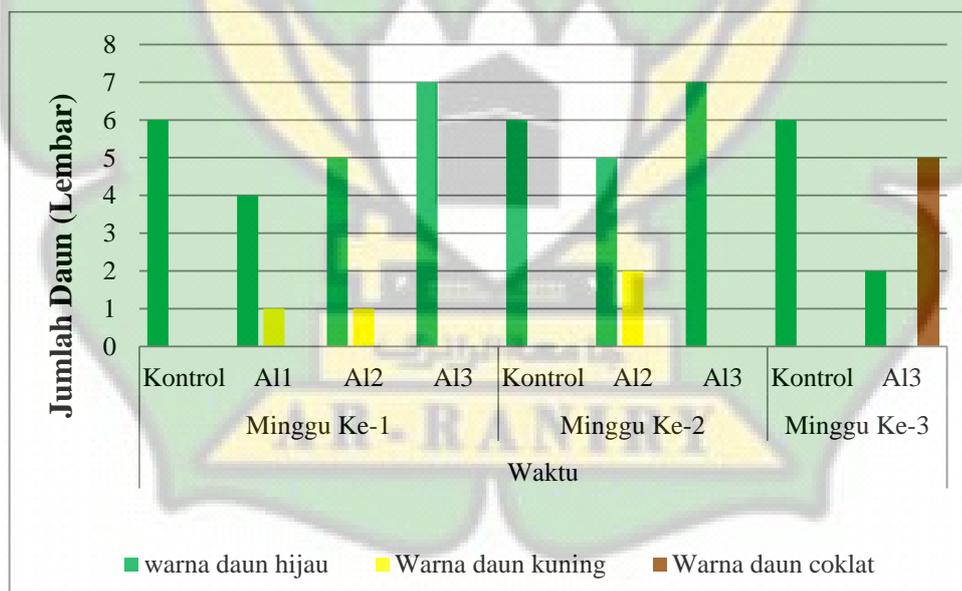
Tabel 4.1 Hasil eksperimen fitoremediasi tanaman akar wangi

Perlakuan	Waktu (Hari)	Label Sampel	Al Akar ($\mu\text{g/g}$)	Al Daun ($\mu\text{g/g}$)	TF ($\mu\text{g/g}$)
9 ppm	7	A11	4,0448	2,5301	0,6255
	14	A12	3,0927	2,9970	0,9690
	21	A13	3,6690	3,9580	1,0787

Adapun data pengamatan terhadap perubahan tanaman akar wangi pada proses fitoremediasi selama 21 hari dapat dilihat pada Tabel 4.2. Parameter pengamatan yang dilihat yaitu perubahan warna pada daun dan jumlah daun.

Tabel 4.2 Data pengamatan terhadap perubahan Tanaman akar wangi Selama 21 Hari

Parameter Pengamatan	Waktu						
	Minggu Ke-1				Minggu Ke-2		Minggu Ke-3
	Kontrol	A11	A12	A13	A12	A13	A13
Warna daun hijau	6	4	5	7	5	7	2
Warna daun kuning	0	1	1	0	2	0	0
Warna daun coklat	0	0	0	0	0	0	5

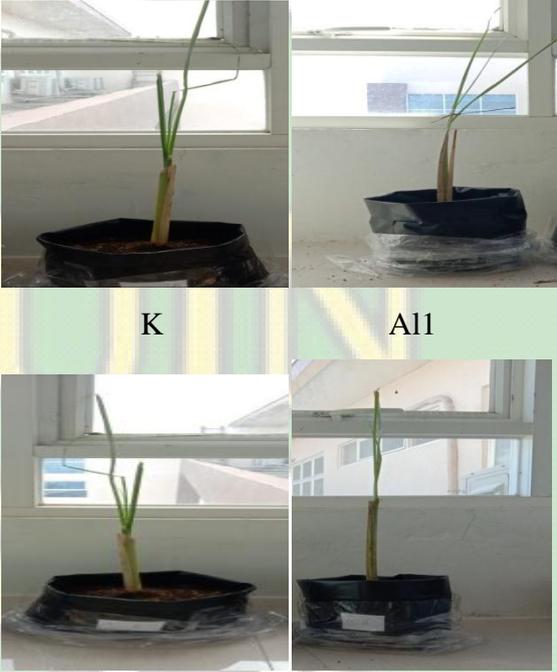


Gambar 4.1 Grafik Pengamatan Perubahan Tanaman Akar wangi Selama 21 Hari

Pengamatan tanaman akar wangi pada minggu pertama sampai minggu ketiga dapat dilihat pada Gambar 4.2. Berdasarkan dari pengamatan peneliti, pada minggu pertama sudah menunjukkan perubahan pada tanaman akar wangi seperti pada daun yang disebabkan oleh penyerapan oleh logam berat Al. Sedangkan pengamatan tanaman pada minggu kedua juga terjadi perubahan yaitu perubahan

pada daun diantaranya daun sudah mulai menguning dan adanya tumbuh daun baru. Sedangkan pengamatan pada minggu ketiga tanaman mengalami perubahan anatomi yaitu dengan ciri daun mengering, berwarna kuning kecoklatan.

Tabel 4.3 Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Akar Wangi Selama 21 Hari

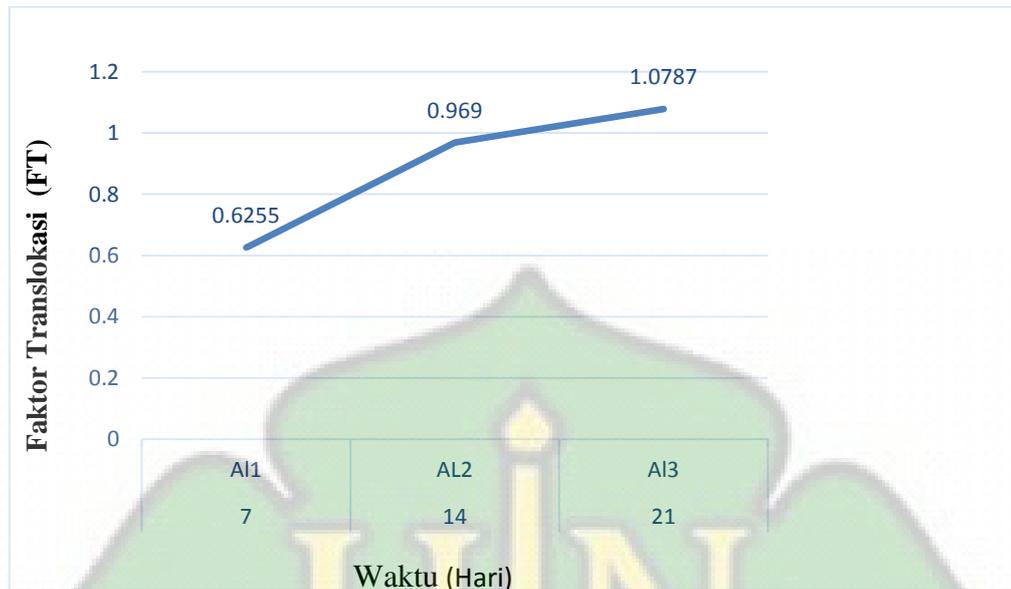
No.	Waktu Fitoremediasi	Gambar Pengamatan
1.	Minggu Ke-1	 <p style="text-align: center;">K A11</p> <p style="text-align: center;">A12 A13</p>
2.	Minggu Ke-2	 <p style="text-align: center;">K A12 A13</p>

3.	Minggu Ke-3		
		K	A13

4.2 Pembahasan

4.2.1 Faktor Translokasi (TF)

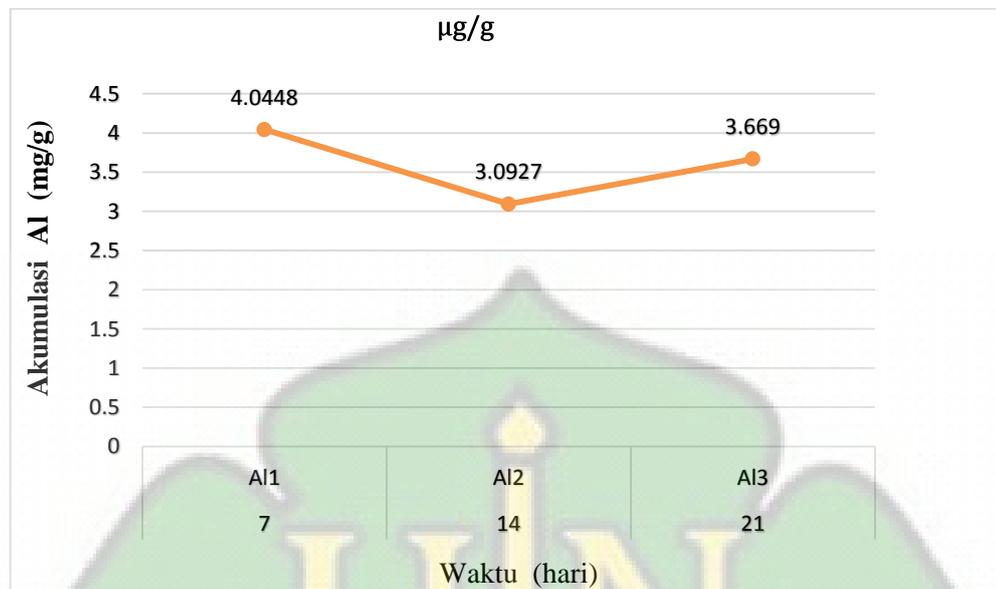
Nilai TF pada tanaman akar wangi ditunjukkan pada Gambar 4.2 Rasio translokasi Al dari akar ke daun (TF) pada tanah tercemar Al pada hari ke tujuh atau minggu pertama yaitu $0,6255 \mu\text{g/g}$, pada minggu kedua yaitu $0,9690 \mu\text{g/g}$ sedangkan pada minggu ketiga yaitu $1,0787 \mu\text{g/g}$. Translokasi dari akar menuju daun dimungkinkan karena adanya proses difusi, osmosis, dan daya kapilaritas serta daya isap daun dan tekanan oleh akar. Meningkatnya nilai translokasi Al ke bagian daun setiap minggunya kemungkinan disebabkan oleh peningkatan pH tanah sehingga pertumbuhan tanaman menjadi optimal. Selain itu translokasi Al meningkat juga dipengaruhi oleh luas permukaan serta banyaknya pembuluh pada bagian tanaman yang mempengaruhi pengangkutan air dan hara dalam xilem (Zamhar, 2015). Hal yang sama juga ditunjukkan pada penelitian Patandungan (2016) akumulasi logam berat semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu yang digunakan dalam proses fitoremediasi oleh tanaman.



Gambar 4.2 Grafik Nilai Faktor Translokasi (FT) Pada Tanaman Akar Wangi

4.2.2 Pengaruh Variasi Waktu Kontak terhadap Kemampuan Tanaman Akar Wangi sebagai Tanaman Fitoremediator

Hasil eksperimen menunjukkan pengaruh variasi waktu kontak terhadap kemampuan akar tanaman Akar wangi sebagai tanaman fitoremediator dapat dilihat pada Gambar 4.3. Akumulasi logam berat Al di akar pada tanaman akar wangi pada minggu pertama sebesar 4,0448 $\mu\text{g/g}$, pada minggu kedua sebesar 3,0937 $\mu\text{g/g}$, sedangkan pada minggu ketiga sebesar 3,6690 $\mu\text{g/g}$. Besarnya akumulasi logam Al pada minggu pertama disebabkan karena pada minggu pertama tanaman masih dalam masa pertumbuhan sehingga akumulasi logam beratnya meningkat. Pada minggu kedua terjadinya penurunan, hal ini disebabkan karena adanya akumulasi logam Al yang telah mengakibatkan tumbuhan mengalami keracunan sehingga akumulasi Al menurun. Sedangkan pada minggu ketiga meningkat kembali, hal ini disebabkan karena tanaman sudah beradaptasi dengan lingkungan logam Al sehingga penyerapannya meningkat (Elawati, 2015).

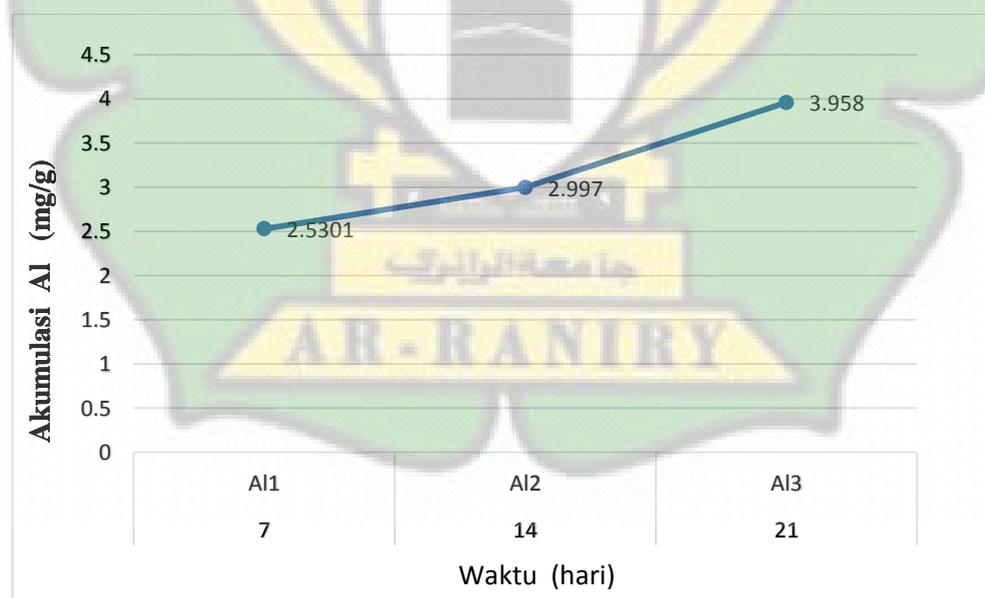


Gambar4.3 Grafik Kadar Akumulasi Al Pada Akar Tanaman Akar Wangi

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa akumulasi Al pada daun tanaman Akar wangi berturut-turut meningkat seiring dengan lamanya waktu yang digunakan pada proses fitoremediasi untuk menyerap logam berat Al dalam tanah selama 21 hari. Akumulasi Al pada daun berturut-turut meningkat dari minggu pertama hingga pada minggu terakhir yaitu 2,5301 $\mu\text{g/g}$, 2,9970 $\mu\text{g/g}$, dan 3,9580 $\mu\text{g/g}$. Meningkatnya penyerapan logam Al pada daun disebabkan oleh lamanya waktu yang digunakan dalam proses fitoremediasi, semakin lama waktu yang digunakan maka konsentrasi logam berat yang diserap akan semakin besar. Selain itu meningkatnya penyerapan logam Al pada daun juga disebabkan oleh kemampuan logam berat Al sebagai jenis logam yang mampu menguap ke atmosfer, kemudian polutan Al dari dalam tanah yang diserap oleh tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) ditransformasikan dan dikeluarkan dalam bentuk uap cair ke atmosfer dan kemudian diserap oleh daun, proses ini disebut fitovolatilisasi (Patandungan, 2014).

Besarnya penyerapan logam berat Al pada bagian akar dibandingkan pada bagian daun karena akar merupakan bagian tumbuhan yang mempunyai daya serap terbaik terhadap logam berat. Hal ini karena akar mempunyai kemampuan untuk membentuk sejumlah besar biomassa akar, sehingga memiliki kapasitas

besar untuk mengakumulasi logam berat. Penyerapan yang dilakukan oleh akar disebut rizofiltrasi. Tumbuhan mengeluarkan senyawa organik dan enzim melalui akar, sehingga daerah rizosfer merupakan lingkungan yang sangat baik untuk tempat tumbuhnya mikroba dalam tanah. Mikroba di daerah rizosfer akan mempercepat proses menyerap kontaminan oleh akar. Kemudian diangkut ke jaringan pengangkut (xylem dan floem) ke bagian tumbuhan yang lain. Sehingga penurunan konsentrasi pada media akibat proses tumbuhan (fitoproses) dengan asosiasi peran mikroba tanah. Fitoproses yang terjadi pada zona akar tumbuhan adalah fitostabilisasi sebagai proses imobilisasi kontaminasi dalam tanah, dan rizofiltrasi sebagai proses penyerapan kontaminan ke dalam akar (Rony dan Sarwoko, 2015). Selain itu hal lain yang diduga sebagai salah satu alasan akumulasi logam di akar lebih besar daripada bagian tumbuhan yang lain karena adanya akumulasi logam pada bagian tumbuhan merupakan usaha lokalisasi yang dilakukan oleh tumbuhan, dengan mengumpulkan dalam satu organ (Heriyanto, 2011).



Gambar 4.4. Grafik kadar akumulasi Al pada dauntanaman Akar wangi

Berdasarkan hasil analisis statistik pengaruh waktu terhadap akumulasi Al pada akar tanaman Akar wangi dapat dilihat pada Tabel 4.4 menunjukkan nilai R

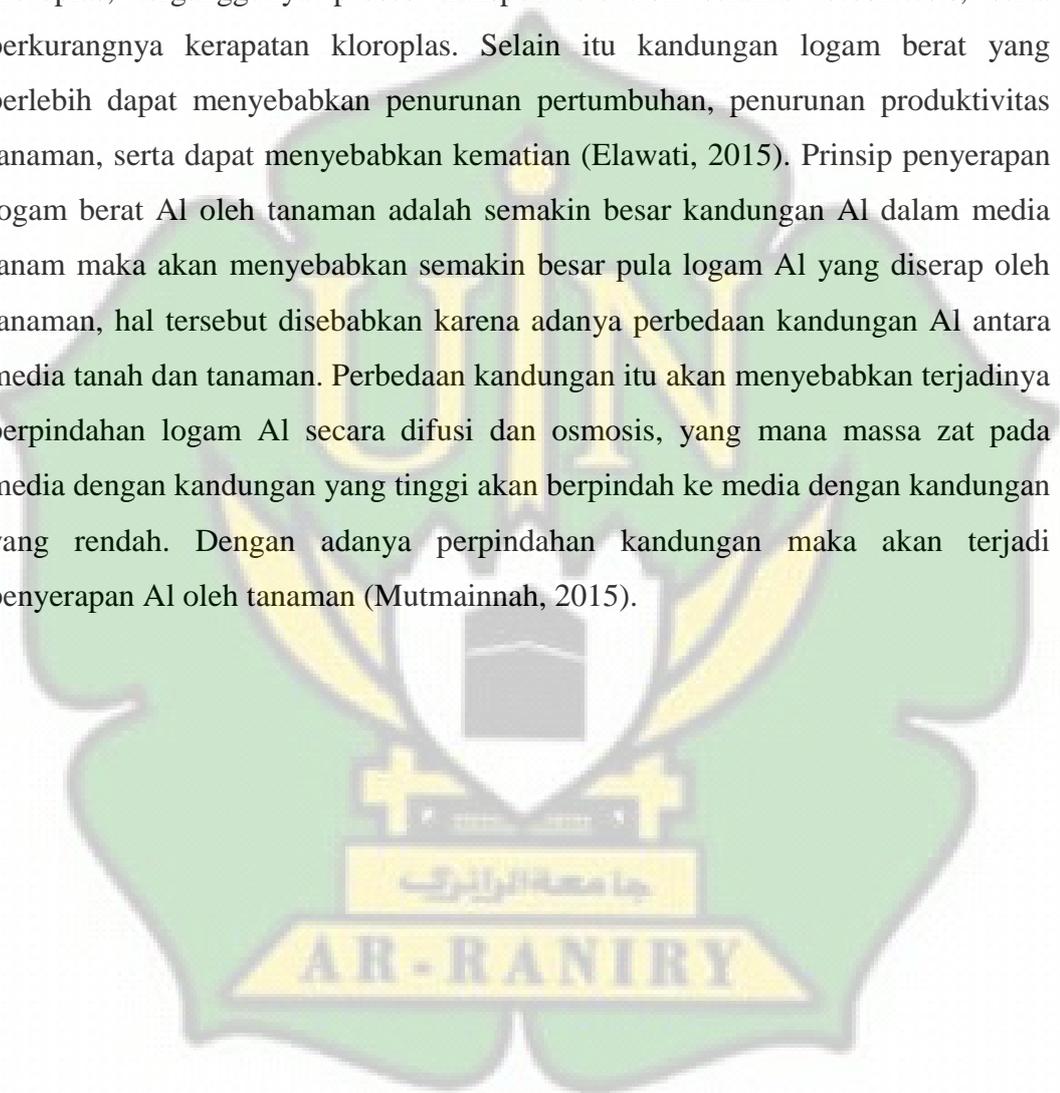
Negatif (-), artinya semakin lama waktu semakin rendah penyerapannya dan semakin singkat waktu maka penyerapannya semakin besar. Sedangkan untuk pengaruh waktu terhadap akumulasi Al pada daun dapat dilihat pada Tabel 4.5 menunjukkan nilai R positif (+), artinya semakin lama waktu maka akan semakin bertambah penyerapannya. Sedangkan pengaruh waktu terhadap nilai faktor translokasi pada dilihat pada Tabel 4.6 menunjukkan nilai R positif (+), artinya semakin lama waktu maka semakin bertambah penyerapannya.

Kemampuan tanaman untuk bertahan hidup didalam lingkungan tercemar dan mengakumulasi logam berat ke dalam bagian organ tumbuhan tentu berbeda-beda. Hal ini tergantung pada jenis pencemar dan ketersediaannya di suatu lingkungan. Salah satu tanaman yang mampu hidup di tanah tercemar yaitu tanaman Akar wangi. Mekanisme tumbuhan dalam mengakumulasi logam berat di sedimen dengan bantuan akar, dari akar tanaman akan dibantu oleh xilem dan floem untuk di translokasi ke batang dan daun tanaman. Jenis logam berat akan memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap pertumbuhan tanaman (Ramadhani, 2016).

Data pengamatan tanaman akar wangi pada minggu pertama dapat dilihat pada Tabel 4.2. Berdasarkan dari pengamatan peneliti, pada minggu pertama sudah menunjukkan perubahan morfologis pada tanaman akar wangi seperti pada warna daun yang disebabkan oleh penyerapan logam berat Al dari tanah tercemar. Sedangkan pengamatan tanaman pada minggu kedua juga terjadi perubahan fisiologi pada tanaman yaitu terjadinya perubahan pada daun di antaranya ujung daunnya sudah mulai menguning. Sedangkan pengamatan tanaman pada minggu ketiga tanaman mengalami perubahan anatomi yaitu dengan ciri daun mengering, berwarna kuning kecoklatan. Menurut Gogahu dan Siahaan (2016) kerusakan tersebut disebabkan karena penyerapan logam berat oleh tumbuhan yang dapat membunuh jaringan dalam tumbuhan dengan waktu yang lebih cepat. Kerusakan kronik ditunjukkan oleh menguningnya daun yang berlanjut dengan kecoklatan. Hal ini diduga karena diameter ukuran partikel logam relatif lebih kecil dari ukuran celah stomata yang menyebabkan partikel tersebut mudah masuk melewati

stomata. Selanjutnya partikel logam Al terakumulasi didalam stomata sehingga mengganggu klorofil daun untuk menyerap cahaya dan berfotosintesis.

Akumulasi Al pada tanaman selain menyebabkan kerdil dan klorosis pada daun juga menyebabkan pengurangan tingkat fotosintesis, perusakan struktur kloroplas, terganggunya proses transport elektron selama fotosintesis, serta berkurangnya kerapatan kloroplas. Selain itu kandungan logam berat yang berlebih dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan, penurunan produktivitas tanaman, serta dapat menyebabkan kematian (Elawati, 2015). Prinsip penyerapan logam berat Al oleh tanaman adalah semakin besar kandungan Al dalam media tanam maka akan menyebabkan semakin besar pula logam Al yang diserap oleh tanaman, hal tersebut disebabkan karena adanya perbedaan kandungan Al antara media tanah dan tanaman. Perbedaan kandungan itu akan menyebabkan terjadinya perpindahan logam Al secara difusi dan osmosis, yang mana massa zat pada media dengan kandungan yang tinggi akan berpindah ke media dengan kandungan yang rendah. Dengan adanya perpindahan kandungan maka akan terjadi penyerapan Al oleh tanaman (Mutmainnah, 2015).



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan Faktor Translokasi (TF) pada daun tanaman Akar wangi translokasi logam Al pada minggu pertama sampai minggu kedua <1 (kurang dari satu) yang menunjukkan translokasi logam Al lebih besar ke bagian akar tanaman dibandingkan dengan bagian daun tanaman sehingga mekanisme yang terjadi pada proses penyerapan logam berat Al adalah fitostabilisasi. Sedangkan pada minggu ketiga translokasi logam Al >1 yang menunjukkan translokasi logam Al lebih besar ke bagian daun tanaman dibandingkan dengan bagian akar sehingga mekanisme yang terjadi adalah mekanisme fitoekstraksi. Fitoekstraksi adalah proses penyerapan logam berat oleh akar tanaman yang kemudian ditranslokasikan menuju batang dan daun.
2. Dari hasil analisis Al setiap minggu pada akar dan daun tanaman Akar wangi, dari ketiga variasi waktu kontak (7,14 dan 21 hari) diketahui bahwa pengaruh waktu terhadap akumulasi Al pada akar tanaman akar wangi menunjukkan nilai R Negatif (-), artinya semakin lama waktu semakin rendah penyerapannya dan semakin singkat waktu maka penyerapannya semakin besar. Sedangkan untuk pengaruh waktu terhadap akumulasi Al pada daun menunjukkan nilai R Positif (+), artinya semakin lama waktu maka akan semakin bertambah penyerapannya. Sedangkan pengaruh waktu terhadap nilai factor translokasi menunjukkan nilai R(+), artinya semakin lama waktu maka semakin bertambah penyerapannya.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah :

1. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan penambahan waktu fitoremediasi
2. Pada penelitian selanjutnya perlu adanya analisis pada bagian batang dan perlu dilakukan pengamatan dengan penambahan pemupukan dan perawatan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardila, A. d. (2017). Analisis Besi (Fe) dan Aluminium (Al) dalam Tanah Lempung Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung* .
- As'ad, A. (2014). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Zn dan Cu dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*). *SKRIPSI*
- Bahri, Y. a. (2018). Fitoremediasi Limbah Logam Berat dengan Tumbuhan Akar Wangi (*vetiveria zizanioides L*). *Analytical and Enviromental Chemistry* .
- Bahtiar, Ayi. 2007. "Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri dan Rumah Tangga
- Deli Wakano dan Efran Samson. (2017). Potensi Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*) dalam Merehabilitasi Tanah Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) di Perkebunan Sayur Desa Waiheru Ambon. *Jurnal Biologi SCIENCE & Education*. Vol. 4. No. 2
- Deswita, Deliah dan hadipoentyanti. E. 2010. "Pemanfaatan Plasma Nutfah Akar Wangi Dalam memperoleh Varietas Unggul" Bogor: *Balai Penelitian Obat Dan Aromatik*.
- Elawati, N. Y. (2015). Efisiensi Penyerapan Logam Berat tembaga (Cu) Oleh Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk) dengan waktu kontak yang Berbeda. *Jurnal Peradaban Sains, rekayasa dan Teknologi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo* .
- Feller, A.H dan R.K May. 2002. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Gadjahmada University Press, Yogyakarta.
- Gunawan, G dan Nanny Kusumaningrum. 2012. "Penanganan Erosi Lereng Galiandan Timbunan Jalan dengan Rumput Vetiver" Bandung: *Puslitbang jalan dan Jembatan*.
- Gurnita, D. (2017). Pengaruh Pengindus Ammonium Sulfat terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Rumput Akar wangi (*Vetiveria zizanioides L*) yang ditanam pada Tailing Tambang Emas. *Jurnal BIOSFER* , 27.

- Gogahu, Y., Ai, N., Siahaan, P. (2016). Konsentrasi Klorofil pada Beberapa Varietas Tanaman Puring (*Codiaeum variegatum L.*) *Jurnal FMIPA Biologi UNSRAT*. Vol. 5 No. 2 Hal 72-80.
- Herliyanto, d. (2014). Toksisitas Logam Besi (Fe) pada Ikan Air Tawar. *Jurnal Penelitian Sains* , 27.
- Irawanto, Rony. 2010. “Fitoremediasi Lingkungan Dalam Taman Bali” *UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi-LIPI*. Volume 2, no. 4 : h. 29 –35.
- Irsyad, M., Sikanna, 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
- Kartika, K. (2017). Potensi Alfalfa Sebagai Tanaman Hiperakumulator Pada Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek II*. ISSN: 2527-533X.
- Livia sisilia Ui, I. M. (2014). Pemanfaatan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides L*) Untuk Penyerapan Logam Berat Tembaga (Cu). *Jurna Lingkungan* .Vol 2(1).
- Lisna, D., Ginayanti, H., and Khoirul, A., 2021. Penentuan Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) Pada Sumber Air di Kawasan Gunung Salak Kabupaten Sukabumi dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom SSA). *Jurnal Sabdariffarma*. Vol 9 No. 2 15-24.
- Lela, L., K., Asep, K., & Ratnaningsih, E (2010). Efektifitas Biolarvasida Ekstraketanol Limbah Penyulingan Minyak Akar wangi (*Vetiveria zizanioides*) Terhadap Larva Nyamuk. *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia* Vol 1 (2).
- Muslimah, S. (2015). Dampak Pencemaran Tanah dan Langkah Pecegahan. *Jurnal Penelitian*. Vol. 2(1).
- Mutmainnah, F. A. d. (2015). Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) dengan Menggunakan *Hydrilla verticillata* dan *Najas indica*. *Jurnal Penelitian Sains* .

- Patandungan, A. (2014). Fitoremediasi Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*) Terhadap Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd) Pada Lahan TPA Tamangapa Antang Makassar. 19.
- Ramadhani, R. 2016. *Analisis Penyebaran Logam Berat Tembaga (Cu) pada Air Tanah dan Aliran Sungai di Sekitar Industri Kerajinan Perak Kotagede Daerah Istimewa Yogyakarta*. Skripsi. Teknik Lingkungan, Universitas Indonesia
- Rinarti, A. (2010). Penggunaan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveria zizanioides*) Untuk Menyisihkan Logam Timbal Pada Tanah Tercemar Lindi Studi Kasus : Leuwigajah, Kota Cimahi. *Jurnal Teknik Lingkungan* , 22.
- Rudy, d. (2017). Metode ERASI (Electro Assisted Phytoremediation Aeration) dengan Tanaman Akar Wangi (*Vetiveira*. *PROSIDING SNIPS 2* , 26-27.
- Rhenny Ratnawati, d. (2018). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*) dan Jengger Ayam. *Jurnal Teknik Lingkungan* , 63.
- Rony Irawanto dan sarwoko Mangkoedihardjo. (2015). Fitoremediasi Logam Berat (Pb dan cd) Pada Tumbuhan akuatik (*acanthus ilicifolius dan coix lacryma-jobi*). *Jurnal Purifikasi*. Vol. 15. No 1.
- Rosita, d. (2019). Review Potensi Tanaman Obat Akar Wangi (*Vetiveria Zizanioides*) Sebagai Tanaman Hiperakumulator Dalam Fitoremediasi Pada Lahan Tercemar Logam. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan (JPPL)* .
- Santana dkk, I. K. (2018). Akumulasi Logam Berat Seng (Zn) pada Akar dan Daun Lamun Enhalus acoroides di Perairan Pantai Sanur, Bali. *Jurnal Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana*, 47-56.
- Tsakiridis, P. E. 2012. Aluminium Salt Slag Characterization and Utilization. A Review *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 217-218. Hal, 1-10.
- Zamhar dan NK Dewi. 2015. Fitoremediasi Kadmium (Cd) Pada Leacha Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk) (Studi Kasus TPA Jatibarang). *Jurnal MIPA*. Vol 38(1): 14-19.

LAMPIRAN I

PERHITUNGAN PEMBUATAN MEDIA TANAH TERCEMAR

Berikut cara pembuatan media tanam tanah tercemar Aluminium (Al) dengan konsentrasi 9 ppm :

$$3 \text{ kg} \rightarrow 9 \text{ ppm}$$

$$9 \text{ ppm} = \frac{x_{Al}}{3 \text{ kg}}$$

$$9 \text{ mg/kg} = \frac{x_{Al}}{3 \text{ kg}}$$

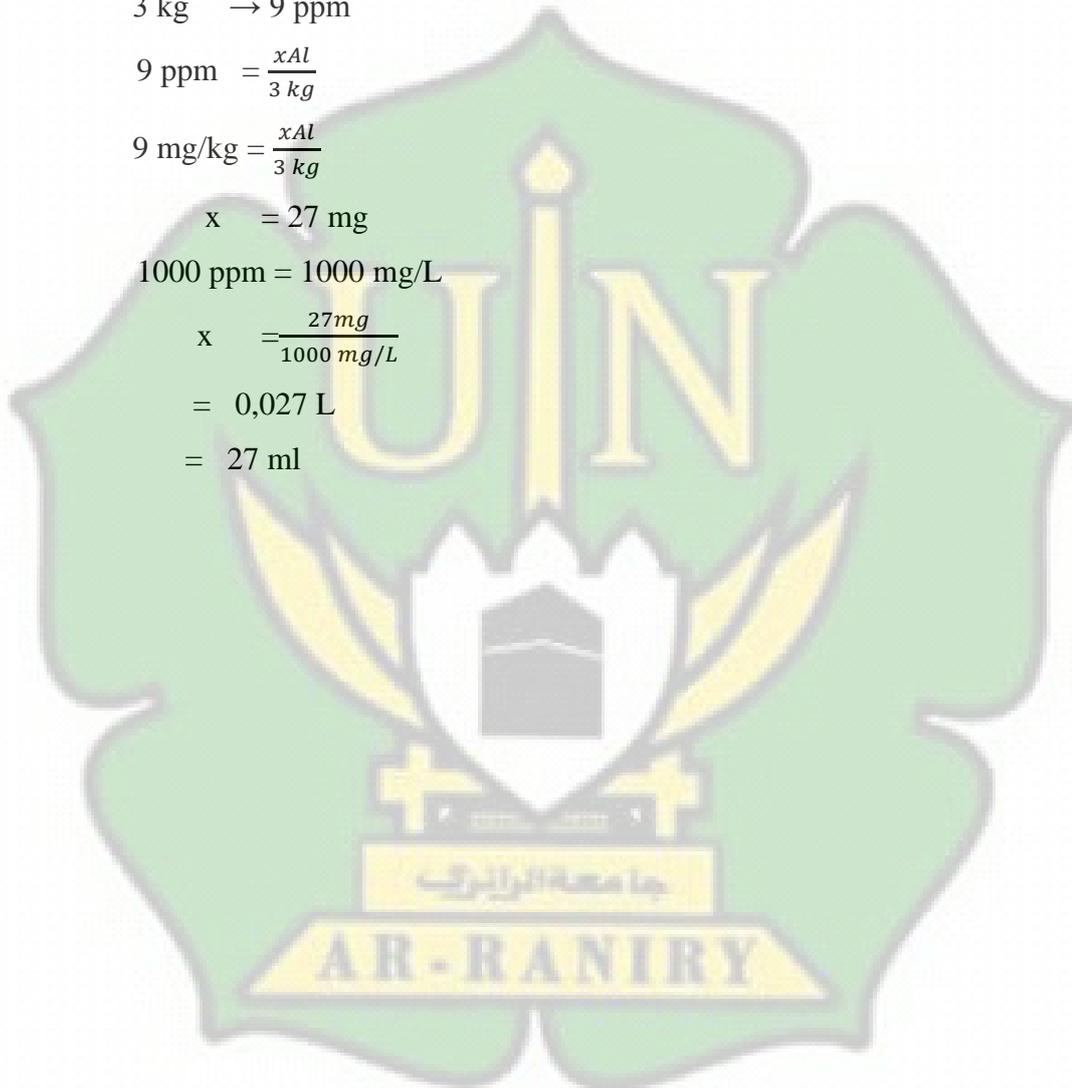
$$x = 27 \text{ mg}$$

$$1000 \text{ ppm} = 1000 \text{ mg/L}$$

$$x = \frac{27 \text{ mg}}{1000 \text{ mg/L}}$$

$$= 0,027 \text{ L}$$

$$= 27 \text{ ml}$$



LAMPIRAN II

PERHITUNGAN FAKTOR TRANSLOKASI

1. Perhitungan Faktor Translokasi (TF) minggu pertama

$$TF = \frac{2,5301}{4,0448}$$

$$TF = 0,6255$$

2. Perhitungan Faktor Translokasi (TF) minggu kedua

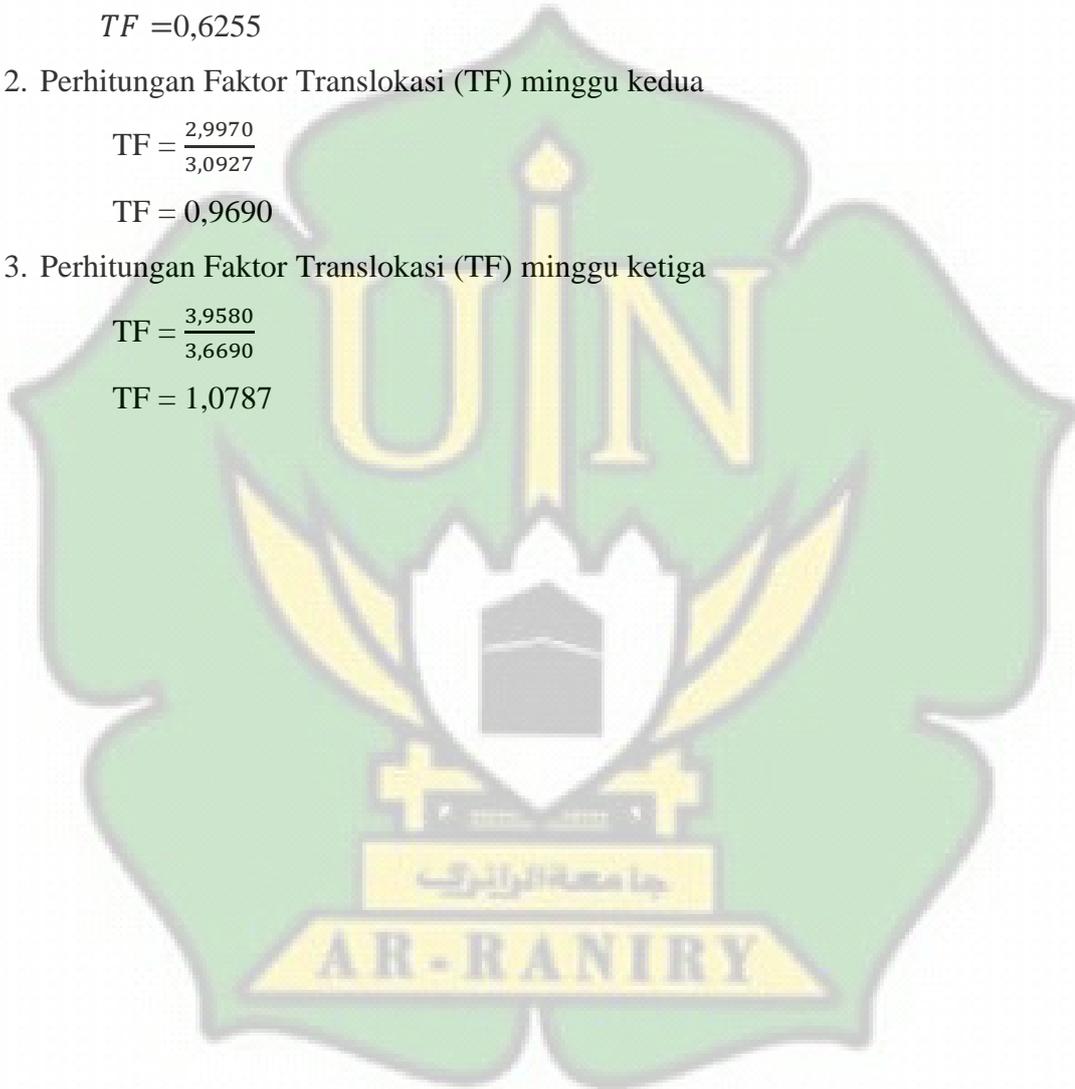
$$TF = \frac{2,9970}{3,0927}$$

$$TF = 0,9690$$

3. Perhitungan Faktor Translokasi (TF) minggu ketiga

$$TF = \frac{3,9580}{3,6690}$$

$$TF = 1,0787$$



LAMPIRAN III DOKUMENTASI PENELITIAN



Penimbangan Media Tanam



Pencampuran Larutan Aluminium



Rekayasa Tanah Tercemar



Penanaman Tanaman Akar Wangi



Penyiraman Tanaman akar wangi



Sampel Minggu Pertama



Sampel Minggu Kedua



Sampel Minggu Ketiga

LAMPIRAN IV
HASIL ANALISIS STATISTIK

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Hari ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Kadar AI Akar

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,392 ^a	,154	-,693	,62397

a. Predictors: (Constant), Hari

b. Dependent Variable: Kadar AI Akar

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,071	1	,071	,181	,744 ^a
	Residual	,389	1	,389		
	Total	,460	2			

a. Predictors: (Constant), Hari

b. Dependent Variable: Kadar AI Akar

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3,978	,953		4,174	,150
	Hari	-,027	,063	-,392	-,426	,744

a. Dependent Variable: Kadar AI Akar

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	3,4143	3,7901	3,6022	,18790	3
Residual	-,50947	,25473	,00000	,44121	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a. Dependent Variable: Kadar AI Akar

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Hari ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Kadar AI Daun

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,981 ^a	,962	,923	,20172

a. Predictors: (Constant), Hari

b. Dependent Variable: Kadar AI Daun

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1,019	1	1,019	25,055	,126 ^a
	Residual	,041	1	,041		
	Total	1,060	2			

a. Predictors: (Constant), Hari

b. Dependent Variable: Kadar AI Daun

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1,734	,308		5,627	,112
	Hari	,102	,020	,981	5,005	,126

a. Dependent Variable: Kadar AI Daun

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	2,4478	3,8756	3,1617	,71395	3
Residual	-,16470	,08235	,00000	,14263	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,816	,408	,000	,707	3

a. Dependent Variable: Kadar AI Daun

Regression

Variables Entered/Removed^b

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Hari ^a	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Faktor Translokasi

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,958 ^a	,919	,837	,09545

a. Predictors: (Constant), Hari

b. Dependent Variable: Faktor Translokasi

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,103	1	,103	11,272	,184 ^a
	Residual	,009	1	,009		
	Total	,112	2			

a. Predictors: (Constant), Hari

b. Dependent Variable: Faktor Translokasi

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,438	,146		3,003	,205
	Hari	,032	,010	,958	3,357	,184

a. Dependent Variable: Faktor Translokasi

Residuals Statistics^a

	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	N
Predicted Value	,6645	1,1177	,8911	,22660	3
Residual	-,03897	,07793	,00000	,06749	3
Std. Predicted Value	-1,000	1,000	,000	1,000	3
Std. Residual	-,408	,816	,000	,707	3

a. Dependent Variable: Faktor Translokasi

LAMPIRAN V



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
FAKULTAS PERTANIAN - UNIVERSITAS SYIAH KUALA
LABORATORIUM PENELITIAN TANAH DAN TANAMAN
(SOIL AND PLANT RESEARCH LABORATORY)**

Jln. Tgk. Hasan Krueng Kalee No. 3 Kopelma Darussalam, Banda Aceh, Kode Pos 23111
Telepon : 085260149488, 081269594111 Email: lptt.usk@gmail.com

**HASIL ANALISIS TANAMAN
(PLANT ANALYSIS REPORT)**

FORM - C1

No. (Report Number) : 10/LPTT/C1/2021
Pemilik (Owner) : Siti Hajar
Alamat Pemilik : UIN - Banda Aceh
Halaman : 1

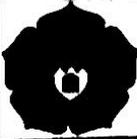
Tgl masuk (submitted) : 22/11/2021
Tgl diterima (received) : 23/11/2021
Telepon (phone)/HP : 082370201939
Jumlah Sampel : 6

No.	Kode Sampel	Hasil Pengukuran AL (Conc) by AAS
1	Sampel 1 Daun	10,1364
2	Sampel 1 Akar	16,2247
3	Sampel 2 Daun	12,0390
4	Sampel 2 Akar	12,4195
5	Sampel 3 Daun	15,8442
6	Sampel 3 Akar	14,7026

Banda Aceh, 23 November 2021
Kepala,

Prof. Dr. Ir. Sufardi, M.S.
NIP. 19621117 198702 1 001

جامعة الرانيري
AR-RANIRY



Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
Laboratorium Fakultas Sains & Teknologi
 Lab Instrumen FST, Lantai 1, Gedung Laboratorium Multifungsi
 Jl. Syaikh Abdur Rauf, Kopelma Darussalam, Banda Aceh, 23111

No: B-215 /Un.08/FST-Lab/Kp.07.0/11/2021

Data Preparasi Sampel

1. Sampel : Tanaman (Sereal)

2. Metode : Destruksi Asam

3. Instrumen : Microwave Digestion

4. Preparasi Sampel

No	Sampel	Massa (g)	Volume HNO ₃ (mL)
1	I. Akar	2,0056	10
2	I. Daun	2,0031	
3	II. Akar	2,0078	
4	II. Daun	2,0085	
5	III. Akar	2,0036	
6	III. Daun	2,0015	

Keterangan

Waktu : 25 menit
 Temperatur : 130 - 180 C
 Power of vessel : 600 W
 Volume preparasi : 50 mL

Banda Aceh, 17 November 2021

Analisis


 Rizki Kurniawan, S.Si.


 Rizki Kurniawan, S.Si., M.Si.