

**FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR LOGAM BERAT
BESI (Fe) MENGGUNAKAN TANAMAN JARAK PAGAR
(*Jatropha curcas*)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh

**LELIS HANDAYANI
NIM. 160702054**

**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 LOGAM BERAT BESI (Fe)
MENGUNAKAN TANAMAN JARAK PAGAR (*Jatropha curcas*)**

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:

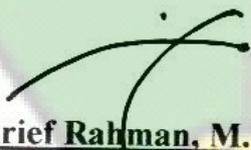
LELIS HANDAYANI
NIM. 160702054

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

Banda Aceh, 6 Januari 2021
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II


Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901


Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
NIDN. 2002028301

Mengetahui,

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


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

LEMBAR PENGESAHAN

FITOREMEDIASI TANAH TERCEMAR LOGAM BERAT BESI (Fe) MENGUNAKAN TANAMAN JARAK PAGAR(*Jatropha curcas*)

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,

Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
NIDN. 2002028301

Penguji I,

Ilham Zulfahmi, M.Si
NIDN. 1316078801

Penguji II,

Muhammad Fajsi Ikhwali, M.Eng
NIDN. 2008109101

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 : Lelis Handayani
NIM : 160702054
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi Uin Ar- Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Besi (Fe) menggunakan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber aslinya atau tanpa izin pemilik karya ; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan 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.

Banda Aceh, 6 Januari 2022

Yang Menyatakan,



Lelis Handayani

ABSTRAK

Nama : Lelis Handayani
NIM : 160702054
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Besi (Fe) Menggunakan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)
Tanggal Sidang : 13 Januari 2022
Tebal Skripsi : 46 Halaman
Pembimbing I : Arief Rahman, M.T
Pembimbing II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
Kata Kunci : Tanaman Jarak Pagar, fitoremediasi, tanah, besi

Seiring dengan meningkatnya perkembangan teknologi dalam pembangunan industri, pabrik- pabrik menghasilkan limbah yang cukup besar, dan bila tidak dikelola dengan baik akan memberikan efek negatif terhadap lingkungan seperti pencemaran tanah. Salah satu yang mencemari tanah adalah logam berat, sumber logam berat dapat berasal dari sumber alami seperti pelapukan batuan dan deposisi atmosfer. Sumber logam berat yang disebabkan oleh aktivitas manusia antara lain pertambangan, pertanian, peternakan, domestik, dan industri. Fitoremediasi tanah tercemar logam berat besi menggunakan tanaman merupakan salah satu metode yang ramah lingkungan dalam penyerapan logam di dalam tanah. Tanaman Jarak Pagar telah digunakan sebagai tanaman fitoremediasi berbagai jenis logam. Namun kajiannya untuk fitoremediasi besi belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanaman Jarak Pagar dalam mengakumulasi logam besi kedalam biomassa tanaman serta untuk mengetahui pengaruh besi di dalam tanah terhadap pertumbuhan tanaman Jarak Pagar. Tanaman Jarak Pagar ditanam pada tanah yang sebelumnya ditambahkan larutan besi (Fe) sebagai pencemar dengan konsentrasi 5 ppm dan variasi waktu fitoremediasi 7,14,21 hari. Hasil penelitian menunjukkan tanaman Jarak Pagar dapat mengakumulasi logam besi pada bagian akar, batang dan daun . Akumulasi Fe tertinggi pada bagian akar adalah 0,2507 mg/g pada waktu fitoremediasi hari ke 21, akumulasi Fe tertinggi pada batang adalah 0.0598 mg/g dan akumulasi tertinggi pada daun adalah 0,0770 mg/g dengan waktu fitoremediasi hari ke 7. Distribusi logam berat Fe dari bagian akar ke daun dengan faktor Translokasi (TF) <1 sehingga tanaman Jarak Pagar termasuk ke dalam tanaman fitoremediasi dengan mekanisme penyerapan logam besi (Fe) yaitu Fitostabilisasi.

Kata kunci: Tanaman Jarak Pagar, fitoremediasi, tanah, besi (Fe)

ABSTRACT

Name : Lelis Handayani
NIM : 160702054
Study Program : Environmental Engineering
Title : *Phytoremediation of Iron (Fe) Polluted Soil Using Jatropha curcas*
Defense Date : 13 January 2022
Number of Pages : 46 Pages
Thesis Advisor I : Arief Rahman, M.T
Thesis Advisor II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc
Key words : *Jatropha Plant, phytoremediation, soil, Fe*

Along with the increasing technological developments in industrial development, factories produce a large amount of waste, and if not managed properly will have negative effects on the environment such as soil pollution. One that pollutes the soil is heavy metals, sources of heavy metals can come from natural sources such as weathering of rocks and atmospheric deposition. Sources of heavy metals caused by human activities include mining, agriculture, livestock, domestic, and industry. Phytoremediation of soil contaminated with iron heavy metals using plants is one of the environmentally friendly methods for metal absorption in the soil. Jatropha plant has been used as a phytoremediation plant for various types of metals. However, studies for iron phytoremediation have not been carried out. This study aims to determine the ability of Jatropha plant in accumulating iron metal into plant biomass and to determine the effect of iron in the soil on plant growth. Jatropha curcas plant was planted on soil previously added with heavy metal iron as a pollutant with a concentration of 5 ppm and a variation of phytoremediation time of 7,14,21 days. The results showed that Jatropha curcas plant can accumulate iron metal in the roots, stems and leaves. The highest Fe accumulation in the roots was 0.2507 mg/g at the time of phytoremediation on day 21, the highest accumulation of Fe in the stem was 0.0598 mg/g and the highest accumulation in the leaves was 0.0770 mg/g with the phytoremediation time on day 7. Distribution heavy metal Fe from the roots to the leaves with a translocation factor (TF) <1 so that the Jatropha plant is included in the phytoremediation plant with the mechanism of absorption of metal mercury (Hg) namely phytostabilization.

Key words: *Jatropha curcas, phytoremediation, soil, iron (Fe)*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan kemampuan berfikir untuk penulis sehingga dapat menyusun Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Kemudian shalawat dan salam penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, dimana kehadirannya menjadi lentera untuk umat manusia di permukaan bumi sehingga tercipta kedamaian dan ketinggian ilmu pengetahuan di dunia ini. Dengan hasil orientasi penulis dan dukungan dari berbagai pihak penulis mengambil judul Tugas Akhir” **Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Besi (Fe) Menggunakan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)**. Tugas akhir disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar 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. Ayahda Jalianto, Ibunda Hasnah, Nenek, Adik-adik Handi Liani, Rehan Masyafar, Muhammad Ridho, dan keluarga besar yang selalu mendoakan, memberikan semangat dan dukungan penuh kepada penulis.
2. Dr. Azhar Amsal, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan.
4. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan.
5. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan dari awal sampai akhir pengerjaan Tugas Akhir.

6. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc., selaku Penasehat Akademik sekaligus Pembimbing II yang telah memberikan banyak arahan selama kuliah dan arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir.
7. Bapak Ilham Zulfahmi, M.Si., selaku penguji I yang telah memberikan tambahan ilmu dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
8. Bapak Muhammad Faisi Ikhwal, M.Eng., selaku 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. Siti Hajar, Handriani, Husnul Khatimah, Natasya, Erlinda, Rizki Anda Riska, Rosdiana, Muhammad Rizal dan Harun Ronaldo yang telah membantu, memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
12. Teman-teman angkatan 2016 yang telah mengisi hari-hari selama perkuliahan.
13. Dan semua pihak yang telah terlibat dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun. Harapan penulis semoga penulisan Tugas Akhir ini bermanfaat akhir kata penulis mengucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 6 Januari 2022
Penulis,

Lelis Handayani

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
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 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pencemaran Logam Berat	4
2.2 Logam Berat Besi (Fe)	4
2.3 Fitoremediasi.....	5
2.4 Faktor Translokasi (TF)	7
2.5 Tanaman Jarak Pagar	7
2.6 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)	9
2.7 Studi Literatur Penelitian	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	11
3.2 Tahapan Umum.....	12
3.3 Alat dan Bahan.....	14
3.3.1 Alat.....	14
3.3.2 Bahan	14
3.4 Prosedur Penelitian.....	14

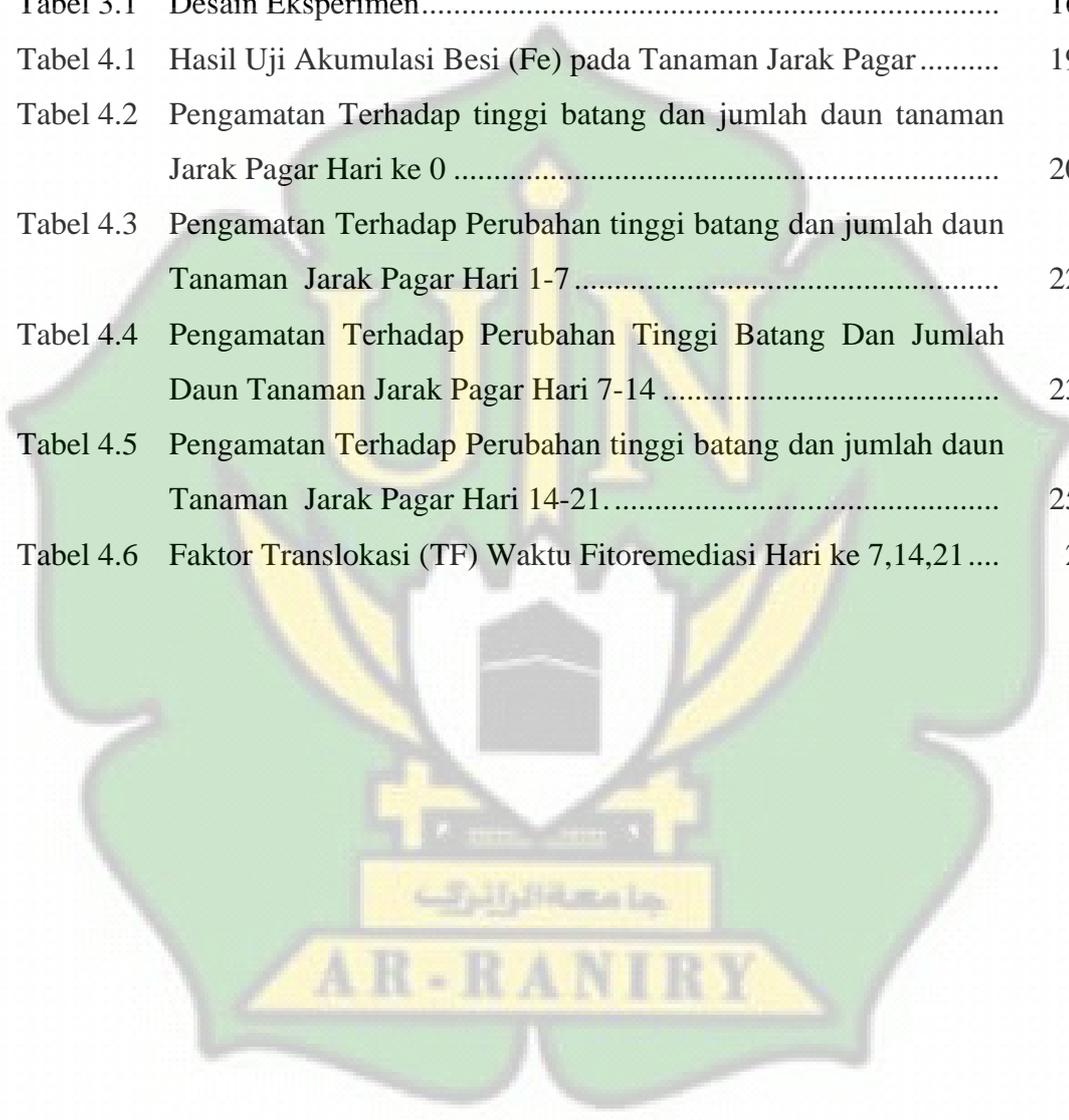
3.4.1	Penyiapan Tanaman Jarak Pagar.....	14
3.4.2	Pembuatan Tanah Tercemar Besi (Fe).....	14
3.4.3	Aklimatisasi	15
3.4.4	Penanaman Tanaman Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i>).....	15
3.4.5	Eksperimen Fitoremediasi.....	16
3.4.6	Pengambilan Sampel Daun, Batang dan Akar Tanaman	16
3.4.7	Analisis Kadar Besi (Fe) pada Tanaman.....	17
3.5	Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		19
4.1	Hasil	19
4.1.1	Pengamatan Tanaman Jarak Pagar Sebelum Fitoremediasi.....	20
4.1.2	Pengamatan Tanaman Jarak Pagar pada Hari ke 1-7.....	21
4.1.3	Pengamatan Tanaman Jarak Pagar pada Hari ke 7-14.....	22
4.1.4	Pengamatan Tanaman Jarak Pagar pada Hari ke 14-21	24
4.2	Pembahasan.....	25
4.2.1	Faktor Translokasi.....	25
4.2.2	Pengaruh Variasi Waktu Terhadap Kemampuan Tanaman Jarak Pagar Sebagai Tanaman Fitoremediator	26
4.2.3	Pengaruh Logam Berat Besi (Fe) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jarak Pagar.....	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		31
5.1	Kesimpulan	31
5.2	Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA		32
LAMPIRAN I		34
LAMPIRAN II		35
LAMPIRAN III		36
LAMPIRAN IV		39
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tanaman Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i>).....	9
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	13
Gambar 3.2	Desain Eksperimen.....	15
Gambar 4.1	Pengamatan Tanaman Jarak Pagar Sebelum Fitoremediasi	20
Gambar 4.1	Pengamatan Tanaman Jarak Pagar Hari ke 1-7	21
Gambar 4.3	Grafik Perubahan tinggi batang dan jumlah dau pada tanaman Jarak Pagar Hari 1-7	22
Gambar 4.4	Pengamatan Tanaman Jarak Pagar Hari 7-14.....	23
Gambar 4.5	Grafik Perubahan tinggi batang dan jumlah daun pada Tanaman Jarak Pagar Hari ke 7-14	24
Gambar 4.6	Pengamatan Tanaman Jarak Pagar Hari 14-21.....	25
Gambar 4.7	Grafik Perubahan tinggi batang dan jumlah daun tanaman Jarak Pagar	25
Gambar 4.8	Grafik faktor translokasi tanaman Jarak Pagar.....	26
Gambar 4.9	Grafik kadar akumulasi besi (Fe) pada Akar Tanaman.....	27
Gambar 4.10	Grafik kadar akumulasi besi (Fe) pada Batang Tanaman	28
Gambar 4.11	Grafik kadar akumulasi besi (Fe) pada Daun Tanaman	28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Tanaman Jarak Pagar	8
Tabel 2.2	Studi Literatur Penelitian	10
Tabel 3.1	Desain Eksperimen.....	16
Tabel 4.1	Hasil Uji Akumulasi Besi (Fe) pada Tanaman Jarak Pagar	19
Tabel 4.2	Pengamatan Terhadap tinggi batang dan jumlah daun tanaman Jarak Pagar Hari ke 0	20
Tabel 4.3	Pengamatan Terhadap Perubahan tinggi batang dan jumlah daun Tanaman Jarak Pagar Hari 1-7	22
Tabel 4.4	Pengamatan Terhadap Perubahan Tinggi Batang Dan Jumlah Daun Tanaman Jarak Pagar Hari 7-14	23
Tabel 4.5	Pengamatan Terhadap Perubahan tinggi batang dan jumlah daun Tanaman Jarak Pagar Hari 14-21	25
Tabel 4.6	Faktor Translokasi (TF) Waktu Fitoremediasi Hari ke 7,14,21	2



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya perkembangan teknologi dalam pembangunan industri yang bertujuan memenuhi kebutuhan penduduk yang semakin hari terus bertambah. Pabrik- pabrik menghasilkan limbah yang cukup besar, dan bila tidak dikelola dengan baik akan memberikan efek negatif terhadap lingkungan (Hidayat, 2015). Kemajuan teknologi yang semakin berkembang pesat, unsur-unsur logam berat banyak dimanfaatkan dalam dunia industri. Logam dimanfaatkan untuk pembuatan tiang listrik, jembatan, pintu air, dan kerangka bangunan dan lain sebagainya (Ardilla dkk, 2012).

Tanah merupakan bagian penting dalam menunjang kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Rantai makanan bermula dari tumbuhan yang terdapat di tanah, manusia dan hewan hidup membutuhkan tumbuhan. Ketika suatu zat berbahaya/beracun telah mencemari permukaan tanah, maka ia dapat menguap, tersapu air hujan dan 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 kepada manusia ketika bersentuhan atau dapat mencemari air tanah dan udara di atasnya (Muslimah, 2015).

Salah satu yang mencemari tanah adalah logam berat, sumber logam berat dapat berasal dari sumber alami seperti pelapukan batuan dan deposisi atmosfer. Sumber logam berat yang disebabkan oleh aktivitas manusia antara lain pertambangan, pertanian, peternakan, domestik, dan industri (Patty & Siahaan, 2018). Logam berat yang banyak terdapat di tanah dan bersifat racun adalah logam besi (Fe). Besi (Fe) akan berdampak terhadap kesehatan manusia diantaranya bisa menyebabkan keracunan (muntah), kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, insomnia (Supriyantini & Endrawati, 2015).

Menurut Novayanti (2019), Kolam bekas tambang Bauksit di Kelurahan Senggarang, Kota Tanjung Pinang, Kepulauan Riau merupakan salah satu lokasi yang tanahnya memiliki kandungan besi (Fe) tinggi. Novayanti (2019) telah melakukan penelitian fitoremediasi serapan besi (Fe) dari kolam bekas Tambang Bauksit menggunakan tanaman Purun (*Eleocharis sp*). Hasil uji penyerapan besi oleh Purun pada biomassa tanaman 250 gram persentase penyerapan 17,1 % dan pada biomassa Purun 500 gram yaitu 80,1 % (Novayanti dkk., 2019).

Menurut Rismawati (2012), Fitoremediasi merupakan teknik pemulihan lahan tercemar dengan menggunakan tumbuhan untuk mengimobilisasi bahan pencemar, menyerap dan mentransformasi logam berat dalam sel jaringan. Metode fitoremediasi sangat berkembang pesat karena metode ini mempunyai beberapa keunggulan diantaranya metodenya sederhana, efisien, hemat biaya, dan ramah lingkungan (Rismawati, 2012). Sudah banyak penelitian yang telah dilakukan untuk proses fitoremediasi logam berat dalam tanah, salah satu tanaman yang dapat digunakan untuk fitoremediasi adalah tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*). Sebelumnya sudah dilakukan penelitian oleh Rismawati (2012) Fitoremediasi tanah tercemar logam berat Zn menggunakan tanaman Jarak pagar (*Jatropha curcas*). Dari penelitian tersebut diperoleh hasil tanaman Jarak pagar berpotensi sebagai akumulator Zn tetapi (nilai Faktor Transfer < 20) untuk diaplikasikan sebagai agen fitoremediator Zn.

Surahmaida dan Mangkoedihardjo (2017) telah melakukan penelitian uji kemampuan tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) dalam meremediasi tanah tercemar logam berat Kadmium (Cd). Hasil dari penelitian tersebut Jarak Pagar mempunyai kemampuan dalam meremediasi tanah tercemar logam berat Cd, Nilai persentase reduksi tanah tercemar logam berat Cd oleh jarak pagar yaitu sebesar 76-91%, Nilai persentase akumulasi Cd dalam tanaman jarak pagar yaitu sebesar 46-125% (Surahmaida & Mangkoedihardjo, 2017).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka penulis melakukan penelitian tentang kemampuan tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) dalam meremediasi tanah tercemar logam berat Besi (Fe).

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kemampuan tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) dalam meremediasi tanah tercemar Besi (Fe) berdasarkan faktor translokasi (TF)?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu kontak terhadap kemampuan tanaman Jarak Pagar dalam meremediasi tanah tercemar Besi (Fe)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kemampuan tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) dalam meremediasi tanah tercemar Besi (Fe) berdasarkan faktor translokasi (TF)
2. Mengetahui pengaruh variasi waktu kontak terhadap kemampuan tanaman Jarak Pagar dalam meremediasi tanah tercemar Besi (Fe)

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah dijabarkan sebelumnya, maka manfaat yang di peroleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai seberapa besar akumulasi Besi (Fe) di dalam tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)
2. Memberikan referensi untuk penelitian selanjutnya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Logam Berat

Pencemaran logam berat menjadi salah satu masalah yang serius terhadap lingkungan, penggunaan logam berat melalui ekstraksi dan pengolahan biji logam menyebabkan terjadinya pelepasan unsur logam ke dalam lingkungan. Masalah pencemaran logam berat menjadi lebih parah seiring dengan meningkatnya industri dan gangguan siklus biogeokimia alami. Sebagian besar unsur logam tidak mengalami degradasi biologi atau kimia. Tidak seperti pencemar organik yang dapat teroksidasi karbon dioksida oleh mikroba (Handayanto dkk, 2017).

Tanah dapat tercemar logam berat melalui emisi kawasan industri, limbah tambang, pemurnian emas, bensin bertimbal, cat, pupuk anorganik, pupuk kandang, pestisida, irigasi air limbah, pembakaran batu bara dan pengendapan dari atmosfer. Pencemaran tanah oleh logam berat dapat membahayakan kesehatan melalui kontak langsung dengan tanah yang terkontaminasi, rantai makanan, minum air tanah yang tercemar logam berat. Pemulihan ekosistem tanah yang tercemar logam berat memerlukan pemahaman karakteristik tanah dan logam berat, karakteristik tanah akan memberikan wawasan spesiasi dan ketersediaan hayati (*bioavailability*) (Handayanto dkk, 2017).

2.2 Logam Berat Besi (Fe)

Logam merupakan unsur kimia yang banyak digunakan di dunia perindustrian, seperti pertambangan, pabrik tekstil dan industri baterai. Pada umumnya kandungan logam berat secara alamiah sangat rendah di dalam tanah, kecuali tanah tersebut sudah tercemar. Salah satu faktornya adalah daerah aliran air tanah tersebut dekat dengan bantaran sungai yang sudah tercemar logam berat, tanah bekas pertambangan dan limbah yang dihasilkan oleh industri yang menghasilkan limbah logam berat (Lazulva & Apriani, 2012).

Logam Besi (Fe) merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh makhluk hidup, namun Besi dengan jumlah berlebih bisa menyebabkan keracunan. Tingginya kandungan logam Fe akan

berdampak bagi kesehatan manusia diantaranya bisa menyebabkan keracunan (muntah), pusing, diare, sembelit, kanker, hepatitis, penuaan dini, diabetes, penyakit ginjal, hingga kematian mendadak (Supriyantini & Endrawati, 2015).

2.2.1 Pencemaran Besi (Fe) di Tanah

Secara umum tanah tersusun atas bahan mineral, bahan organik, air tanah, dan udara. Tanah yang mengandung berbagai jenis mineral banyak ditemukan di beberapa daerah di Indonesia, salah satunya adalah Sumatera Barat yaitu Nagari Situmbuk, Kecamatan Salimpaung, Kabupaten Tanah Datar. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari Dinas Pertambangan Mineral dan Energi Sumatera Barat, bahwa sampel yang diperoleh di nagari Situmbuk, Kecamatan Salimpaung, Kabupaten Tanah Datar tergolong Tanah Lempung. Dimana dalam tanah ini terdapat logam-logam yang terdiri atas mineral-mineral seperti aluminium dan besi (Ardilla dkk, 2012).

2.3 Fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan pemanfaatan tumbuhan untuk mengusir atau mendegradasi bahan pencemar tanah seperti logam berat, pestisida, *polyaromatic hydrocarbons*, dan lindi dari timbunan sampah landfill. Tumbuhan telah digunakan untuk menstabilkan dan mengambil logam pencemar dari tanah dan air (Juhriah dan Alam, 2016). Menurut (Hernahadini dkk, 2020), Fitoremediasi adalah proses pengolahan pencemar menggunakan tumbuhan, termasuk pohon, rumput dan tumbuhan air. Proses pencucian bisa menggunakan cara inaktivasi ataupun immobilisasi zat polutan menjadi bentuk yang tidak berbahaya. Fitoremediasi merupakan salah satu teknik remediasi logam berat yang cukup murah, efisien, dan ramah lingkungan dalam penggunaannya untuk mengurangi akumulasi logam di lahan tercemar sehingga merupakan solusi untuk remediasi beberapa daerah yang tercemar logam berat. (Hernahadini dkk, 2020).

Mekanisme kerja fitoremediasi mencakup beberapa macam proses diantaranya *fitoekstraksi*, *rhizofiltrasi*, *fitodegradasi*, *fitostabilisasi* dan *fitovolatilisasi*. Menurut (Nurfitriana, 2019) pengertian dari beberapa macam proses fitoremediasi sebagai berikut:

a. *Fitoekstraksi*

Fitoekstraksi adalah proses penyerapan logam berat oleh akar tanaman dan mengumpulkan logam-logam berat yang sudah diserap ke bagian-bagian tanaman seperti akar, batang dan daun. Pada proses ini tumbuhan hiperakumulator juga diperlukan untuk meningkatkan kapasitas penyerapan tumbuhan pada limbah di lingkungan.

b. *Rhizofiltrasi*

Rhizofiltrasi adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar tanaman agar menempel kemudian menyerap, mengendapkan, dan mengakumulasi logam berat dari sumber limbah. Metode ini biasanya digunakan pada limbah cair.

c. *Fitodegradasi*

Fitodegradasi atau yang biasa disebut dengan *enhanced rhizosphere biodegradation* adalah penguraian atau metabolisme zat-zat kontaminan (logam berat) pada limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroba dan enzim seperti dehalogenase dan oksigenasi yang berada di sekitar akar tumbuhan. Contohnya *fungi* (jamur), ragi ataupun bakteri.

d. *Fitostabilisasi*

Fitostabilisasi adalah kapasitas tanaman dalam mengeluarkan (ekskresi) suatu zat senyawa kimia tertentu untuk mengimobilisasi logam berat di daerah akar (*rizosfer*) atau penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak dapat terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut akan menempel erat pada akar (stabil) dan tidak akan terbawa oleh aliran air.

e. *Fitovolatilisasi*

Fitovolatilisasi adalah proses tanaman menyerap zat kontaminan logam berat dan melepaskannya (transpirasi) ke udara lewat daun yang terlebih dahulu sudah mengalami degradasi sehingga tidak lagi berbahaya jika dilepaskan ke udara.

2.4 Faktor Translokasi (TF)

Faktor translokasi digunakan untuk menghitung proses perpindahan logam berat pada tanaman dari akar menuju daun, dihitung dengan menggunakan rumus: (Puspita dkk., 2013).

$$TF = \frac{\text{Logam berat pada Daun}}{\text{Logam berat pada Akar}}$$

Nilai translokasi (TF) memiliki kategori yaitu:

1. Mekanisme fitoekstraksi

Fitoekstraksi adalah proses penyerapan logam berat oleh akar tanaman yang kemudian ditranslokasikan menuju batang dan daun, dengan nilai translokasi lebih dari satu ($TF > 1$).

2. Mekanisme fitostabilisasi

Fitostabilisasi adalah proses tanaman mentransformasikan polutan di dalam tanah menjadi senyawa yang tidak beracun tanpa menyerap terlebih dahulu polutan tersebut kedalam tubuh tanaman dengan nilai translokasi kurang dari 1 ($TF < 1$). Hasil dari transformasi polutan tersebut tetap berada di dalam tanah, tanaman menstabilisasikan polutan dalam sehingga membuat logam berat tidak berbahaya (Santana dkk, 2018).

2.5 Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)

Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) merupakan tumbuhan yang hidup di dataran rendah sampai ketinggian sekitar 500 M di atas permukaan laut. Tanaman Jarak Pagar dapat tumbuh pada curah hujan 300-2.380 mm/tahun dengan curah hujan optimum 625 mm/tahun. Tanaman jarak pagar dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, antara lain di tanah berbatu, tanah berpasir, tanah liat, bahkan di tanah yang kurang subur. Tanah gembur sangat disukai tanaman jarak pagar sehingga pertumbuhannya kurang baik jika ditanam di tanah yang padat. Kondisi pH tanah yang sesuai untuk tanaman jarak pagar adalah 5,0-6,5 (Nurcholis & Sumarsih, 2007).

2.5.1 Klasifikasi Tanaman Jarak Pagar

Tanaman jarak pagar mempunyai nama latin *Jatropha curcas*. Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman ini diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 2.1 Klasifikasi Tanaman Jarak Pagar

Kingdom	<i>Plantae</i>
Divisi	<i>Spermatophyta</i>
Sub Divisi	<i>Angiospermae</i>
Kelas	<i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	<i>Geraniales</i>
Sub Ordo	<i>Tricocceae</i>
Family	<i>Euphorbiaceae</i>
Genus	<i>Jatropha</i>
Spesies	<i>Jatropha curcas</i>

(Nurcholis dan Sumarsih, 2007).

2.5.2 Morfologi Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)

Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) merupakan perdu atau pohon kecil dengan tinggi sekitar 1-5 meter. Tanaman ini memiliki batang yang bulat atau silindris, licin dan bergetah. Daun Jarak merupakan daun tunggal dengan pertumbuhan daun yang berseling, berbentuk jantung atau bulat telur, helai daun bertoreh, berlekuk bersudut 3 atau 5. Pangkal daun berlekuk, ujungnya ujungnya meruncing dan bergigi. Tulang daun menjari dengan 7-9 tulang utama. Tangkai daun panjang, sekitar 4-15 cm. Bunga tanaman Jarak merupakan bunga yang majemuk, bunganya termasuk berkelamin tunggal dan berumah satu (Kusdianti & Meirandi, 2005).



Gambar 2.1 Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)

2.6 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom merupakan suatu metode analisis untuk menentukan unsur-unsur logam dan metaloid berdasarkan penyerapan (*adsorpsi*) energi radiasi oleh atom-atom dalam keadaan bebas. Cara kerja spektrofotometri serapan atom adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel. Kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur panjang gelombang tertentu yang akan memberikan penyerapan pada panjang gelombang maksimum. Penentuan panjang gelombang maksimum perlu dilakukan untuk mengetahui dimana terjadi absorpsi maksimum (Purnama dkk, 2018).

2.7 Studi Literatur Penelitian

Tabel 2.1 Menyebutkan tentang beberapa penelitian terdahulu menyangkut fitoremediasi tanah tercemar logam berat.

Tabel 2.2 Studi Literatur Penelitian

No	Spesies Tanaman	Judul Penelitian	Referensi
1.	Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i>)	Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Zn Menggunakan Tanaman Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i>)	Rismawati, 2012
2.	Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i>)	Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i>) Pada Tanah Tercemar Merkuri (Hg) di Wilayah Pertambang Tradisional	Onggi dkk, 2015
3.	Bayam (<i>Amaranthus sp</i>)	Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Besi (Fe) dengan Menggunakan Tanaman Bayam (<i>Amaranthus sp</i>)	Fariz, 2015
4.	Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i>)	Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Besi (Fe) dan Kobalt (Co) dengan Tanaman Akar Wangi (<i>Vetiveria zizanioides</i>) Pada Media Tanah Berkompos	Perada, 2015
5.	Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i>)	Uji Kemampuan Tanaman Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i>) Dalam Meremediasi Tanah Tercemar Logam Kadmium (Cd)	Surahmaida & Mangkoedihardjo, 2017
6.	Purun (<i>Eleocharis sp</i>)	Studi Fitoremediasi Serapan Besi (Fe) dari Kolam Bekas Tambang Bauksit Menggunakan Purun (<i>Eleocharis sp</i>)	Wulan dkk, 2020
7.	Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas</i>)	Pemulihan Lahan Terkontaminasi Limbah B3 Dari Proses Deinking Industri Kertas Secara Fitoremediasi	Hardiani, 2014

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

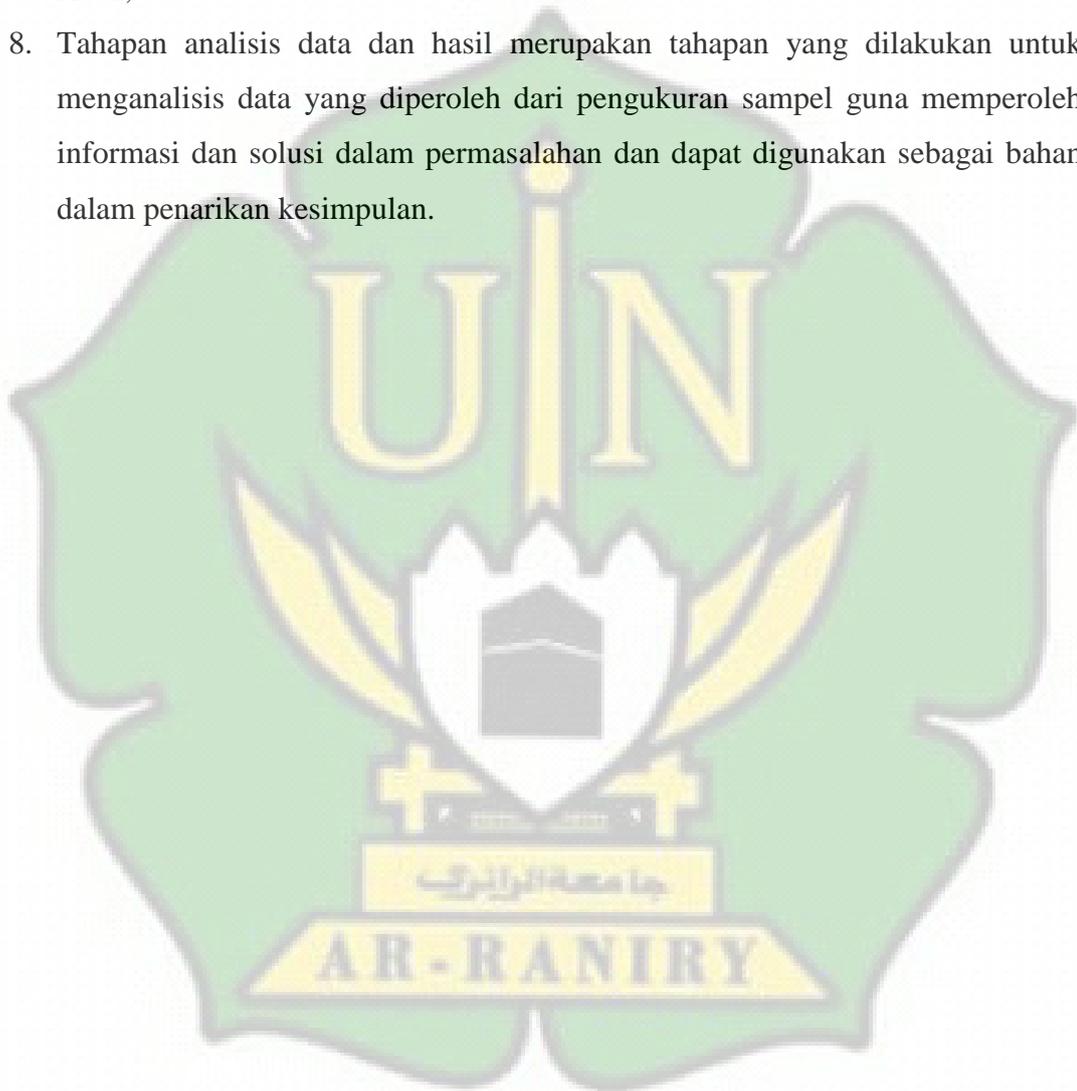
Penelitian dan penyelesaian Tugas Akhir dilakukan selama 6 bulan, yaitu dari bulan Juni sampai Desember 2021. Penelitian ini meliputi pengamatan di lapangan dan pengujian di laboratorium. Penanaman tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*), dan proses fitoremediasi dilakukan dalam ruangan Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry dan pengujian logam berat Besi (Fe) pada tanaman dianalisis oleh Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.

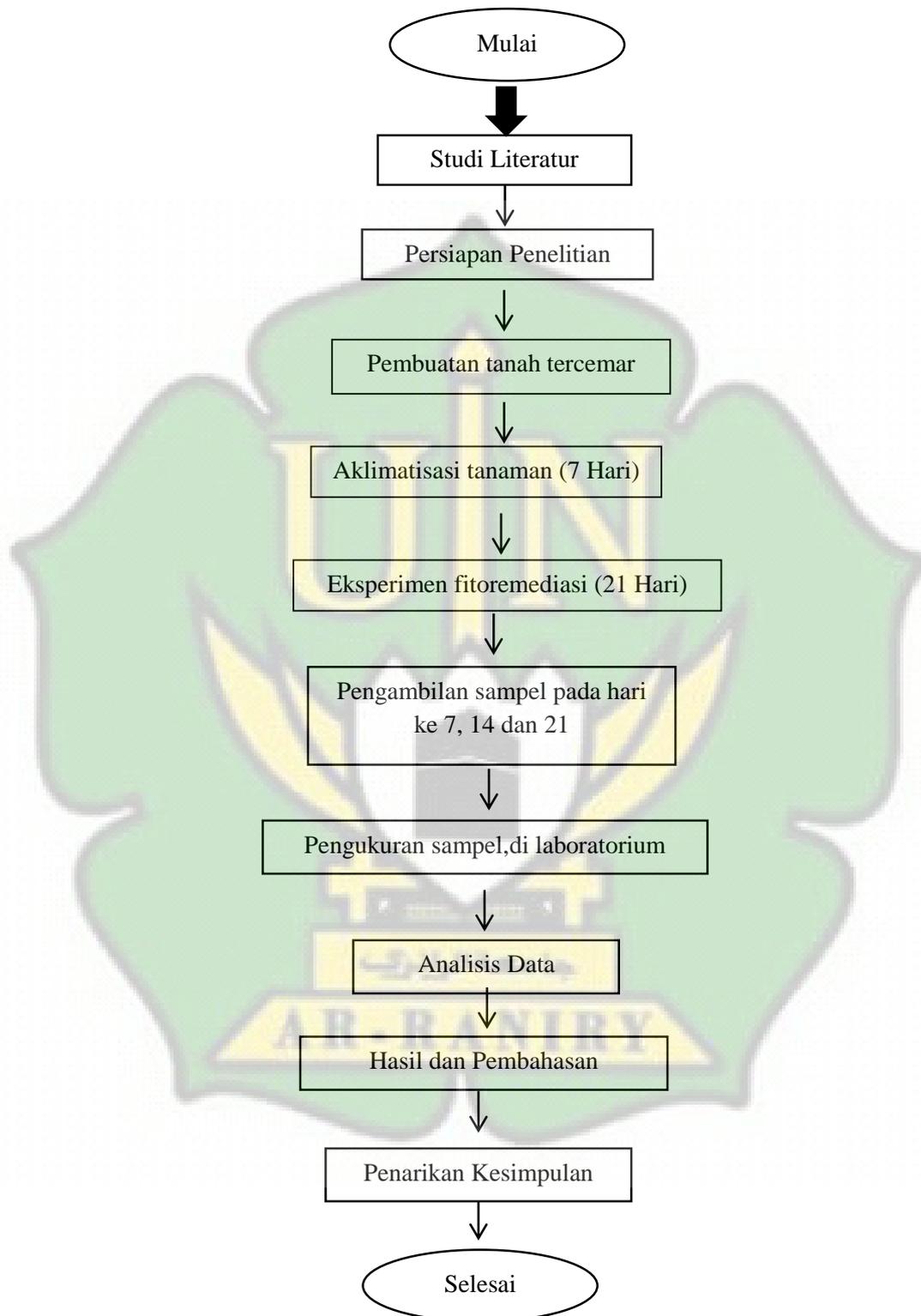
3.2 Tahapan Umum

Diagram alir tahapan penelitian terdapat pada Gambar 3.1. Penelitian 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 persiapan merupakan tahap persiapan bahan yang digunakan pada saat penelitian agar penelitian dapat berjalan dengan efektif
3. Tahapan pembuatan tanah tercemar merupakan tahapan membuat tanah tercemar dengan konsentrasi yang sudah ditentukan.
4. Tahapan aklimatisasi tanaman dilakukan selama tujuh hari dengan menggunakan tanah tercemar buatan yang bertujuan untuk menyesuaikan tanaman dan beradaptasi pada lingkungan baru.
5. Tahapan eksperimen fitoremediasi merupakan tahapan dilakukannya proses fitoremediasi tanah tercemar dengan menggunakan tanaman Jarak Pagar, dengan perlakuan di siram dengan air setiap hari.
6. Tahapan pengambilan sampel merupakan tahapan pengambilan pada sampel tanah tercemar setelah dilakukan proses fitoremediasi selama 7,14 dan 21 hari pada pot masing-masing.

7. Tahapan pengukuran sampel di laboratorium merupakan tahapan pengukuran terhadap akumulasi merkuri pada akar, batang daun 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.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometri serapan atom (AAS), *soil meter*, labu ukur, pipet volume, kertas saring, timbangan analitik, *microwave digestion*, ember, sekop, spatula, sarung tangan dan wadah pot.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam eksperimen fitoremediasi adalah tanaman Jarak Pagar, tanah dan larutan FeCl_3 . Bahan – bahan yang digunakan dalam analisis besi (Fe) adalah larutan standar Fe, aquades (H_2O), asam Nitrat (HNO_3) 65%, dan larutan SnCl 3 %.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penyiapan Tanaman Jarak Pagar

Persiapan tanaman dilakukan dengan menyiapkan sebanyak 4 tanaman Jarak Pagar yang berumur 2,5 – 3 bulan dengan tinggi batang yang relatif sama.

3.4.2 Pembuatan Tanah Tercemar Besi (Fe)

Pembuatan tanah tercemar Besi (Fe) yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Tanah ditimbang sebanyak 3 kg untuk membuat tanah tercemar 5 ppm
2. Untuk membuat tanah tercemar 5 ppm dipipet 15 ml larutan Fe
3. Tanah di dalam wadah di aduk merata hingga larutan besi (Fe) tercampur sempurna
4. Tanah dimasukkan kedalam pot
5. Pot-pot ditutup menggunakan plastik

Masing-masing media tanam ditambahkan larutan Besi Fe dengan konsentrasi 5 ppm. Berikut cara pembuatan media tanam tercemar Besi (Fe) dengan konsentrasi 5 ppm:

$$3 \text{ kg} \rightarrow 5 \text{ ppm}$$

$$5 \text{ ppm} = \frac{x \text{ Fe}}{3 \text{ kg}}$$

$$5 \text{ mg/kg} = \frac{x \text{ Fe}}{3 \text{ kg}}$$

$$x = 15 \text{ mg}$$

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

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

$$= 0,015 \text{ L}$$

$$= 15 \text{ ml}$$

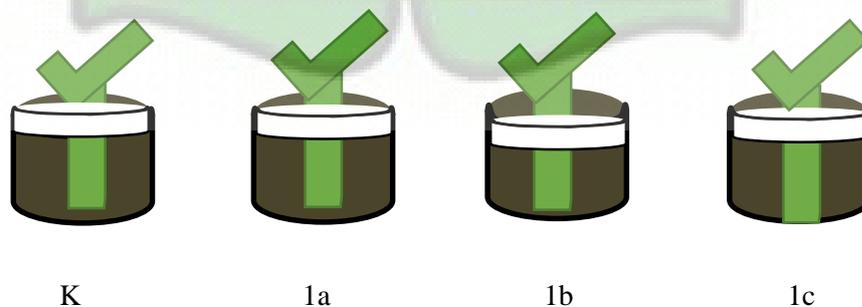
Artinya 15 ml larutan Besi (Fe) dicampurkan ke tanah untuk membuat tanah tercemar 5 ppm

3.4.3 Aklimatisasi

Proses aklimatisasi tanaman Jarak Pagar dilakukan selama 1 Minggu, supaya tanaman dapat menyesuaikan diri dengan media tanam yang telah ditambahkan logam berat.

3.4.4 Penanaman Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*)

Tanaman Jarak Pagar yang sudah diisolasi dan tumbuh baik selama aklimatisasi 1 minggu, ditanam pada media tanam selama 21 hari dengan tanah yang sudah direkayasa tercemar logam berat Besi (Fe) dengan jumlah media tanam 3 kg tanah. Adapun desain rangkaian eksperimen adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Desain Eksperimen

Keterangan:

K: Tanaman kontrol (tanaman Jarak Pagar tanpa penambahan zat pencemar)

1a: Tanaman Jarak Pagar dengan media tanam tercemar Besi (Fe) 5 ppm,
dilakukan fitoremediasi selama 7 hari

1b: Tanaman Jarak Pagar dengan media tanam tercemar Besi (Fe) 5 ppm,
dilakukan fitoremediasi selama 14 hari

1c: Tanaman Jarak Pagar dengan media tanam tercemar Besi (Fe) 5 ppm,
dilakukan fitoremediasi selama 21 hari

Tabel 3.1 Desain Eksperimen

Perlakuan	Waktu (Hari)	Label
Kontrol	21	K
5 ppm	7	1a
	14	1b
	21	1c

3.4.5 Eksperimen Fitoremediasi

Tanaman Jarak Pagar yang hidup dengan baik selama aklimatisasi, ditanam pada media tanam yang terkontaminasi Besi (Fe), dengan perlakuan disiram air setiap hari pada jam 08.00 secukupnya. Sedangkan untuk pengujian Besi (Fe) pada tanaman dilakukan setiap 7 hari sekali selama 3 minggu yaitu hari ke 7, 14 dan 21.

3.4.6 Pengambilan Sampel Daun, Batang dan Akar Tanaman

Sampel daun, batang dan akar tanaman dilakukan secara langsung dalam wadah/pot, berikut petunjuk pengambilan sampel:

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

3.4.7 Analisis Kadar Besi (Fe) pada Tanaman

Sampel yang diambil dari media tanam yang telah dicampurkan pencemar buatan akan diuji di laboratorium pada usia remediasi selama 7, 14 dan 21 hari. Sampel yang diuji adalah daun, batang dan akar tanaman. Tata cara pengujian Besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom sesuai dengan SNI 6989.4. 2009 adalah sebagai berikut:

- a) Preparasi sampel tanaman
 1. Ditimbang sampel sebanyak 2,0 gram, dan dimasukkan ke dalam vessel
 2. sampel yang telah dimasukkan ke dalam *vessel* ditambahkan 5 ml larutan HNO_3 (pengerjaan dilakukan dalam lemari asam)
 3. *Vessel* ditutup dengan rapat dan dimasukkan ke dalam *microwave digestion*
Analisis kandungan Besi (Fe) pada akar, batang dan daun tanaman
 4. sampel hasil *digestion* dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml dan dilarutkan menggunakan jika terdapat endapan, dan sampel disaring terlebih dahulu sebelum dilakukan analisis.
- b) Analisis kandungan besi (Fe) pada akar, batang dan daun tanaman
 1. Dibuat larutan standar Fe 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

3.5 Analisis Data

Nilai Faktor Translokasi digunakan untuk menentukan kemampuan tanaman mengakumulasi logam berat Fe. Faktor Translokasi (TF) logam berat digunakan untuk menghitung proses translokasi logam berat dari akar ke daun, dihitung dengan rumus sebagai berikut: (Puspita dkk, 2013):

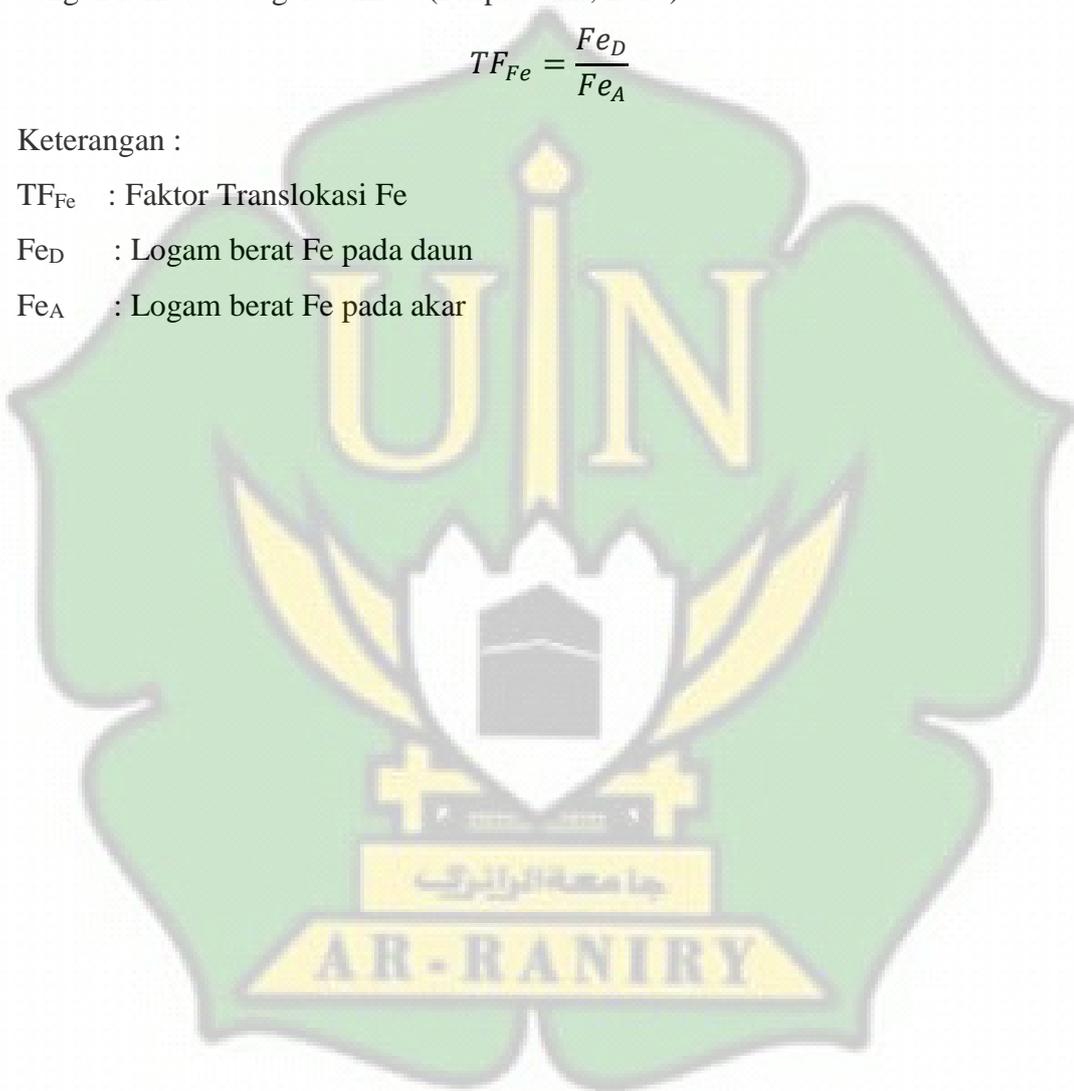
$$TF_{Fe} = \frac{Fe_D}{Fe_A}$$

Keterangan :

TF_{Fe} : Faktor Translokasi Fe

Fe_D : Logam berat Fe pada daun

Fe_A : Logam berat Fe pada akar



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

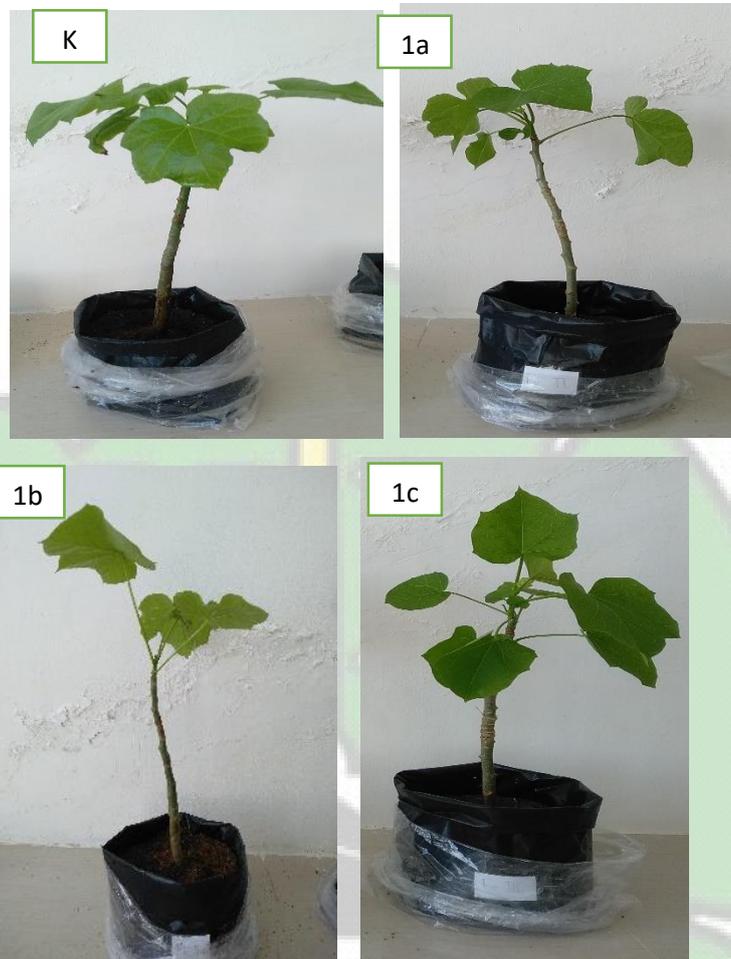
4.1. Hasil

Hasil analisis akumulasi Fe pada tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) ditunjukkan pada Tabel 4.1, dalam mengakumulasi logam berat Fe tanaman Jarak Pagar dipisahkan menjadi bagian akar dan non akar (batang dan daun) dianalisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*). Akumulasi logam berat Fe pada akar, batang dan daun tanaman Jarak Pagar bervariasi seiring dengan lamanya waktu fitoremediasi. Pada minggu pertama akumulasi logam berat Fe pada akar sebesar 0,2409 $\mu\text{g/g}$, akumulasi Fe pada batang sebesar 0,0598 $\mu\text{g/g}$ dan akumulasi Fe pada daun sebesar 0,0770 $\mu\text{g/g}$. Pada minggu kedua akumulasi logam berat Fe pada akar sebesar 0,2456 $\mu\text{g/g}$, akumulasi Fe pada batang sebesar 0,0346 $\mu\text{g/g}$ dan akumulasi Fe pada daun sebesar 0,0390 $\mu\text{g/g}$. Sedangkan pada minggu ketiga akumulasi logam berat Fe pada akar sebesar 0,2507 $\mu\text{g/g}$, akumulasi Fe pada batang sebesar 0,0528 $\mu\text{g/g}$ dan akumulasi Fe pada daun sebesar 0,0186 $\mu\text{g/g}$.

Tabel 4.1 Hasil Uji Akumulasi Besi (Fe) pada Tanaman Jarak Pagar

Perlakuan	Waktu (Hari)	Label	Fe Akar ($\mu\text{g/g}$)	Fe Batang ($\mu\text{g/g}$)	Fe Daun ($\mu\text{g/g}$)	Faktor Translokasi (TF)
5 ppm	7	1a	0,2409	0,0598	0,0770	0,3196
	14	1b	0,2456	0,0346	0,0390	0,1588
	21	1c	0,2507	0,0528	0,0186	0,0724

4.1.1 Pengamatan Tanaman Jarak Pagar Sebelum Fitoremediasi



Gambar 4.1 Pengamatan Tanaman Jarak Pagar Sebelum Fitoremediasi

K: Tanaman Kontrol,

1a: Tanaman Jarak Pagar dengan media tanam tercemar Besi (Fe) 5 ppm

1b: Tanaman Jarak Pagar dengan media tanam tercemar Besi (Fe) 5 ppm

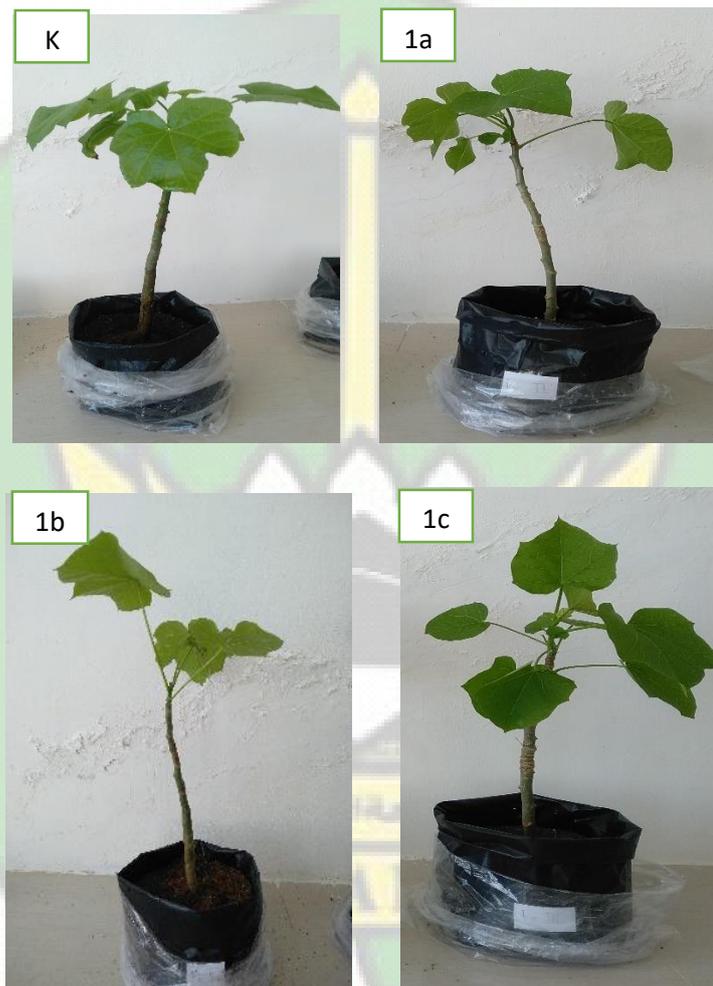
1c: Tanaman Jarak Pagar dengan media tanam tercemar Besi (Fe) 5 ppm,

Tabel. 4.2 Pengamatan terhadap tinggi batang daun jumlah daun tanaman Jarak Pagar Hari ke 0

Parameter Pengamatan	Sampel Uji			
	K	1a	1b	1c
Tinggi Batang (cm)	34	29	36	33
Jumlah Daun (Lembar)	10	9	6	12
Warna Daun	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau

4.1.2 Pengamatan Tanaman Jarak Pagar pada Hari ke 1-7

Data tentang pengamatan terhadap perubahan tinggi batang dan jumlah daun pada tanaman Jarak Pagar pada hari ke 1-7 dapat dilihat pada Tabel 4.2, sedangkan grafik perubahan tinggi batang dan jumlah daun pada tanaman Jarak Pagar hari ke 1-7 dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pengamatan Tanaman Jarak Pagar hari ke 1-7

K: Tanaman Kontrol,

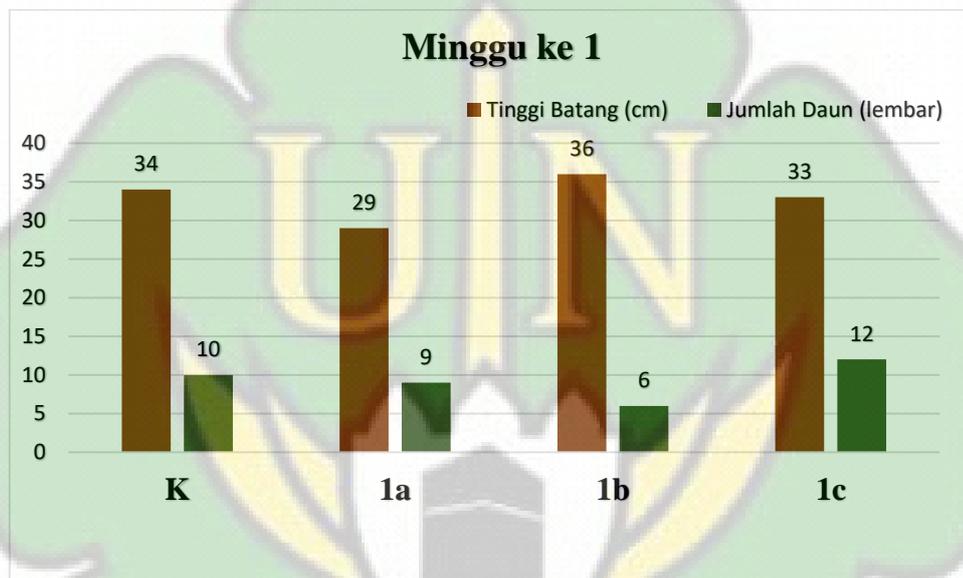
1a: Tanaman Jarak Pagar dengan media tanam tercemar Besi (Fe) 5 ppm,

1b: Tanaman Jarak Pagar dengan media tanam tercemar Besi (Fe) 5 ppm,

1c: Tanaman Jarak Pagar dengan media tanam tercemar Besi (Fe) 5 ppm.

Tabel 4.3 Pengamatan Terhadap Perubahan Tinggi Batang dan Jumlah Daun Tanaman Jarak Pagar Hari ke 1-7

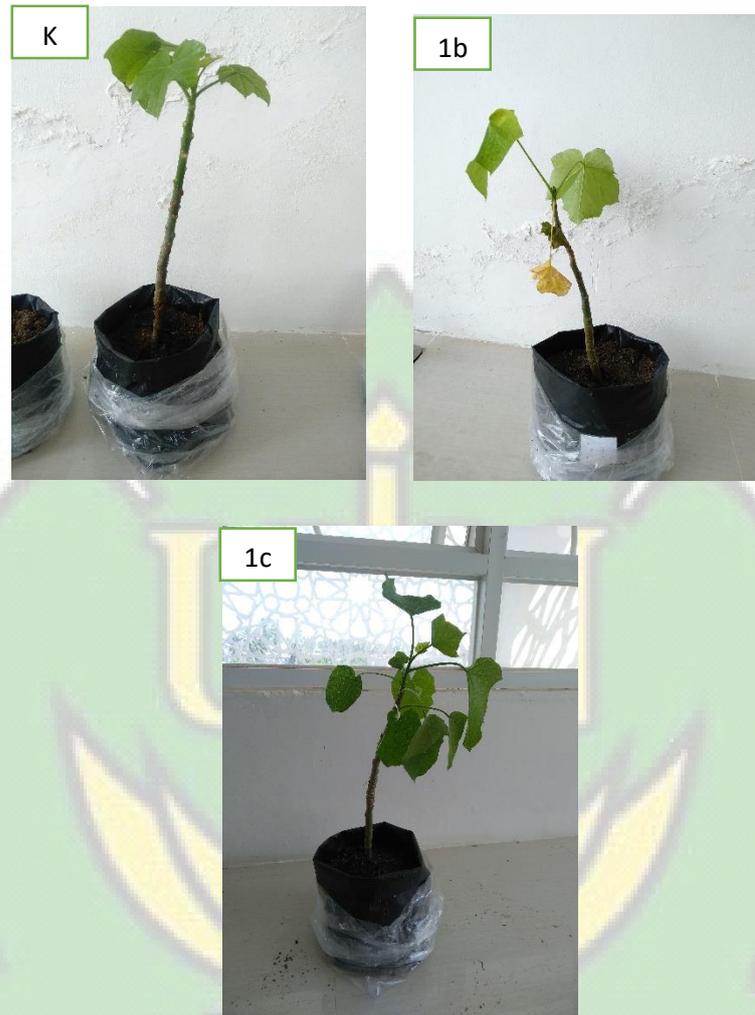
Parameter Pengamatan	Sampel Uji			
	K	1a	1b	1c
Tinggi Batang (cm)	34	29	36	33
Jumlah Daun (Lembar)	10	9	6	12
Warna Daun	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau



Gambar 4.3 Grafik perubahan tinggi batang dan jumlah daun pada tanaman Jarak Pagar hari 1-7

4.1.3 Pengamatan Tanaman Jarak Pagar pada Hari ke 7-14

Data tentang pengamatan terhadap perubahan tinggi batang dan jumlah daun pada tanaman Jarak Pagar pada hari ke 7-14 dapat dilihat pada Tabel 4.3, sedang grafik perubahan fisiologi pada tanaman Jarak Pagar hari ke 1-7 dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pengamatan tanaman Jarak Pagar hari 7-14

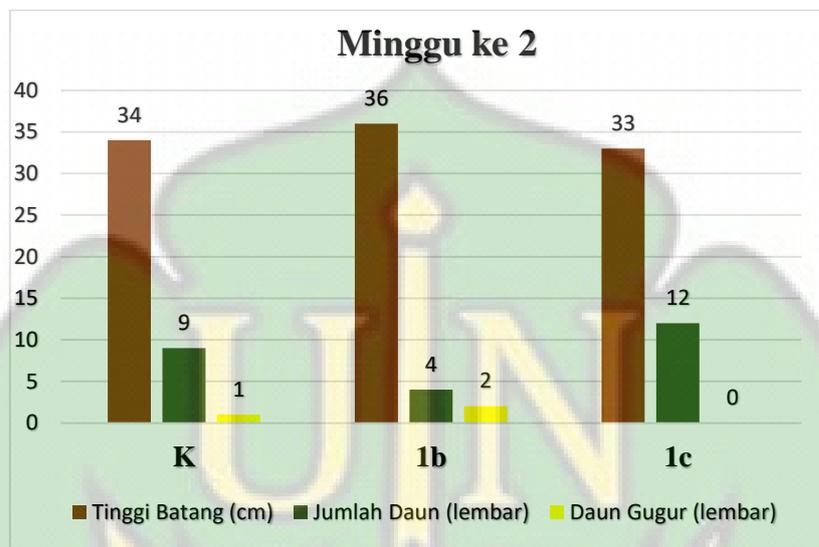
K: Tanaman kontrol

1b: Tanaman Jarak Pagar dengan media tanam tercemar Besi (Fe) 5 ppm

1c: Tanaman Jarak Pagar dengan media tanam tercemar Besi (Fe) 5 ppm

Tabel 4.4 Pengamatan Terhadap Perubahan Tinggi Batang Dan Daun Tanaman Jarak Pagar Hari ke 7-14

Parameter Pengamatan	Sampel Uji		
	K	1b	1c
Tinggi Batang	34	36	33
Jumlah Daun (lembar)	9	4	12
Daun Gugur	1	2	0



Gambar 4.5 Grafik perubahan tinggi batang dan jumlah daun pada tanaman Jarak Pagar hari ke 7-14

4.1.4 Pengamatan Tanaman Jarak Pagar pada Hari ke 14-21

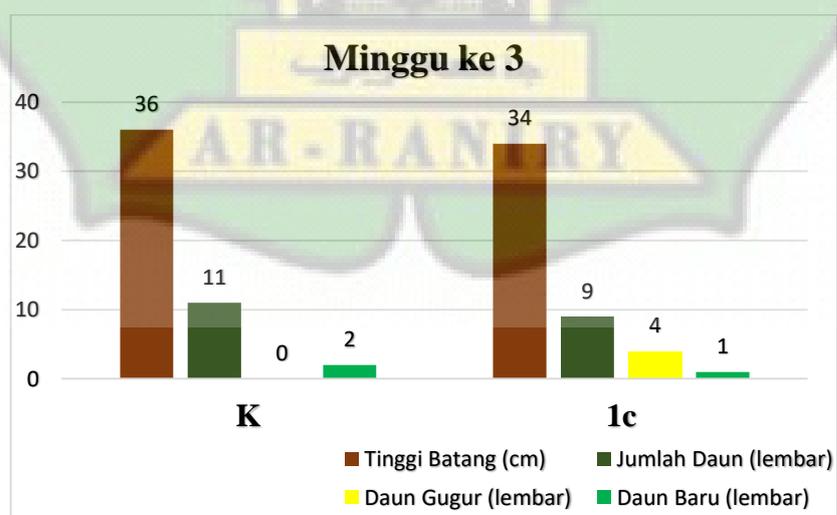
Data tentang pengamatan terhadap perubahan fisiologi pada tanaman Jarak Pagar pada hari ke 14-21 dapat dilihat pada Tabel 4.4, sedangkan grafik perubahan fisiologi pada tanaman Jarak Pagar hari ke 14-21 dapat dilihat pada Gambar 4.6. Perubahan fisiologi pada tanaman Jarak Pagar dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.6 Pengamatan tanaman Jarak Pagar hari 14-21
 K: Tanaman kontrol
 1c: Tanaman Jarak Pagar dengan media tanam tercemar Besi (Fe) 5 ppm

Tabel 4.5 Pengamatan Terhadap Perubahan Tinggi Batang dan Jumlah Daun
 Tanaman Jarak Pagar Hari ke 7-14

Parameter Pengamatan	Sampel Uji	
	K	1c
Tinggi Batang (cm)	36	34
Jumlah Daun	11	9
Daun Gugur	0	4
Daun Baru	2	1



Gambar 4.7 Grafik perubahan tinggi batang dan jumlah daun tanaman Jarak Pagar

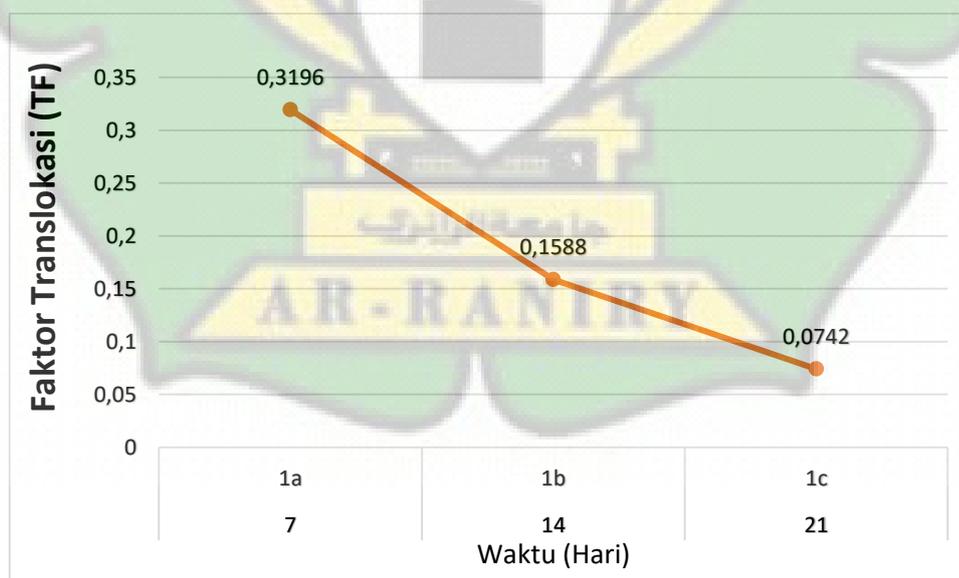
4.2 Pembahasan

4.2.1 Faktor Translokasi (TF)

Nilai TF pada tanaman Jarak Pagar ditunjukkan pada Gambar 4.7 rasio translokasi Fe dari akar ke daun pada minggu pertama yaitu 0,3196 , sedangkan pada minggu kedua yaitu 0,0742 mg/g dan pada minggu ketiga yaitu 0,1588 mg/g. Rendahnya translokasi besi (Fe) ke bagian daun, kemungkinan disebabkan oleh akar tanaman mengenali zat racun sehingga akar tanaman mengakumulasi besi lebih besar daripada yang di translokasi ke daun. Menurut (Hardiani 2009), akar mempunyai sistem penghentian transport logam menuju daun terutama logam non esensial, sehingga terjadi penumpukan logam pada akar, hal ini menyebabkan rendah translokasi logam berat dari akar ke daun.

Tabel 4.6 Faktor Translokasi (TF) Waktu Fitoremediasi Hari ke 7,14 dan 21

Waktu Fitoremediasi (Hari)	Label	Faktor Translokasi
7	1a	0,3196
14	1b	0,1588
21	1c	0,0742

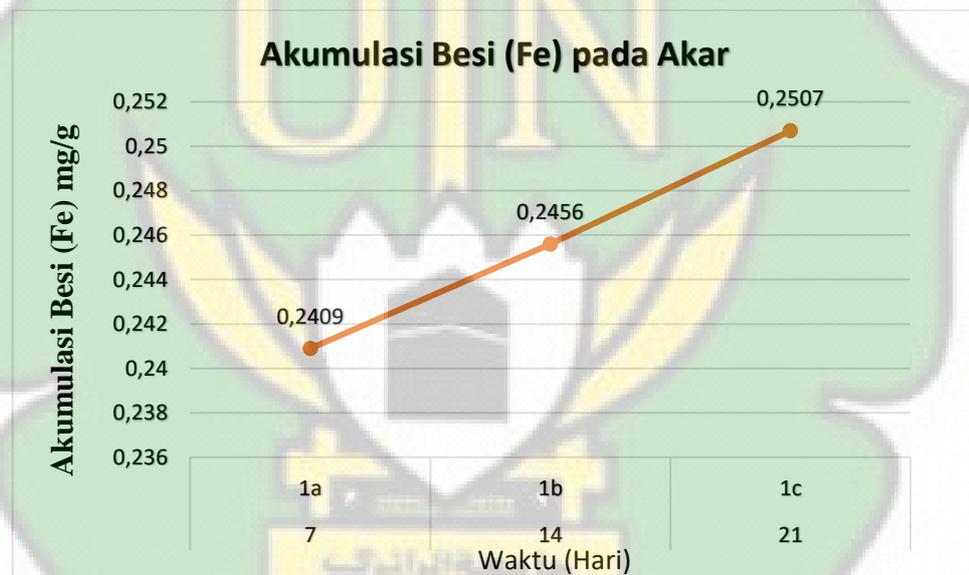


Gambar 4.8 Grafik faktor translokasi tanaman Jarak Pagar

Berdasarkan perhitungan faktor translokasi (TF) pada daun tanaman Jarak Pagar translokasi besi (Fe) < 1 yang menunjukkan translokasi besi (Fe) lebih besar ke bagian akar tanaman dibandingkan dengan bagian daun tanaman, sehingga mekanisme yang terjadi pada proses penyerapan besi (Fe) adalah fitostabilisasi.

4.2.2 Pengaruh Variasi Waktu Kontak Terhadap Kemampuan Tanaman Jarak Pagar Sebagai Tanaman Fitoremediator

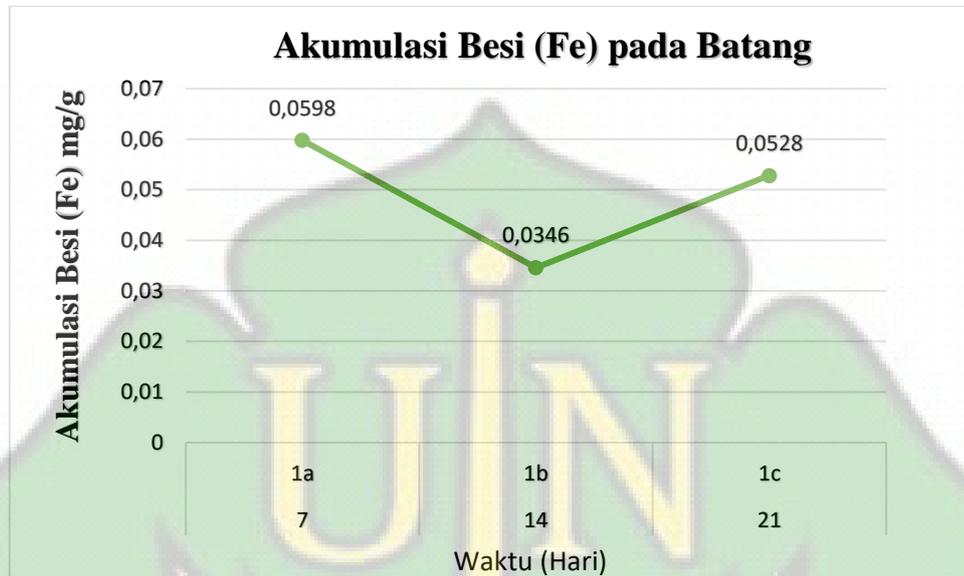
Hasil penelitian yang menunjukkan pengaruh variasi waktu kontak terhadap kemampuan akar tanaman Jarak Pagar sebagai tanaman fitoremediator dapat dilihat pada Gambar 4.8, akumulasi besi (Fe) pada batang dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan akumulasi besi Fe pada daun dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.9 Grafik kadar akumulasi besi (Fe) pada akar tanaman Jarak Pagar

Gambar 4.8 menunjukkan akumulasi besi (Fe) pada akar tanaman Jarak Pagar meningkat seiring dengan lamanya waktu fitoremediasi untuk menyerap logam berat dalam tanah. Selama 21 hari masa perlakuan, kadar besi (Fe) dalam akar tanaman meningkat setiap minggunya. Hal ini diperkirakan terjadi karena adanya proses fitostabilisasi. Fitostabilisasi adalah kemampuan tanaman melepaskan senyawa tertentu untuk mengikat logam berat di daerah perakaran. Pada minggu pertama akumulasi besi (Fe) sebesar $0.2409 \mu\text{g/g}$ sedangkan

akumulasi besi (Fe) pada minggu kedua sebesar 0,2459 $\mu\text{g/g}$ dan akumulasi besi (Fe) pada minggu ketiga yaitu sebesar 0,2556 $\mu\text{g/g}$.



Gambar 4.10 Grafik kadar akumulasi besi (Fe) pada akar tanaman Jarak Pagar

Gambar 4,9 menunjukkan akumulasi besi (Fe) tertinggi pada batang tanaman Jarak Pagar terdapat pada minggu pertama yaitu sebesar 0,0598 $\mu\text{g/g}$ dan akumulasi besi (Fe) terendah pada batang terdapat pada minggu kedua 0,0390 $\mu\text{g/g}$ akumulasi besi (Fe) pada batang tanaman Jarak Pagar bervariasi naik turun pada setiap minggu.



Gambar 4.11 Grafik kadar akumulasi besi (Fe) pada akar tanaman Jarak Pagar

Gambar 4.10 menunjukkan akumulasi besi (Fe) tertinggi pada daun tanaman Jarak Pagar terdapat pada minggu pertama yaitu sebesar 0,0770 mg/g dan akumulasi besi (Fe) terendah pada daun terdapat pada minggu ketiga yaitu sebesar 0,0186. Akumulasi besi (Fe) pada daun mengalami penurunan pada setiap minggu, hal ini disebabkan dengan muncul-munculnya daun-daun baru dan daun lama telah gugur.

Besarnya penyerapan logam berat (Fe) pada bagian akar dibandingkan pada bagian daun karena akar memiliki daya serap yang lebih tinggi terhadap logam. Akar mempunyai kemampuan untuk membentuk besar biomassa akar, sehingga mempunyai kapasitas besar untuk mengakumulasi logam berat. Tumbuhan mengeluarkan senyawa organik dan enzim melalui akar, sehingga daerah rizosfer merupakan lingkungan yang sangat baik untuk tempat tumbuhnya mikroba dalam tanah. Mikroba di rhizosfer mempercepat proses penyerapan kontaminan oleh akar (Irawanto, 2015).

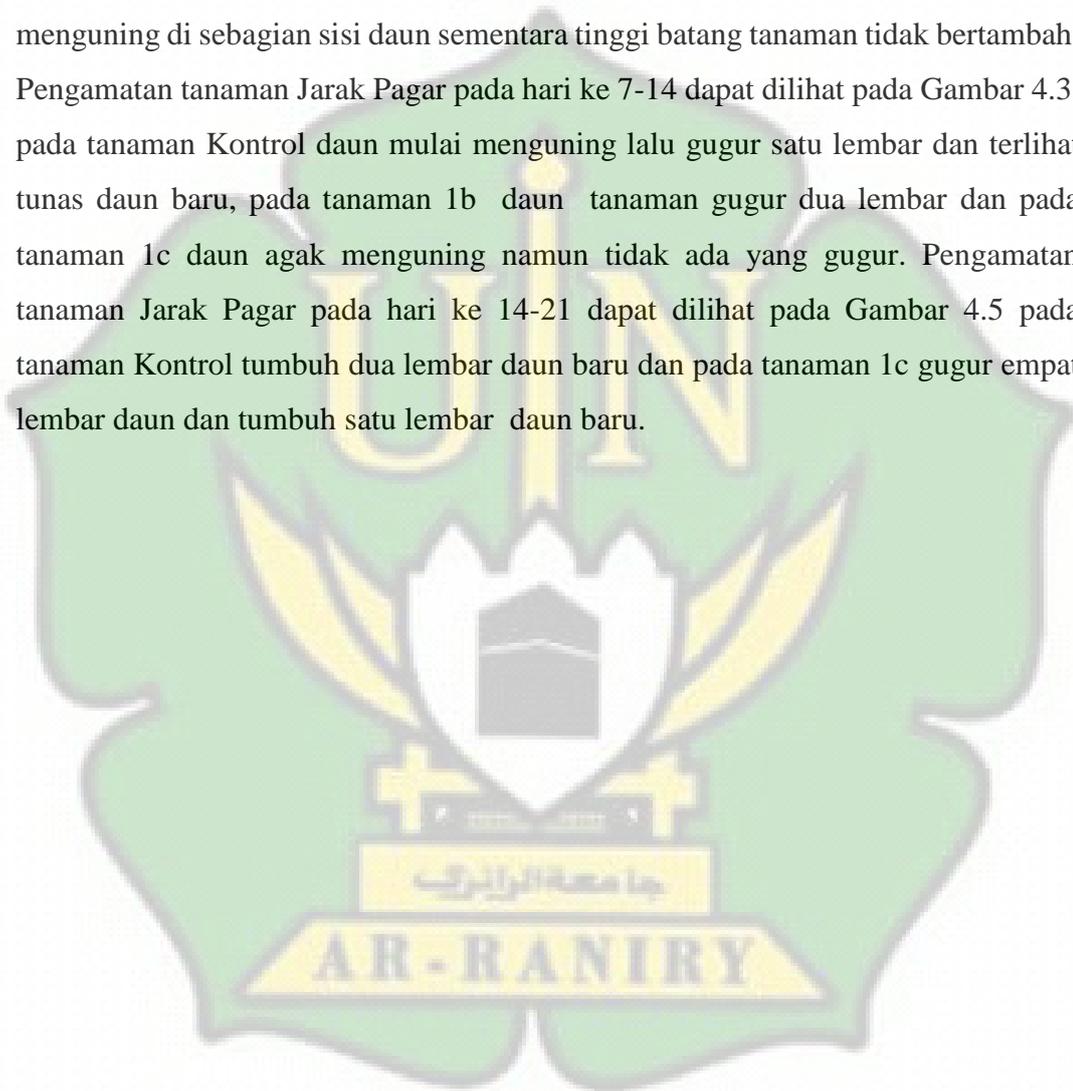


Gambar 4.11 Grafik Akumulasi Besi (Fe) pada Tanaman Jarak Pagar

Berdasarkan hasil analisis besi (Fe) setiap minggu pada akar, batang dan daun tanaman Jarak Pagar, dari ketiga variasi waktu kontak (7,14 dan 21 hari) diketahui bahwa waktu kontak optimum pada akar terdapat hari ke 21, sedangkan waktu kontak optimum pada batang dan daun pada hari ke 7.

4.2.3 Pengaruh Logam Berat Besi (Fe) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Jarak Pagar

Pengamatan tanaman Jarak Pagar pada hari ke 1-7 dapat dilihat pada Gambar 4.1, pada hari ke 7 daun tanaman Jarak Pagar K, 1a, 1b dan 1c mulai menguning di sebagian sisi daun sementara tinggi batang tanaman tidak bertambah. Pengamatan tanaman Jarak Pagar pada hari ke 7-14 dapat dilihat pada Gambar 4.3, pada tanaman Kontrol daun mulai menguning lalu gugur satu lembar dan terlihat tunas daun baru, pada tanaman 1b daun tanaman gugur dua lembar dan pada tanaman 1c daun agak menguning namun tidak ada yang gugur. Pengamatan tanaman Jarak Pagar pada hari ke 14-21 dapat dilihat pada Gambar 4.5 pada tanaman Kontrol tumbuh dua lembar daun baru dan pada tanaman 1c gugur empat lembar daun dan tumbuh satu lembar daun baru.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan faktor translokasi pada tanaman Jarak Pagar, translokasi Besi (Fe) < 1 (kurang dari satu) yang menunjukkan translokasi besi (Fe) lebih besar di bagian akar dibandingkan dengan bagian daun, sehingga mekanisme proses penyerapan besi (Fe) adalah Fitostabilisasi
2. Dari hasil analisis besi (Fe) dari ketiga variasi waktu kontak 7,14 dan 21 hari, waktu kontak optimum pada akar terdapat pada hari ke 21, sedangkan waktu kontak optimum pada batang dan daun terdapat pada hari ke 7.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penambahan waktu fitoremediasi
2. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan penambahan konsentrasi besi (Fe) pada media tanam untuk melihat pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman Jarak Pagar

DAFTAR PUSTAKA

- Ardilla, Dita, dkk. (2012). Analisis Besi (Fe) dan Aluminium (Al) dalam Tanah Lempung di Daerah Kabupaten Tanah Datar. *Jurnal Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang*, 1 (1) 10-13.
- Handayanto, dkk. (2017). *Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah*. Malang: UB Press.
- Hernahadini, dkk. (2020). Uji Kemampuan Daya Serap Hanjuang (*Cordyline fruticosa*) Sebagai Agen Fitoremediasi Logam Pb Pada Media Tanah. *Jurnal Fakultas Bioteknologi dan Biosains Indonesia* 7 (1), 114-120.
- Hidayat, B. (2015). Remediasi Tanah Tercemar Logam Berat Dengan Menggunakan Biochar . *Jurnal Pertanian Tropik Departemen Agroteknologi Fakultas Pertanian USU Medan*, 2 (1), 31-41.
- Irawanto, R. (2015). Fitoforensik Logam Berat Pb (Timbal) dan Cd (Kadmium) pada Tumbuhan Akuatik Jeruju (*Acanthus ilicifolius*) dan Jali (*Coix lacryma-jobi*) Koleksi Kebun Raya Purwodadi. *TESIS Program Magister, Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Juriah & Alam, M. (2016). Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Tanah Dengan Tanaman *Celosia plumosa* (Voss) Burv. *Jurnal Biologi Makassar (Bioma)*, 1 (1).
- Kusdianti, & Meirandi, E. (2005). Tinjauan Tentang Bunga Jarak (*Ricinus communis* Linn. *Jurnal Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UPI Bandung*.
- Lazulva, & Apriani. (2012). Analisa Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Dan Kromium (Cr) pada Sumur Artesis Dan Sumur Penduduk (Cincin) Di Kelurahan RejoSari Kecamatan Tenayan Raya Kota Pekanbaru. *Jurnal Jurusan Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sultan Syarif Kasim*, 3 (1), 23-30
- Muslimah, S. (2015). Dampak Pencemaran Tanah dan Langkah Pencegahan. *Jurnal Penelitian*, 2 (1), 11-20
- Nurcholis, & Sumarsih. (2007). *Jarak Pagar dan Pembuatan Biodiesel*. Kanisius. Yogyakarta.

- Nurfitriana, F. (2019). Fitoremediasi Air Tercemar Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Apu-Apu (*Pistia Stratiotes*) Dengan Sistem Kontinyu. *Skripsi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya*.
- Patty, J. O., & Siahaan, R. (2018). Kehadiran Logam-Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Zn) Pada Air dan Sedimen Sungai Lowatag, Minahasa Tenggara- Sulawesi Tenggara. *Jurnal Bioslogos, Februari 2018*, 8 (1)
- Purnama dkk., (2018). Penetapan Kadar Logam Timbal (Pb) pada Ikan (*Rastrelliger kanagurta*) di Daerah Kampung Nelayan Kecamatan Panjang Dengan Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom(SSA). *Jurnal Analisis Farmasi*, 259-265.
- Puspita, dkk. (2013). Studi Akumulasi Logam Timbal (Pb) dan Efeknya Terhadap Kandungan Klorofil Daun Mangrove *Rhizophora mucronata*. *Jurnal Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro*, 3 (1), 44-53.
- Rismawati, S. I. (2012). Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Zn Menggunakan Tanaman Jarak pagar . *Jurnal Program Studi Biologi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- 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.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 6989.4: 2009 Tentang *Cara Uji Besi (Fe) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*.
- Supriyantini, E., & Endrawati, H. (2015). Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis Juni 2015* 18 (1) 38-45.
- Surahmaida, & Mangkoedihardjo, S. (2017). Uji Kemampuan Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) Dalam Meremediasi Tanah Tercemar Logam Berat Kadmium (Cd). *Journal of Pharmacy and Science*, 2 (2), 30-34.

LAMPIRAN I
PERHITUNGAN PEMBUATAN MEDIA TANAM TERCEMAR

Berikut tata cara pembuatan media tanah tercemar:

$$3 \text{ kg} \rightarrow 5 \text{ ppm}$$

$$5 \text{ ppm} = \frac{x \text{ Fe}}{3 \text{ kg}}$$

$$5 \text{ mg/kg} = \frac{x \text{ Fe}}{3 \text{ kg}}$$

$$x = 15 \text{ mg}$$

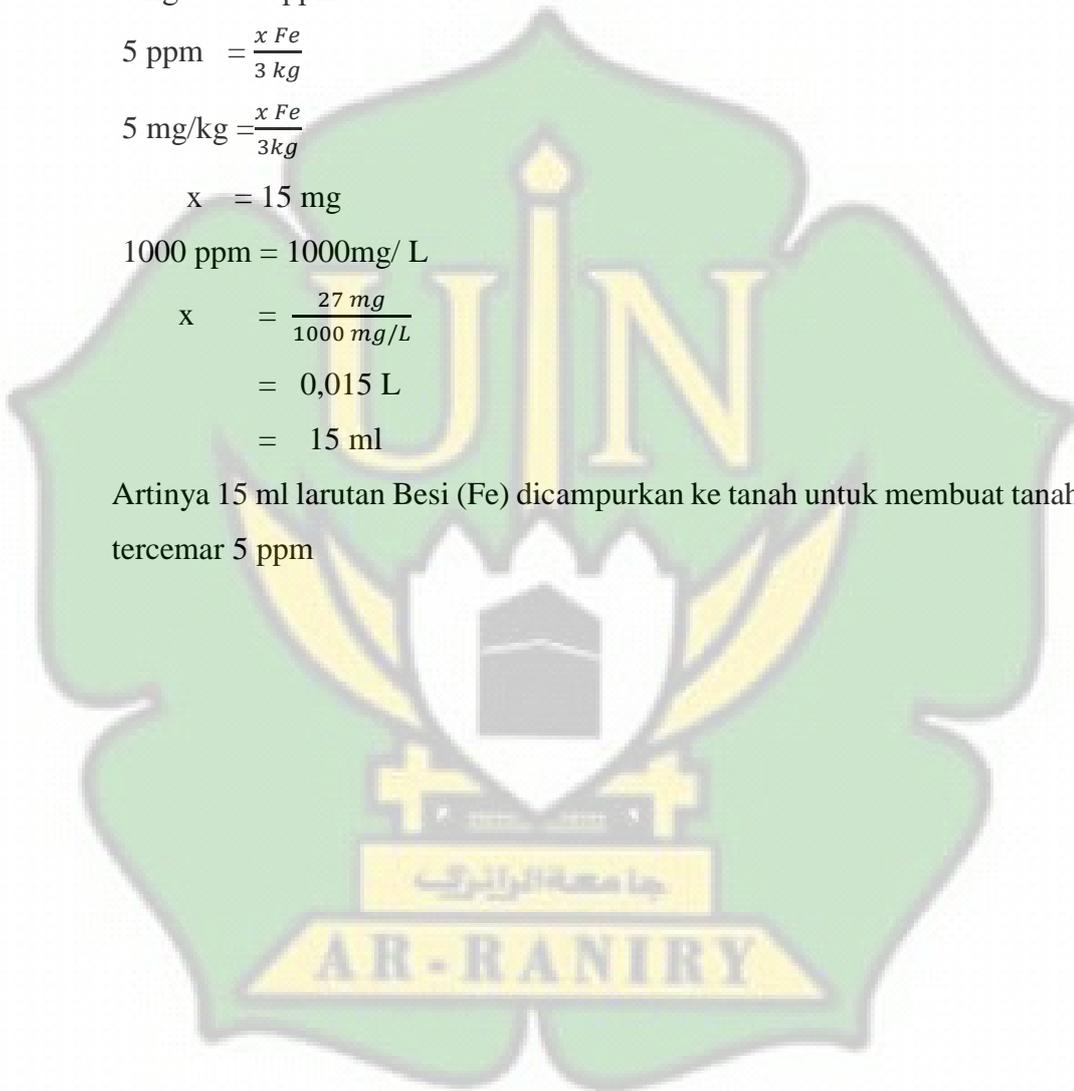
$$1000 \text{ ppm} = 1000 \text{ mg/L}$$

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

$$= 0,015 \text{ L}$$

$$= 15 \text{ ml}$$

Artinya 15 ml larutan Besi (Fe) dicampurkan ke tanah untuk membuat tanah tercemar 5 ppm



LAMPIRAN II
PERHITUNGAN FAKTOR TRANSLOKASI

1. Perhitungan Faktor Translokasi minggu pertama

- Translokasi Besi (Fe) dari Akar ke Daun Tanaman

$$\begin{aligned} \text{TF} &= \frac{0,0770}{0,2409} \\ &= 0,3196 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Faktor Translokasi minggu kedua

- Translokasi Besi (Fe) dari Akar ke Daun Tanaman

$$\begin{aligned} \text{TF} &= \frac{0,0390}{0,2456} \\ &= 0,1588 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Faktor Translokasi minggu ketiga

- Translokasi Besi (Fe) dari Akar ke Daun Tanaman

$$\begin{aligned} \text{TF} &= \frac{0,0186}{0,2507} \\ &= 0,0742 \end{aligned}$$

LAMPIRAN III
DOKUMENTASI PENELITIAN



Pengambilan Tanah sebagai Media



Penimbangan Media Tanam



Penambahan Larutan Besi (Fe)



Pencampuran Larutan Besi (Fe)



Rekayasa Tanah Tercemar Besi (Fe)



Penanaman Tanaman Jarak Pagar



Penyiraman Tanaman



Pengukuran tinggi batang Tanaman



Sampel Akar (1a)



Sampel Akar (1b)



Sampel Akar (1c)



Sampel Batang dan Daun (1a)



Sampel Batang dan Daun (1b)



Sampel Batang dan Daun (1c)

LAMPIRAN IV
HASIL ANALISIS



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

No: B-23/Un.08/FST-Lab/Kp.07.6/11/2021
Data Pengukuran Kadar Besi (Fe)

1. Sampel : Tanaman
2. Metode : SNI 6989.4:2009
3. Teknik : AAS-Flame
4. Instrument : AAS Perkin ELMER PinAAcle 900T
5. Pengukuran Larutan Standar

No. Std	Kons (mg/L)	Abs (nm)
Blank	0,0	0,0000
Std-1	1,0	0,0996
Std-2	2,0	0,2216
Std-3	3,0	0,3202
Std-4	4,0	0,4076
Std-5	5,0	0,4857
Nilai r ²	0,9974	
slope	0,0986	
intercept	0,0093	



Kurva Persamaan Garis Linier

ABSORBANSI

KONSENTRASI

$y = 0,0986x + 0,0093$
 $R^2 = 0,9974$

6. Evaluasi Pengukuran

No	Evaluator	Abs (nm)	Kons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 2 mg/L	0,2166	2,1026	1	2,1026	0,03	105,16
2	Std-8 2 mg/L	0,2167	2,1036	1	2,1036	Ok	Ok
3	Std-9 2 mg/L	0,2167	2,1036	1	2,1036		

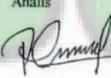
MDL = 0,027 mg/L RSD < 10 % Target Rec = 2 mg/L Batas Rec = 85-115 %

7. Pengukuran Sampel

No	Sampel	Abs (nm)	StndKons (mg/L)	Massa (g)	Vol. Preparasi (mL)	Hasil (µg/g)
1	Akar	0,9681	9,7244	2,0180	50	0,2409
2	Batang	0,2465	2,4053	2,0100	50	0,0598
3	Daun	0,3142	3,0921	2,0090	50	0,0770

Banda Aceh, 11 November 2021

Analisis



Rizki Kurniawan, S.Si



Pemeriksa
Ka Lab FST



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



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

No: B-36/Un.08/FST-Lab/Kp.07.6/11/2021
Data Pengukuran Kadar Besi (Fe)

1. Sampel : Tanaman
 2. Metode : SNI 6989.4:2009
 3. Teknik : AAS-Flame
 4. Instrument : AAS Perkin ELMER PinAAcle 900T
 5. Pengukuran Larutan Standar

No. Std	Kons (mg/L)	Abs (nm)
Blank	0,0	0,0000
Std-1	1,0	0,1099
Std-2	2,0	0,2260
Std-3	3,0	0,3228
Std-4	4,0	0,4083
Std-5	5,0	0,4877
Nilai r ²	0,9972	
slope	0,0980	
Intercept	0,0141	



Kurva Persamaan Garis Linier

Y = 0,09801x + 0,0141
 R² = 0,9972

6. Evaluasi Pengukuran

No	Evaluator	Abs (nm)	Kons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 2 mg/L	0,2235	2,1366	1	2,1366	0,37	106,37
2	Std-8 2 mg/L	0,2221	2,1223	1	2,1223	Ok	Ok
3	Std-9 2 mg/L	0,2222	2,1234	1	2,1234		

MDL = 0,027 mg/L RSD < 10 % Target Rec = 2 mg/L Batas Rec = 85-115 %

7. Pengukuran Sampel

No	Sampel	Abs (nm)	StdKons (mg/L)	Massa (g)	Vol. Preparasi (mL)	Hasil (µg/g)
1	Akar	0,9800	9,8549	2,0066	50	0,2456
2	Batang	0,1501	1,3877	2,0057	50	0,0346
3	Daun	0,1674	1,5643	2,0035	50	0,0390

Banda Aceh, 22 November 2021
 Analis


 Rizki Kurniawan, S.Si.


 Pemeriksa
 Ka Lab FST

 Hadi Kurniawan, S.Si., M.Si.



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: B721/Un.08/FST-Lab/Kp.07.6/11/2021
Data Pengukuran Kadar Besi (Fe)

1. Sampel : Tanaman (3)
 2. Metode : SNI 6989.4:2009
 3. Teknik : AAS-Flame
 4. Instrument : AAS Perkin ELMER PinAAcle 900T
 5. Pengukuran Larutan Standar

No. Std	Kons (mg/L)	Abs (nm)
Blank	0,0	0,0000
Std-1	1,0	0,1181
Std-2	2,0	0,2355
Std-3	3,0	0,3343
Std-4	4,0	0,4223
Std-5	5,0	0,5024
Nilai r^2	0,9968	
slope	0,1007	
Intercept	0,0171	



Kurva Persamaan Garis Linier
 $y = 0,10067x + 0,0171$
 $R^2 = 0,9968$

6. Evaluasi Pengukuran

No	Evaluator	Abs (nm)	Kons (mg/L)	fp	Hasil (mg/L)	RSD (%)	Rec (%)
1	Std-7 2 mg/L	0,2299	2,1139	1	2,1139	0,34	105,40
2	Std-8 2 mg/L	0,2285	2,1000	1	2,1000	Ok	Ok
3	Std-9 2 mg/L	0,2295	2,1099	1	2,1099		

MDL = 0,027 mg/L RSD < 10 % Target Rec = 2 mg/L Batas Rec = 85-115 %

7. Pengukuran Sampel

No	Sampel	Abs (nm)	StndKons (mg/L)	Massa (g)	Vol. Preparasi (mL)	Hasil (µg/g)
1	Akar	1,0299	10,0608	2,0066	50	0,2507
2	Batang	0,2305	2,1199	2,0067	50	0,0528
3	Daun	0,0921	0,7451	2,0081	50	0,0186

Banda Aceh, 23 November 2021

Analis:  Pemeriksa: 
 Rizki Kurniawan, S.Si. Hadi Kurniawan, S.Si., M.Si.

