

**PEMANFAATAN TANAMAN PURUN TIKUS (*Eleocharis dulcis*) UNTUK
PENETRALAN AIR ASAM TAMBANG**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh :

Ryon J Anggara

NIM. 160702091

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan

Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM – BANDA ACEH
2023 M / 1443 H**

**PEMANFAATAN TANAMAN PURUN TIKUS (*Eleocharis dulcis*)
UNTUK PENETRALAN AIR ASAM TAMBANG**

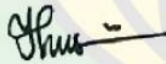
TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal : Rabu, 4 Januari 2023
11 Jumadil Akhir 1444 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,



Husnawati Yahya, S.Si, M.Sc

NIDN: 2009118301

Sekretaris,



Dr. Abd Mujaahid Hamdan, M.Sc.

NIDN: 2013128901

Penguji I,



Arief Rahman, S.T., M.T

NIDN: 2010038901

Penguji II,

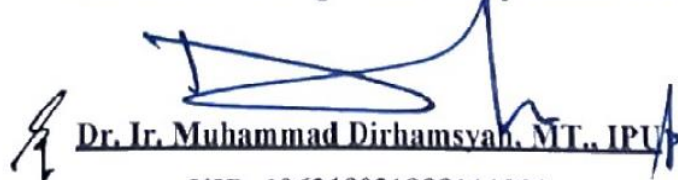


Muslich Hidayat, M.Si

NIDN: 2002037902

Mengetahui:

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



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU

NIP: 196210021988111001

LEMBARAN PERSETUJUAN
**PEMANFAATAN TANAMAN PURUN TIKUS (*Eleocharis*
dulcis) UNTUK PENETRALAN AIR ASAM TAMBANG**

TUGAS AKHIR

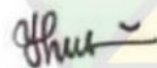
Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu/Prodi Teknik Lingkungan

Oleh:
RYON J ANGARA
NIM. 16070291

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,



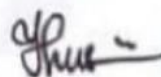
Husnawati Yahya, S.SI, M.Sc
NIDN:2009118301

Pembimbing II,



Dr. Abd Muahid Hamdan, M.Sc
NIDN: 2013128901

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



Husnawati Yahya, S.SI, M.Sc
NIDN: 2009118301

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Ryon J Anggara

Nim 160702091

Program Studi : Teknik Lingkungan

Judul : Pemanfaatan Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)
untuk Penetralan Air Asam Tambang

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
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 Maret 2023

Yang me

(Ryon J Anggara)



ABSTRAK

Nama : Ryon J Anggara
NIM : 160702091
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Pemanfaatan Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) untuk Penetralkan Air Asam Tambang
Tanggal Sidang : 4 Januari 2023
Pembimbing I : Husnawati Yahya M.Sc,
Pembimbing II : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
Kata Kunci : Air asam tambang, purun tikus, mineral, batu bara, pencemaran lingkungan

Indonesia diketahui mempunyai sumber daya bijih besi yang cukup besar termasuk di Provinsi Aceh. Kekayaan alam Indonesia meliputi pertambangan minerba (mineral dan batubara). Setiap pertambangan secara langsung akan menghasilkan air asam tambang. Air asam tambang adalah air dengan nilai pH rendah dan cenderung meningkatkan pelarut logam karena reaksi mineral sulfida, oksigen dan air. Dampak potensial yang dihasilkan dari air asam tambang adalah terjadinya pencemaran lingkungan. Penelitian ini berlangsung selama 1 bulan dimulai dari pertengahan Juni 2022 sampai Pertengahan Juli 2022. Pengolahan air asam tambang pada penelitian ini dilakukan secara pasif pada skala laboratorium dengan pemodelan sistem lahan basah buatan menggunakan kolam percobaan berukuran $60 \times 30 \times 30$ cm sebanyak tiga kolam percobaan. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh jumlah variasi tanaman purun tikus terhadap parameter pH, Fe dan Mn. Hasil dari penelitian ini menunjukkan semakin banyak jumlah tanaman purun tikus (*E. dulcis*) di reaktor, maka parameter pH juga meningkat. Pada masing-masing reaktor terjadi peningkatan pH air asam tambang, yaitu pH awal masing-masing reaktor sebesar 2,6 meningkat menjadi 4,6 untuk reaktor A, pH pada reaktor B menjadi 5,8 dan pH pada reaktor C menjadi 6,5. Peningkatan pH air asam tambang pada masing-masing reaktor disebabkan karena purun tikus memiliki kandungan logam alkali dan alkali tanah seperti K, Ca, dan Mg yang jika bereaksi dengan air akan membentuk senyawa yang bersifat basa. Penelitian ini menunjukkan bahwasanya tanaman purun tikus memiliki kemampuan dalam penetralkan pH dan penurunan kadar logam Fe dan Mn air asam tambang.

ABSTRACT

Name : Ryon J Anggara
Student ID Number : 160702091
Department : Enviromental Engineering
Faculty : Science and Technology
Title : Utilization of Tikus Purun Plant (*Eleocharis dulcis*) for Neutralizing Acid Mine Water
Date of Session : 4 January 2023
Advisor I : Husnawati Yahya M.Sc,
Advisor II : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
Keywords : Acid mine water, purun tikus, minerals, coal, environmental pollution

Indonesia is known to have considerable iron ore resources, including in Aceh Province. Indonesia's natural wealth includes mineral and coal mining. Any mining will directly produce acid mine water. Acid mine water is water with a low pH value and tends to increase metal solvents due to the reaction of mineral sulfides, oxygen and water. The potential impact resulting from acid mine water is the occurrence of environmental pollution. This research lasted for 1 month starting from mid-June 2022 to mid-July 2022. Acid mine water research in this study was carried out passively on a laboratory scale by modeling an artificial wetland system using experimental ponds measuring $60 \times 30 \times 30$ cm as many as three ponds. The results of this study showed an increasing number of purun tikus plants (*E. dulcis*) in the reactor made the pH parameter also increased. In each reactor there was an increase in the pH of acid mine water, the initial pH of each reactor was 2.6 increased to 4.6 for reactor a, pH in reactor B to 5.8 and pH in reactor C to 6.5 The increase in the pH of acid mine water in each reactor was caused by purun tikus because it contains alkali and alkaline earth metals such as K, Ca, and Mg which if reacted with water will form alkaline compounds. This study showed that purun tikus plants have an influence in neutralizing pH and decreasing Fe and Mn metal levels of acid mine water.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil 'alamin, Puji dan syukur ke Hadirat Allah swt yang telah melimpahkan *rahmat* dan *karunia-Nya* sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan pada waktunya. *Shalawat* serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad saw yang telah membawa ajaran kebenaran dan pedoman kepada seluruh umat manusia, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua Orang tua dan juga keluarga yang telah memberikan motivasi, semangat dan doa kepada penulis.

Tugas Akhir dengan judul “PEMANFAATAN TANAMAN PURUN TIKUS (*Eleocharis dulcis*) UNTUK PENETRAN AIR ASAM TAMBANG” Tugas Akhir ditulis untuk melengkapi tugas-tugas dan syarat-syarat yang diperlukan dalam menyelesaikan Pendidikan sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulisan tugas akhir ini telah penulis susun dengan bantuan dari berbagai pihak terutama pembimbing. sehingga dapat memperlancar selesainya tugas akhir ini, untuk itu penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
2. Ibu Husnawati Yahya M.Sc, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan juga pembimbing 1, yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir.
3. Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc., selaku pembimbing II yang selalu memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc., Selaku Sekretaris program studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Bapak-bapak dan Ibu-Ibu dosen di program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

6. Ibu Firda, Ibu Nurul Huda yang telah membantu dalam pengurusan administrasi.
7. Teman-teman seperjuangan yang telah membantu dan menuntun dalam penulisan proposal tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan Namanya satu persatu.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi orang banyak. Penulis sadar bahwa tugas akhir ini tidak luput dari kesalahan. Oleh sebab itu penulis menerima saran dan kritikan yang membangun untuk penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata saya sebagai penulis menyampaikan terimakasih.

Banda Aceh, 11 November 2022

Penulis,

Ryon J Anggara

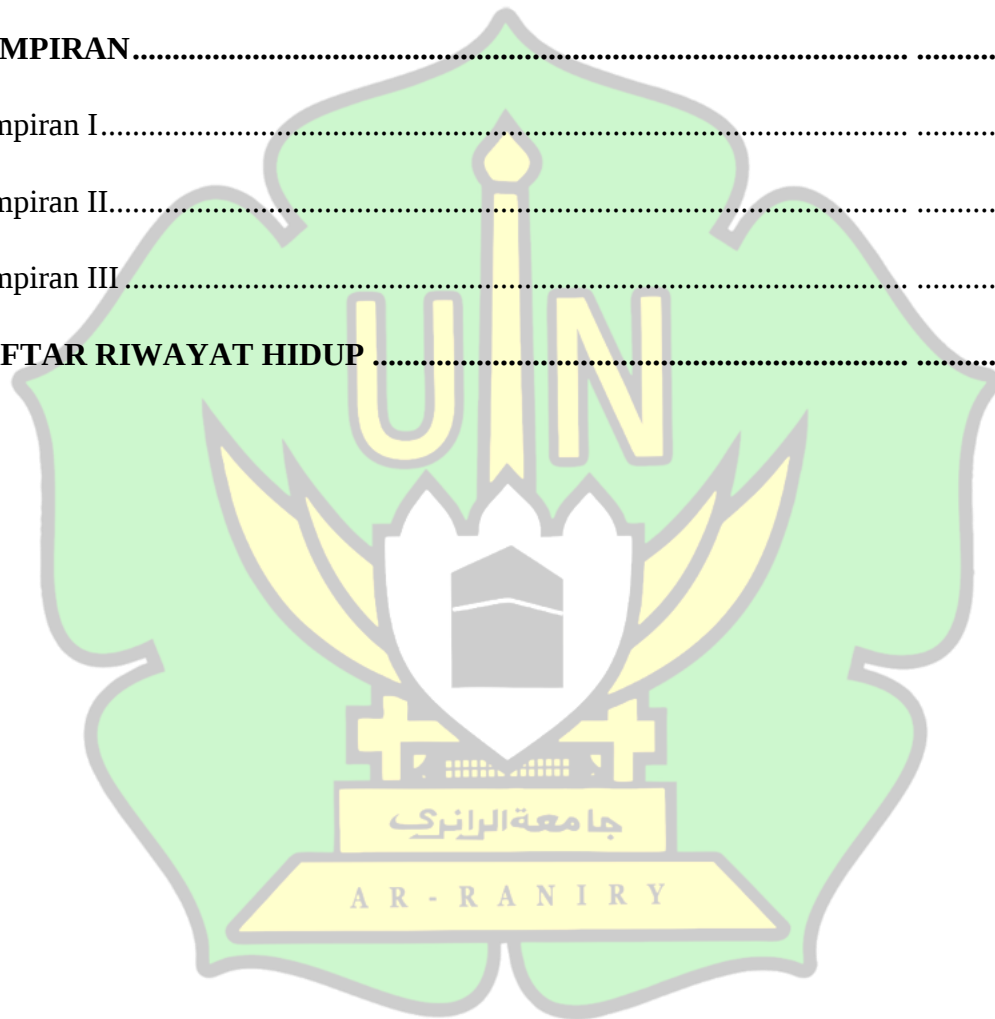


DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	4
I.4 Manfaat Penelitian.....	4
I.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Air Asam Tambang.....	5
II.2 Logam Berat Besi (Fe) dan Mangan (Mn).....	7
II.3 Tumbuhan Purun Tikus (<i>Eleocharis dulcis</i>).....	9
II.3.1 Faktor yang pengaruhi Pertumbuhan Purun Tikus (<i>Eleocharis dulcis</i>).....	10
II.3.2 Klasifikasi Tumbuhan Purun Tikus (<i>Eleocharis dulcis</i>).....	10
II.4 Pengolahan Air Asam Tambang.....	11

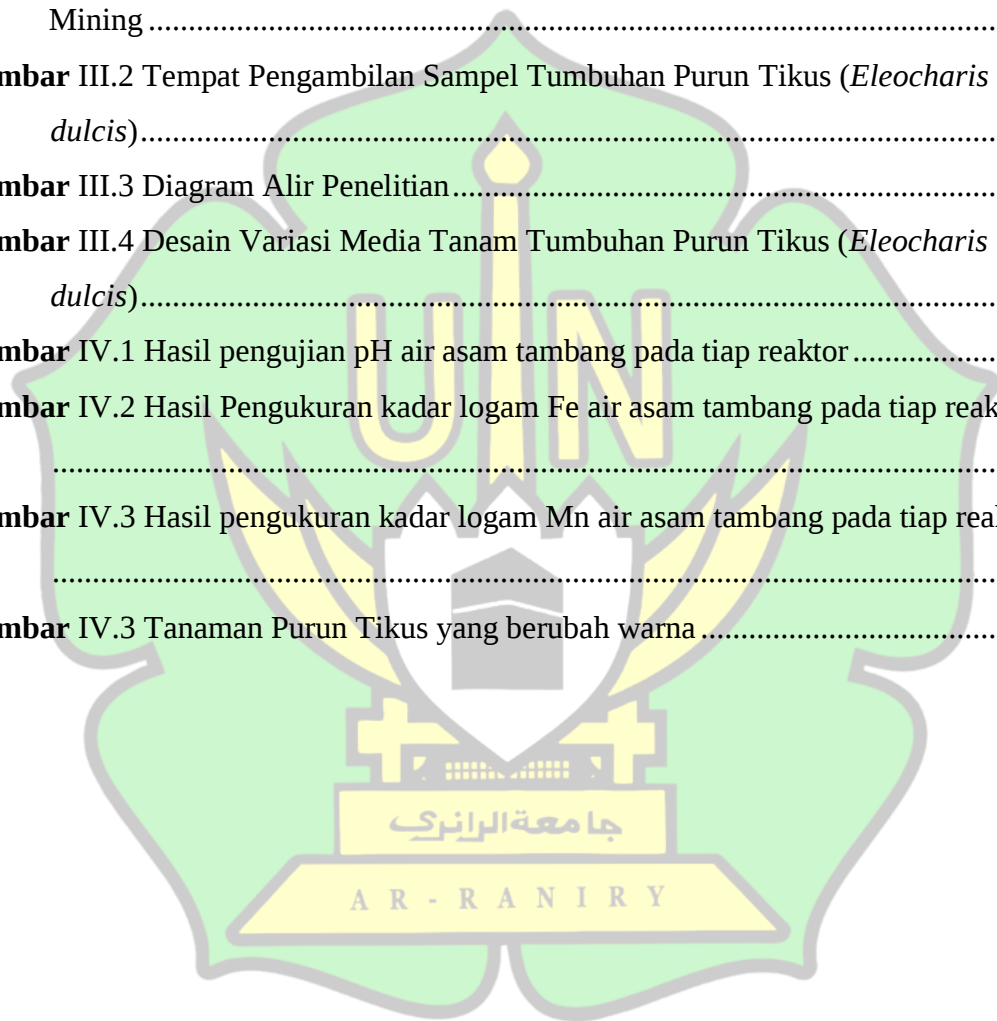
II.5 Sistem <i>Constructed Wetland</i>	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	14
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
III.2 Diagram Alir Penelitian	16
III.3 Bahan dan Alat.....	17
III.4 Aklimatisasi Tanaman Purun Tikus (<i>Eleocharis dulcis</i>)	17
III.5 Pembuatan Reaktor	18
III.6 Prosedur Penelitian.....	19
III.6.4 Analisa Data.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
IV.1 Hasil Penelitian.....	22
IV.2 Kemampuan tanaman purun tikus dalam meningkatkan pH	26
IV.3 Kemampuan tanaman purun tikus (<i>Eleocharis dulcis</i>) dalam menyerap logam berat Fe dan Mn.....	28
IV.1.1 Logam Berat Fe.....	28
IV.1.2 Logam Berat Mn.....	30
IV.4 Perubahan Pada Tanaman Purun Tikus	30
IV.5 Pembahasan.....	31
IV.5.1 Peningkatan pH.....	31
IV.5.2 Penurunan Fe	33
IV.5.3 Penurunan Mn.....	35

BAB V PENUTUP.....	38
V.1 Kesimpulan.....	38
V.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	43
Lampiran I.....	43
Lampiran II.....	45
Lampiran III.....	54
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	59



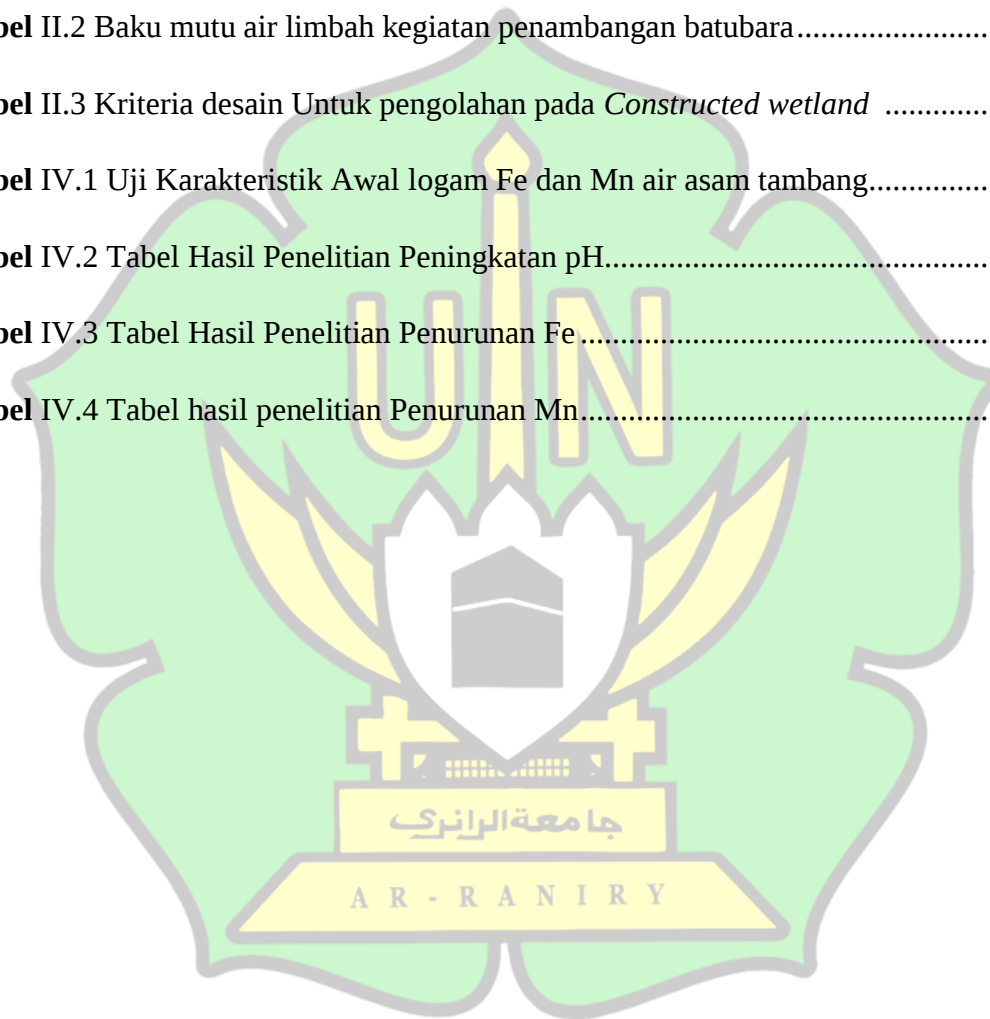
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.3 Tumbuhan Purun Tikus.....	9
Gambar II.5 Sistem <i>Constructed wetland</i>	12
Gambar III.1 Tempat Pengambilan Sampel Air Asam Tambang PT Lhoong Setia Mining	15
Gambar III.2 Tempat Pengambilan Sampel Tumbuhan Purun Tikus (<i>Eleocharis dulcis</i>).....	15
Gambar III.3 Diagram Alir Penelitian.....	16
Gambar III.4 Desain Variasi Media Tanam Tumbuhan Purun Tikus (<i>Eleocharis dulcis</i>).....	18
Gambar IV.1 Hasil pengujian pH air asam tambang pada tiap reaktor	25
Gambar IV.2 Hasil Pengukuran kadar logam Fe air asam tambang pada tiap reaktor	27
Gambar IV.3 Hasil pengukuran kadar logam Mn air asam tambang pada tiap reaktor	29
Gambar IV.3 Tanaman Purun Tikus yang berubah warna	33



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II.1 kandungan logam berat dalam air asam tambang disebuah perusahaan tambang yang beroperasi di Aceh.	6
Tabel II.2 Baku mutu air limbah kegiatan penambangan batubara.....	6
Tabel II.3 Kriteria desain Untuk pengolahan pada <i>Constructed wetland</i>	13
Tabel IV.1 Uji Karakteristik Awal logam Fe dan Mn air asam tambang.....	22
Tabel IV.2 Tabel Hasil Penelitian Peningkatan pH.....	23
Tabel IV.3 Tabel Hasil Penelitian Penurunan Fe	23
Tabel IV.4 Tabel hasil penelitian Penurunan Mn.....	24



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia diketahui mempunyai sumber daya bijih besi yang cukup besar termasuk di Provinsi Aceh. Besi (Fe) adalah unsur logam yang terdapat di setiap batuan, bijih besi salah satu logam yang paling banyak di temui. Keberadaan bijih besi di Indonesia dapat ditemukan di beberapa daerah dengan keberagaman yang beragam (Maulana, 2017). Pertambangan merupakan sektor sangat menjanjikan untuk Negara Indonesia yang akan menambah pendapatan ekonomi finansial. Kekayaan alam Indonesia meliputi pertambangan minerba (mineral dan batu bara).

Setiap pertambangan secara langsung akan menghasilkan air asam tambang, Pembentukan air asam tambang semasa operasi pertambangan, dan juga setelah tambang ditutup, Pada air asam tambang ini terweujud ketika material batuan penutup dan sebagian batubara yang terkandung mineral-mineral sulfida, terutama pirit (FeS_2) timbul ke permukaan bumi yang bertautan dengan udara dan air, membawa dampak oksidasi mineral sulfida ini, membentuk asam sulfat pada tingkat keasaman dan besi terlarut tinggi, beberapa logam berat yang terkandung dalam air asam tambang berpotensi mencemari air tanah (Mohanty dkk, 2017).

Air asam tambang adalah air dengan nilai pH rendah dan cenderung meningkatkan pelarut logam karena reaksi mineral sulfida, oksigen dan air. Reaksi oksidasi melepaskan ion H^+ ke dalam air akibatnya menurunkan pH air (Indra dkk, 2018). Dampak potensial yang dihasilkan dari air asam tambang adalah terjadinya pencemaran lingkungan, dimana komposisi atau kadar air dari daerah yang terkena dampak mempengaruhi kesuburan tanah dan kesehatan daerah sekitarnya, dan dapat berakibat merusak peralatan tambang. Tingkat kemasaman tanah yang telah tercemar karena air asam tambang akan lebih meningkat, akibatnya tanaman tidak bisa hidup karena kemasaman tanahnya sangat tinggi.

Pengujian awal sampel air asam tambang yang diperoleh dari salah satu tambang biji besi yang terletak di Lhoong, Kabupaten Aceh Besar. Menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat besi dan logam berat mangan melampaui baku mutu lingkungan yang ditetapkan oleh pemerintah yaitu Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2022 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pertambangan bijih besi. Hasil analisa laboratorium menunjukkan pH yang rendah. Salah satu cara dalam mengurangi pencemaran air asam tambang adalah menggunakan teknik fitoremediasi. Fitoremediasi didefinisikan sebagai teknologi yang memanfaatkan tumbuhan tertentu untuk memulihkan kondisi tercemar lingkungan dari polutan berbahaya untuk meningkatkan kualitas lingkungan (Hamdan dkk., 2020).

Penggunaan jenis rumput *vetiver* atau *Cynodon dactylon*, bisa menyerap berbagai jenis logam dan dapat menahan kondisi ekstrim di lapangan. Selain *vetiver*, purun tikus juga memiliki kemampuan yang sama.

Purun tikus (*Eleocharis dulcis*) salah satu tanaman yang banyak ditemukan pada lingkungan tanah sulfat masam dan mampu menyerap besi melalui teknik yang spesifik dianggap sebagai simbiosis antara tanaman dan mikroorganisme. Purun Tikus (*E. dulcis*) memiliki banyak manfaat, sehingga dapat digunakan sebagai hiperakumulator untuk meningkatkan kualitas air. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Purun Tikus (*E. dulcis*) dapat digunakan sebagai filter biologis untuk meningkatkan kualitas air. Purun Tikus (*E. dulcis*) dapat digunakan sebagai filter biologis untuk meningkatkan kualitas air musim kemarau dengan menyerap senyawa beracun (seperti Fe dan SO_4) terlarut di saluran air masuk (irigasi) dan saluran keluar (drain). Keunggulan lain dari Purun Tikus (*E. dulcis*) dapat digunakan sebagai kerajinan tangan berupa tas, tikar, serta dapat melindungi tanaman petani dari serangan hama (Sunardi dkk., 2019).

Tanaman purun tikus dapat hidup pada tanah dengan pH 3 dan terkandung di dalam aluminium dapat ditukar (Al dd) 5,35 me/100 g, kandungan sulfat larut (SO_4^{2-}) tinggi (0,90 me/100 g), dan kandungan besi terlarut (Fe^{2+}) 1,017ppm. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa purun tikus dapat tumbuh dikondisi tanah yang buruk.

Pengolahan air limbah sederhana, murah, dan efektif adalah menggunakan lahan basah buatan (*Constructed wetland*). Lahan basah buatan adalah sistem pengolahan yg direncanakan atau terkontrol yang dirancang dan dibangun menggunakan proses alami yang melibatkan tumbuhan, media, dan mikroorganisme untuk mengolah air limbah. (Nikho, 2020) tujuan digunakannya tanaman pada lahan basah buatan (*Constructed wetland*) yaitu untuk menambah luas permukaan bagi pertumbuhan mikroba (mikroorganisme) yang terdapat di area akar dan Adapun tujuan lainnya yaitu untuk menyediakan kadar oksigen (O_2) di sekitar akar tanaman. Selain itu, tanaman pada lahan basah buatan bisa menyerap kandungan logam yang terdapat pada air limbah.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka diuji pemanfaatan purun tikus (*E. dulcis*) dalam penetralan air asam tambang dengan metode *Constructed wetland* tanaman ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai agen remediasi limbah air asam tambang di masa depan.

I.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat rumusan masalah yang akan diselesaikan. Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh jumlah variasi tanaman purun tikus (*E. dulcis*) terhadap parameter pH, Fe dan Mn air asam tambang yang diuji?
2. Bagaimana perubahan kadar logam dari proses penetralan air asam tambang menggunakan tanaman purun tikus (*E. dulcis*)?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh jumlah variasi tanaman purun tikus (*E. dulcis*) terhadap beberapa parameter air asam tambang yang diuji?
2. Mengetahui perubahan kadar logam penetralan air asam tambang menggunakan tanaman purun tikus (*E. dulcis*)

I.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka manfaat yang bisa diambil antara lain.

1. Manfaat penelitian adalah sebagai salah satu alternatif yang digunakan oleh peneliti untuk memanfaatkan kembali air asam tambang dan bisa kembali dipakai oleh masyarakat sekitar.
2. Sebagai informasi alternatif penggunaan tanaman Purun tikus (*E. dulcis*) dalam upaya penerapan sistem Lahan Basah Buatan untuk pengolahan air asam tambang.

I.5 Batasan Penelitian

Memperhatikan masalah yang terjadi dan keterbatasan pengetahuan penulis, maka penulis memberikan beberapa batasan pada penelitian ini yang diantaranya sebagai berikut.

1. Penulis membatasi penelitian ini hanya pada tiga parameter yaitu pH, Fe, dan Mn.
2. Penulis membatasi kemampuan tumbuhan purun tikus (*E. dulcis*) saja, untuk menyisihkan parameter pencemar.
3. Tidak diukurannya penyerapan Fe & Mn pada tumbuhan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Air Asam Tambang

Air asam tambang adalah terjemahan dari sebutan bahasa Inggris *acid mine drainage* (AMD). Istilah ini biasanya digunakan bergantian dengan istilah lain, seperti *acid rock drainage* (ARD) dan *acid drainage* (AD). Namun, pada proses pertambangan, mulai dari pembongkaran dan pengerukan lapisan buatan penutup dan pengolahan bahan tambang dan pembuangan limbahnya, ada kemungkinan bahan-bahan yang berpotensi membentuk air asam tambang tersebar dan berada di beberapa lokasi dalam lingkungan tambang (Munawar, 2017)

Air asam tambang bisa saja terjadi pada pengerjaan pengeboran/penambangan pada tambang terbuka maupun tambang bawah tanah. Selain itu juga berasal dari kegiatan penimbunan material dan kegiatan pengolahan mineral. Air asam tambang di hasil dari proses oksidasi dari mineral sulfida tertentu dalam batuan yang merespons oksigen di udara di lingkungan perairan, dampak negative tidak akan langsung dirasakan oleh penduduk, karena air asam tambang dikelola terlebih dulu sebelum di alirkan ke lingkungan. Namun, jika air asam tambang sudah di alirkan ke perairan umum maka perairan akan tercemar dan dapat mengganggu kehidupan perairanan. (Hidayat, 2017).

Limbah cair atau air asam tambang (AAT) bisa mengakibatkan tercemarnya air permukaan dan air tanah, yang dapat mempengaruhi kualitas lingkungan, terutama lingkungan perairan. Kondisi ini dapat mengancam kehidupan biota perairan seperti plankton, benthos, ikan dan tumbuhan, dan pada akhirnya mengganggu kesehatan manusia (Gautama, 2017). Maka dari itu teknologi pengolahan air asam tambang sangat diperlukan untuk meminimalisir dampak terhadap lingkungan, salah satunya dengan metode *Constructed wetland aerobic*. Tabel II.1 di bawah ini memperlihatkan

Tabel II.1 Kandungan logam berat dalam air asam tambang disebuah perusahaan tambang yang beroperasi di Aceh.

Jenis Logam	Cu	Fe	Mn	Ag
Kandungan (ppm)	25,600	637	99	0,02

Sumber : Mariana, 2017

Air asam tambang semestinya juga dikerjakan pengolahan terlebih dahulu sebelum dialirkan ke badan air supaya tidak timbulnya permasalahan ekologi dan sosial di sekitar wilayah pertambangan. Peraturan ini diatur dengan peraturan menteri. Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2022 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pertambangan bijih besi Tabel II.2

Tabel II.2 Baku mutu air limbah kegiatan penambangan bijih besi.

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
Ph		6-9
Residu Tersuspensi	mg/L	200
Besi (Fe) Total	mg/L	5
Mangan (Mn) Total	mg/L	1

Sumber: Peraturan Menteri. Lingkungan Hidup no No. 5 Tahun 2022

Terbentuknya air asam tambang susah dihentikan jika sudah terjadi, karena akan berlanjut sampai satu atau lebih reaktan habis atau tidak tersedia lagi untuk reaksi selanjutnya. Proses ini dapat berlangsung selama beberapa puluh tahun atau mungkin bisa berabad-abad setelah tambang tidak lagi beroperasi (Gautama, 2017). Reaksi pembentukan AAT dapat berpengaruh dengan adanya mikroorganisme. Salah satu mikroorganisme tersebut adalah bakteri *Thiobacillus ferrooxidans*. Terjadi ketika

ion Fe^{2+} dioksidasi menjadi Fe^{3+} asam dilepaskan. Reaksi oksidasi dapat dilihat sebagai berikut.



Oleh karena itu, air asam tambang (AAT) memiliki pH rendah dan konsentrasi tinggi senyawa ion logam. Pembuangan langsung ke sungai, rawa dan badan air lainnya akan berbahaya dan bahkan dapat merusak ekosistem yang ada.

II.1.1 Sumber Air Asam Tambang

Menurut (Munawar, 2017), Air asam tambang bisa terbentuk di tambang terbuka ataupun tambang bawah tanah. Situasi ini biasanya terjadi karena unsur belerang yang terkandung pada batuan yang teroksidasi dengan alami dan difasilitasi oleh tingkat presipitasi yang tinggi yang mempercepat konversi oksidasi belerang menjadi asam. Air di tambang asam bersumber dari kegiatan berikut:

1. Air dari tambang yang terbuka
2. Air dari instalasi pengolahan batu limbah
3. Air dari lokasi penimbunan batuan
4. Air dari instalasi pengalihan air limbah
5. Air dari tumpukan material galian (*stockpile*)

II.2 Logam Berat Fe dan Mn

Adanya logam berat yang melewati batas bisa menimbulkan polutan atau pencemar yang berbahaya. Terdapat dua jenis logam berat, yaitu logam berat esensial dan logam berat non-esensial. Logam berat esensial adalah logam berat yang masih dibutuhkan oleh makhluk hidup, tetapi dapat menjadi toksik apabila terpapar melebihi batas. Logam berat yang termasuk esensial antara lain adalah besi (Fe),

Mangan (Mn), Tembaga (Cu), berat yang keberadaannya dalam tubuh belum diketahui manfaatnya. Logam berat yang termasuk non-esensial antar lain adalah Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) (Irhamni, 2017)

II.1.1 Besi (Fe)

Besi adalah elemen yang ditemukan di hampir setiap bagian dunia, pada setiap lapisan geologis dan setiap badan air. Pada umumnya besi yang umumnya terdapat dalam air dapat larut dalam bentuk F^{2+} atau Fe^{3+} . Besi dalam air dikatakan berasal dari dalam tanah itu sendiri, disamping sumber lain seperti pipa besi yang meleleh, penampung besi, dan pembuangan limbah industri.

Pengaruh konsentrasi Fe yang terlalu tinggi mempengaruhi warna air yang digunakan. Unsur besi merupakan unsur yang dibutuhkan tubuh untuk metabolisme. Kandungan besi yang ada pada manusia biasanya sebesar 3 – 5g. Sebanyak 2/3 bagian terikat oleh hemoglobin, 10% terikat oleh mioglobi dan enzim yang mengandung besi selebihnya terikat oleh protein ferritin dan hemosiderin (Rahmawati, 2018).

II.1.2 Mangan (Mn)

Mangan terutama diserap dalam bentuk ion mangan, unsur mangan kebanyakan ditemukan bersama unsur besi, dan unsur besi kebanyakan terkandung dalam air tanah. Mangan (Mn) merupakan kation logam yang memiliki karakteristik kimia yang mirip besi. Mangan berada pada bentuk manganous (Mn^{2+}) dan manganik (Mn^{4+}). pada tanah, Mn^{4+} berbentuk senyawa mangan dioksida. Pada perairan dengan keadaan anaerob akibat dekomposisi bahan organik dengan kandungan yang tinggi, Mn^{4+} mengalami reduksi Mn^{2+} yang bersifat larut. Jika dalam perairan mengalami aerasi yang kompleks, Mn^{2+} akan mengalami reoksidasi membentuk Mn^{4+} dan mengalami presipitasi dan mengendap pada dasar air (Damanik, 2017).

II.3 Tumbuhan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)

Purun tikus (*E. dulcis*) adalah tumbuhan liar yang tersebar di lahan rawa pasang surut sulfat masam. Purun tikus dapat tumbuh dan umum di daerah banjir dari 0 sampai 1.350 m di atas permukaan laut. Purun tikus (*E. dulcis*) merupakan tumbuhan air yang hidup secara umum pada lingkungan tanah sulfat masam dan bisa sebagai penyerap besi melalui mekanisme khusus yang diduga terdapat simbiosis antara tumbuhan dengan mikroorganisme. Purun Tikus (*E. dulcis*) memiliki banyak manfaat, sehingga dapat digunakan sebagai hiperakumulator untuk menaikkan kualitas air. penelitian ini menunjukkan bahwa Purun Tikus (*E. dulcis*) dapat berguna sebagai filter biologis untuk menaikkan kualitas air. Purun Tikus (*E. dulcis*) adalah tumbuhan air yang dapat biasanya tumbuh pada lingkungan tanah sulfat masam dan dapat menjadi agen penyerap besi melalui Teknik khusus yang diduga ada symbiosis antara tumbuhan dengan mikroorganisme. (Napisah, 2020)



Gambar II.3 Tumbuhan Purun Tikus

II.3.1 Faktor yang Pengaruhi Pertumbuhan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)

Purun tikus (*E. dulcis*) merupakan salah satu tumbuhan air yang mudah ditemui pada tanah asam sulfat yang mengandung jenis lempung atau humus di daerah terbuka/terbakar, Purun tikus (*E. dulcis*) dapat tumbuh dan menyerap logam berat sebanyak 1% dari bobot keringnya. Dengan kemampuan itu purun tikus (*E. dulcis*) dikategorikan sebagai tumbuhan hiperakumulator. Purun tikus (*E. dulcis*) tetap tumbuh normal tanpa gejala keracunan atau pertumbuhan mandeng (Annisa dkk., 2017). Purun tikus (*E. dulcis*) mudah ditemui di tempat atau rawa terbuka yang tergenang air asin, tawar dan payau pada ketinggian 0 sampai 1350 mdpl. Tumbuhan purun tikus juga banyak ditemui di sawah dan genangan air. Tumbuhan ini dapat tumbuh dengan baik pada suhu 30°C dan kelembapan tanah 98-100%. Tanah yang paling baik digunakan untuk tumbuh adalah jenis tanah lempung atau humus dengan pH 6,9-7,3, dan dapat tumbuh lebih baik pada tanah yang lebih asam.

II.3.2 Klasifikasi Tumbuhan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)

Adapun klasifikasi purun tikus (*E. dulcis*) menurut Steenis yaitu:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Sub-divisi : Angiospermae
 Kelas : Monocotyledonae
 Ordo : Cyperales
 Famili : Cyperaceae
 Genus : *Eleocharis*
 Spesies : *Eleocharis dulcis*.

II.4 Pengolahan Air Asam Tambang

Pengolahan air asam tambang dibagi menjadi dua kategori yaitu pengolahan pasif dan pengolahan aktif. pemrosesan aktif ditambahkan bahan kimia yang bisa menetralkan keasaman limbah. Penambahan zat alkali menaikkan nilai pH,

mendorong laju oksidasi ion ferro (Fe^{2+}), dan menghilangkan logam terlarut dalam bentuk hidroksida dan karbonat. Berbagai bahan penetralisir telah banyak digunakan seperti kalsium oksida, kalsium karbonat, sodium hidroksida, magnesium oksida dan magnesium hidroksida.

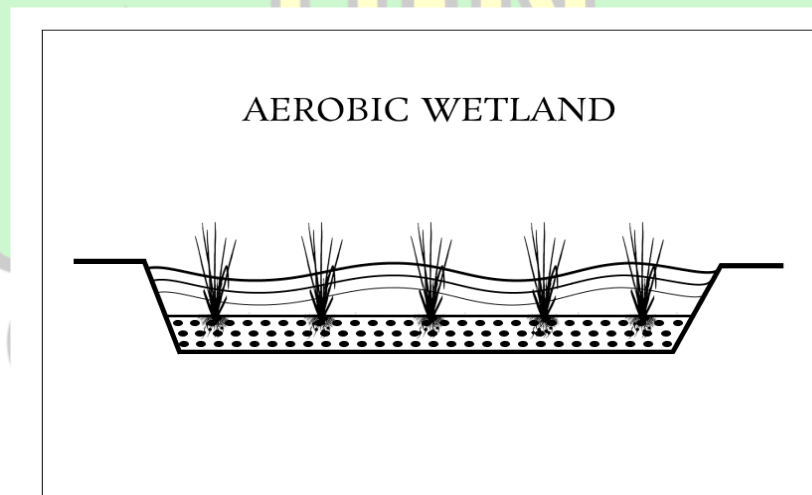
Prinsip perlakuan pasif adalah membiarkan reaksi kimia dan biologi terjadi secara natural. Munawar (2017). Menunjukkan perlakuan secara pasif lebih murah dan tidak memerlukan perawatan intensif. Penentuan proses pasif dalam pengolahan air asam tambang dibandingkan pengolahan secara aktif memiliki kelebihan, terutama dalam hal pekerjaan pemeliharaan dan biaya minim. Sistem pemrosesan pasif hanya membutuhkan perawatan dan penggantian secara rutin.

II.5 Sistem *Constructed Wetland*

Pada teknik Lahan Basah Buatan, air asam tambang dialirkan ke ekosistem yang bercirikan tanah jenuh air atau sedimen dengan bantuan tanaman yang disesuaikan dengan keadaan lingkungan anaerobic. *Constructed wetland* adalah rawa buatan yang dibuat untuk mengolah air limbah, dapat digunakan untuk pengolahan limpasan air hujan dan lindi (*leachate*), selain itu *Constructed wetland* bisa digunakan pada reklamasi lahan penambangan atau gangguan lingkungan. *Wetland* dapat menjadi biofilter yang bisa menghilangkan kontaminan seperti sedimen dan logam berat.

Menurut Muhsinin (2019), lahan basah buatan adalah sebuah system pengolahan limbah terencana yang dapat dikendalikan, lahan basah buatan dibangun dengan melibatkan proses alami seperti media, vegetasi dan mikroorganisme yang tujuannya untuk mengurai limbah. Instalasi ini dibuat seperti proses penjernihan air limbah cair dengan lingkungan yang dapat dikontrol dengan alami. Adapun kelebihan menggunakan lahan basah buatan adalah dapat disesuaikan lokasi yang kita inginkan dan bisa disesuaikan dengan ukuran lahan yang akan dipakai untuk pengolahan, pola aliran dan waktu tinggal (Nikho, 2020).

Air asam tambang dialirkan ke permukaan *wetland* yang biasanya ditumbuhi tanaman sejenis cattail (*Typha* sp) yang hidup di tanah atau substrat organik. Dalam proses ini, logam diminimalisir dan diselesaikan dengan cara oksidasi, dan mengendapkannya. Proses oksidasi Fe masih menjadi perdebatan, apakah oksidasi ini alami oksidasi abiotik, atau proses ini dipercepat karena adanya mikroorganisme. penurunan konsentrasi logam antara lain karena proses pengendapan logam dengan adanya reduksi sulfat secara biologis, dan tanaman hanya menyerap Sebagian kecil saja. Tanaman pada lahan basah yang ditanam dalam sistem aerobik, ditanam untuk alasan estetika untuk mengatur aliran air dan menyaring serta menstabilkan akumulasi bijih besi. Keberadaan tanaman pada sistem lahan basah aerobik berkontribusi terhadap kenaikan kadar bahan organik melalui zat-zat hasil sekresi dan dekomposisi sisa-sisa tanaman (Munawar, 2017).



Gambar II.5 *Constructed Wetland Aerobic*

Sumber: E-Book Pengelolaan Air Asam Tambang

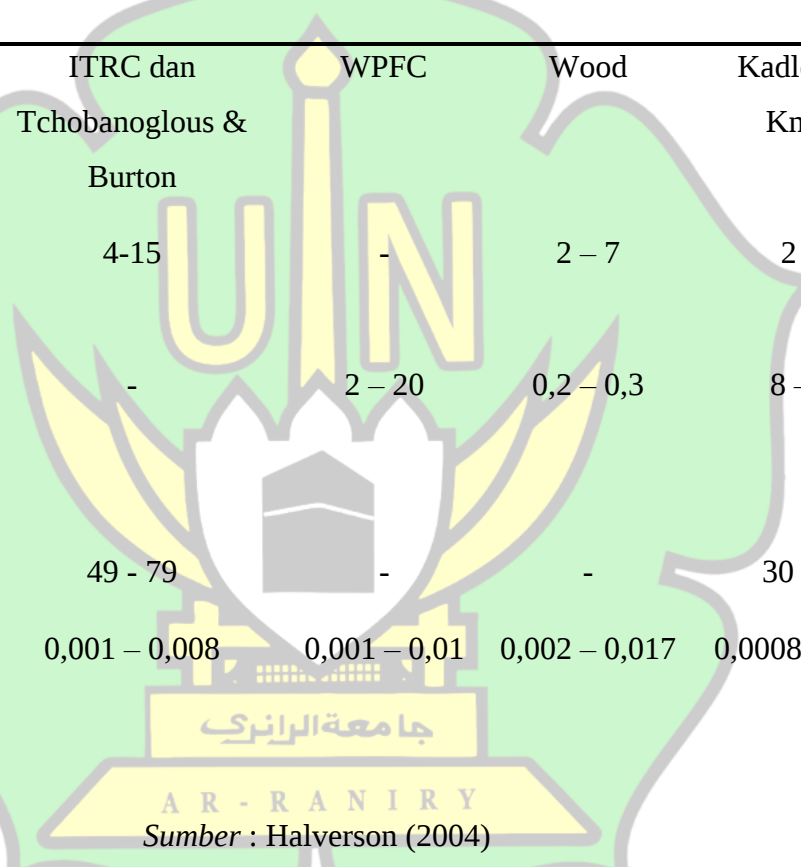
Kelebihan dari menggunakan lahan basah buatan adalah dapat menghilangkan kontaminan, dan dari biaya yang dikeluarkan berdasarkan total masa penggunaan lebih minim dibanding pengolahan yang lain, selain itu juga lebih mudah dalam hal

perawatan, dan dapat juga menyediakan habitat untuk tanaman dan kehidupan makhluk hidup lainnya.

Kriteria desain yang biasanya dipakai dalam sistem *Constucted wetland* atau lahan basah buatan terdapat pada tabel II.3

Tabel II.3 Kriteria desain Untuk pengolahan pada *Constructed wetland*.

Kriteria Desain	Metode atau Sumber referensi			
	ITRC dan Tchobanoglous & Burton	WPFC	Wood	Kadlec dan Knight
Hari atau Waktu Tinggal	4-15	-	2 – 7	2 - 7
HLR (cm/hari)atau debit pengolahan	-	2 – 20	0,2 – 0,3	8 – 30
Kedalaman media	49 - 79	-	-	30 – 60
Jumlah area yang disediakan (acre/m ³ /day)	0,001 – 0,008	0,001 – 0,01	0,002 – 0,017	0,0008 – 0,003



 جامعة الرانيري
 A R - R A N I R Y
 Sumber : Halverson (2004)

Penurunan Fe di reaktor horizontal dengan nilai persentase 97,15% dan pada reaktor vertikal mencapai 95,44%. Laju penurunan Cu pada reaktor horizontal 98,15% dan pada reaktor vertikal 97,28%, dan penurnan Zn di reaktor horizontal 97,71% dan pada reaktor vertikal 97,54%. Dengan hasil ini, dapat diambil kesimpulan reaktor vertikal lebih layak daripada reaktor horizontal dalam penurunan kandungan logam Fe, Cu, dan Zn.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung selama 1 bulan dimulai dari pertengahan Juni 2022 sampai Pertengahan Juli 2022. Pembuatan reaktor berlokasi di Lhoknga Aceh Besar, dan pengukuran pH sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Uin Ar-raniry. Pengukuran Fe dan Mn dilakukan di Laboratorium UPTD Balai Pengujian Penelitian dan Pengembangan Lingkungan. Pengolahan air asam tambang pada penelitian ini dilakukan secara pasif pada skala laboratorium dengan permodelan sistem lahan basah buatan menggunakan kolam percobaan berukuran $60 \times 30 \times 30$ cm sebanyak tiga kolam percobaan, yaitu kolam percobaan A yang menggunakan tanaman purun tikus (*E. dulcis*) 10 tanaman dengan media tanah, kolam percobaan B yang menggunakan tanaman purun tikus (*E. dulcis*) 15 tanaman dengan media tanah, kolam percobaan C yang menggunakan tanaman purun tikus (*E. dulcis*) 20 tanaman dengan media tanah.

III.1.1 Lokasi pengambilan Sampel Air Asam tambang

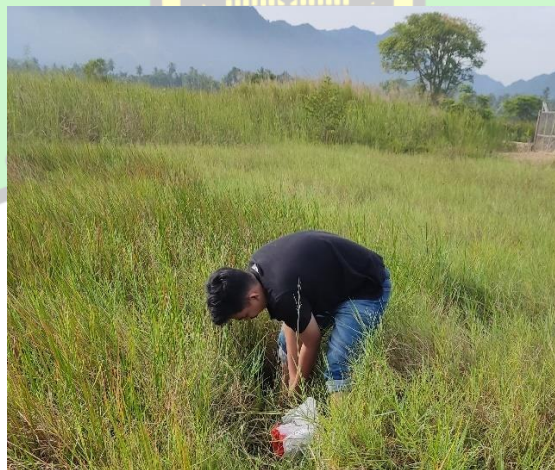
Sampel air asam tambang diambil di kolam bekas tambang di kecamatan Lhoong Kabupaten Aceh Besar, dengan luas area 500 Ha dan secara geografis terletak diantara $5^{\circ}15'57''\text{U}$ – $95^{\circ}15'19''\text{T}$. Tahap pengambilan sampel air asam tambang dilakukan sesuai acuan SNI 6989.57:2008 tentang Metode Pengambilan contoh air permukaan. Analisis sifat air asam tambang dilakukan di Banda Aceh pada Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry, Studi ini akan dilakukan hingga selesai pada Pertengahan Juli 2022. Berikut peta yang menunjukkan lokasi pengambilan sampel air asam tambang ditunjukkan pada gambar III.1



Gambar III.1 Tempat Pengambilan Sampel Air Asam Tambang di Lhoong, Aceh Besar

III.1.2 Lokasi Pengambilan Sampel Tumbuhan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)

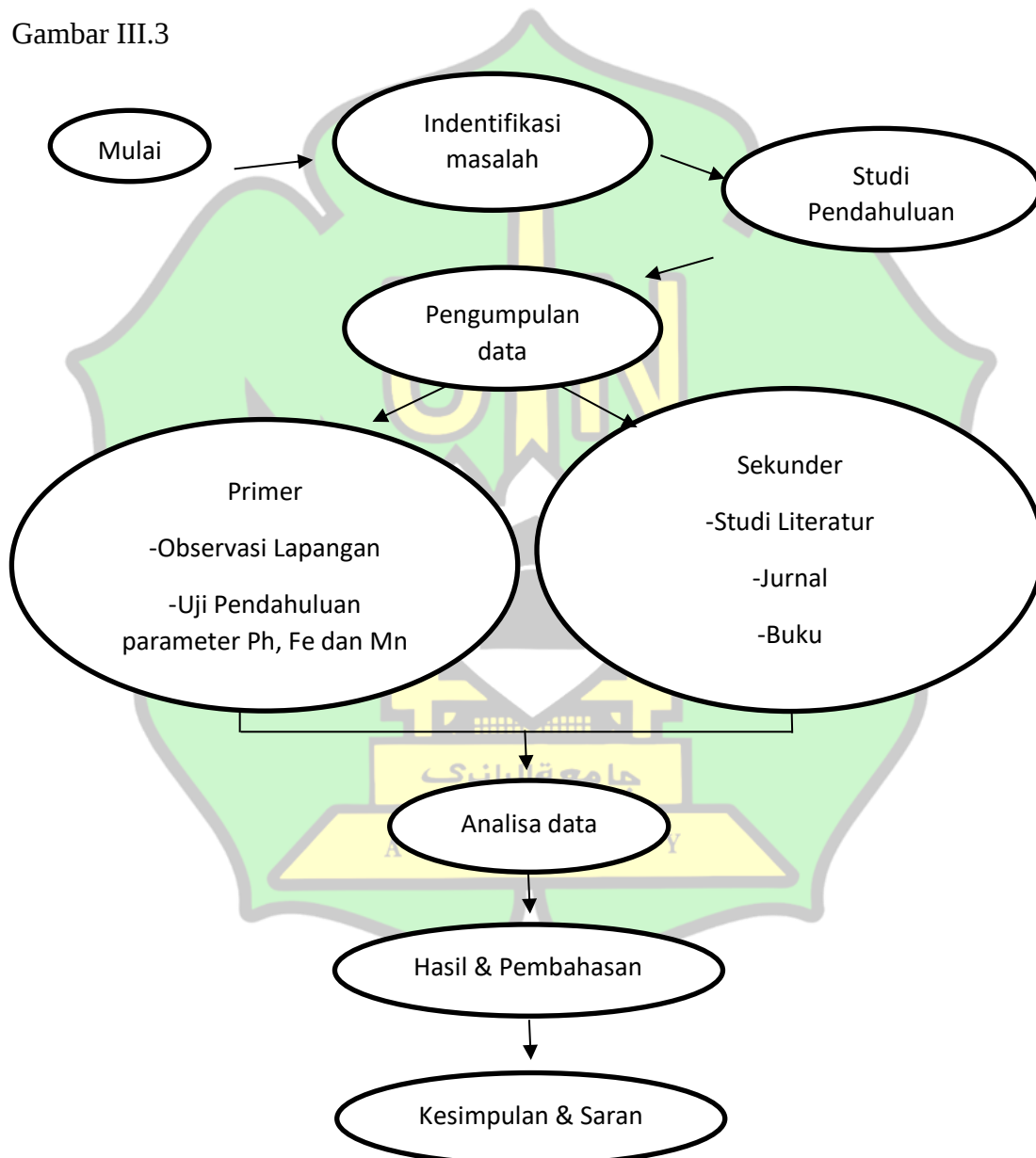
Pengambilan sampel purun tikus (*E. dulcis*) diambil di Desa Lamlhom, Kecamatan Lhoknga, Kabupaten Aceh Besar, Secara geografis terletak diantara $5^{\circ}29'41.1''\text{N}$ - $95^{\circ}14'48.8''\text{E}$. Berikut gambar yang menunjukkan lokasi pengambilan sampel tanaman purun tikus (*E. dulcis*) ditunjukkan pada gambar III.2



Gambar III.2 Tempat pengambilan sampel tanaman purun tikus

III.2 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan seperti studi pendahuluan, indentifikasi masalah, studi pendahuluan, pengumpulan data, perlakuan penelitian yang dilakukan di Laboratorium UPTD Balai Pengujian Penelitian dan Pengembangan Lingkungan, Diagram alir penelitian secara detail dapat dilihat pada Gambar III.3



Gambar III.3 Diagram Alir Penelitian

III.3 Bahan dan Alat

III.3.1 Bahan

1. Sampel air asam tambang sebanyak 30 Liter, dibagi 10 Liter setiap reaktor
2. Sampel purun tikus (*E. dulcis*) sebanyak 45 rumpun, dan dibagi 10 rumpun untuk reaktor A, 15 rumpun untuk reaktor B, dan 20 rumpun untuk reaktor C.
3. Media tanam/tanah. Sesuai habitat dari tanaman purun tikus (*E. dulcis*) tumbuh.

III.3.2 Alat

1. Jerigen tampung sampel terbuat dari bahan plastik dengan kapasitas 45 Liter
2. Gayung Plastik sebagai alat pengambil sampel
3. Reaktor penelitian berbahan plastik, 3 bak reaktor.
4. Alat-alat yang digunakan untuk menganalisa parameter pH, Fe, dan Mn air asam tambang di Laboratorium.

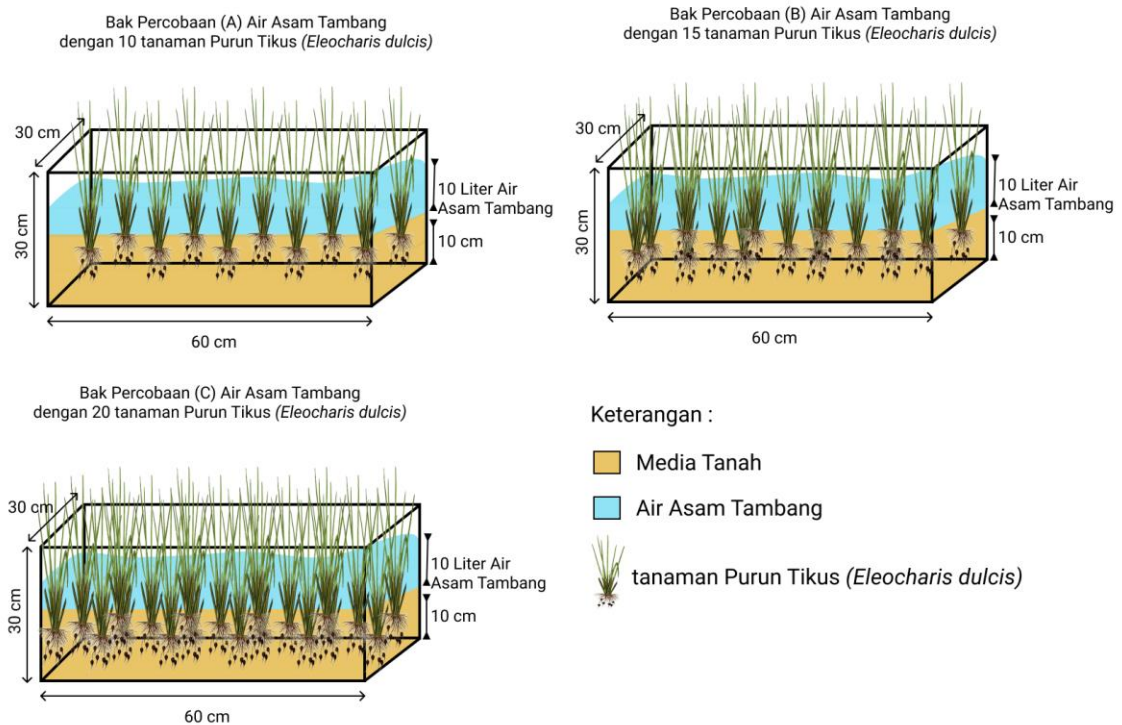
III.4 Aklimatisasi Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*)

Sebelum melakukan uji fitoremediasi, gulma diaklimatisasi untuk beradaptasi dengan lingkungan baru. Berdasarkan penelitian sebelumnya, aklimatisasi pada tanaman kiambang dilakukan selama 7 hari (Nurfita, 2017). Uji awal pada penelitian ini dilakukannya aklimatisasi pada tanaman purun tikus (*E. dulcis*), dikarenakan tanaman yang digunakan bukan berasal dari benih, melainkan tumbuhan yang telah hidup sendiri sebelumnya, tanaman yang dipilih yaitu tanaman dengan tinggi 15-20 cm, aklimatisasi dilakukan dengan mengadaptasikan tanaman purun tikus (*E. dulcis*) pada kondisi sebelum dilakukannya perlakuan (Rahmalia, 2020).

Aklmatisasi tanaman purun tikus (*E. dulcis*) sebelum pengolahan dilakukan tanaman dibersihkan dahulu dengan air yang mengalir supaya tidak ada lagi meterial-material yang menempel pada purun tikus. Aklimatisasi berhasil ditandai dengan hidup dan bertambahnya tinggi tumbuhan purun tikus (*E. dulcis*).

III.5 Pembuatan Reaktor

Penelitian ini menggunakan metode Constructed wetland, menggunakan tanaman Purun tikus (*E. dulcis*) sebagai Biofilter, dimensi reaktor adalah $60 \times 30 \times 30$ cm dengan bahan plastik. Reaktor yang dipakai pada penelitian ini yaitu menggunakan 3 (tiga) reaktor (reaktor A, reaktor B, dan reaktor C) dimana setiap ketiga reaktor berisikan tanaman purun tikus yang divariasikan jumlah tanaman ditanamkan pada media tanah. Pevariasi media tanam dapat dilihat secara rinci pada Gambar III.4



Gambar III.4 Desain Variasi jumlah tanaman

III.6 Prosedur Penelitian

III.6.1 Prosedur penelitian sebagai berikut :

1. Persiapan tanaman
 - a. Menyiapkan media tanam tanah dengan cara membersihkan tanah yang akan digunakan dari material-material yang tidak diinginkan. Setelah itu masukkan tanah ke dalam reaktor
 - b. Mengisi media tanam tanah pada ketiga reaktor dengan jarak 10 cm dan 10 tanaman pada bak percobaan A, 15 tanaman pada bak percobaan B, serta 20 tanaman pada bak percobaan C.
2. Perlakuan Penelitian
 - a. Melakukan aklimatisasi pada tumbuhan untuk mengadaptasikan tumbuhan dengan air asam tambang.
 - b. dimasukkan air asam tambang kedalam reaktor sampai jumlah yang telah ditentukan.
 - c. Melakukan pengecekan pH sampel Air asam Tambang. Pengukuran pH dilakukan sesuai standart : (SNI 06-6989.11-2019)
 - d. Melakukan analisis laboratorium terhadap parameter air asam tambang dan media tanah sesuai standart, yaitu:
 1. Untuk air Fe sesuai dengan SNI 6989.4:2009
 2. Untuk air Mn sesuai dengan SNI 6980.5:2009
 - e. Melakukan analisis data hasil analisis kandungan Fe dan Mn pada air asam tambang setelah perlakuan pada reaktor.

III.6.2 Pengujian pH Air Asam Tambang Setelah Pengolahan

Tanda air asam tambang terbentuk ditandai dengan pH tergolong rendah (1,5 - 4) kadar logam terlarut yang tinggi, nilai acidity yang tinggi, sulfat tinggi dan konsentrasi O₂ yang rendah. Uji Analisis pH pasca perlakuan dilakukan dengan mengacu pada SNI 066989,112019 standart cara uji derajat keasaman (pH) dengan pH meter yang mengacu pada ASTM D 1293-95, Standart Test Method for pH of Water.

III.6.3 Pengujian Kadar Logam Air Asam Tambang Setelah Perlakuan

Langkah-langkah pengujian kadar logam dalam air asam tambang setelah perlakuan laboratorium adalah dari SNI 06-6989.4-2009 (Metode Uji Besi/Fe dengan Spektrofotometri Serapan Atom/SSA) dan SNI 06-6989.5-2009 (Metode Uji Mangan/Mn yang dilakukan dengan Spektrofotometri Serapan Atom/SSA)

III.6.3.1 Pengujian Kadar Logam Besi (Fe) Air Asam Tambang

Untuk metode pengujian Kandungan logam besi (fe) dalam penelitian ini mengacu pada SNI 06-6989.4-2009 dengan menggunakan Spektrofotometri serapan atom (SSA), dimana Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) digunakan untuk menganalisa kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah kecil (trace) dan sangat kecil (ultratrace), Spektroskopi serapan atom berlandaskan pada penyerapan energi oleh atom-atom seimbang, dan sinar diresap biasanya sinar yang nampak atau ultraviolet (Parengkuan, 2013).

III.6.3.2 Pengujian Kadar Logam Mangan (Mn) Air Asam Tambang

Pengujian untuk Logam Mangan (Mn) pada penelitian ini mengacu pada SNI 06-6989.5-2009 (Metode Uji Mangan/Mn dengan Spektrofotometri Serapan Atom/SSA).

III.6.4 Analisis Data

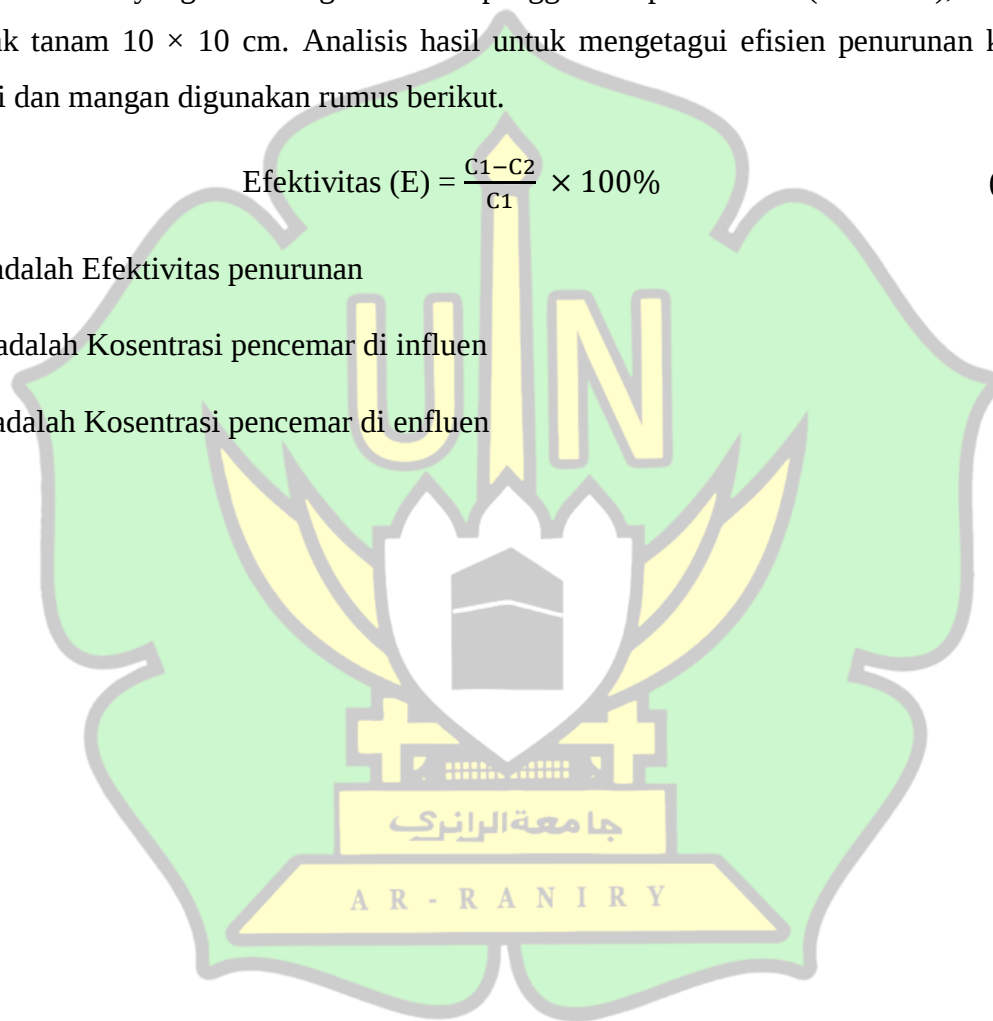
Data yang ditemukan dari penelitian ini dijabarkan untuk menilai perubahan pada pH dan kandungan logam berat besi dan mangan yang dihasilkan selama proses perlakuan pasif berlangsung dengan perlakuan pada purun tikus (*E. dulcis*) dengan media tanam yang dibandingkan antara penggunaan purun tikus (*E. dulcis*), dengan jarak tanam 10×10 cm. Analisis hasil untuk mengetahui efisien penurunan kadar besi dan mangan digunakan rumus berikut.

$$\text{Efektivitas (E)} = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \quad (3.1)$$

E adalah Efektivitas penurunan

C_1 adalah Konsentrasi pencemar di influen

C_2 adalah Konsentrasi pencemar di effluen



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode sistem lahan basah buatan, tanaman purun tikus (*E. dulcis*) yang digunakan sebagai biofilter. volume air yang diolah yaitu air asam tambang sebanyak 10 liter pada tiap reaktor, pada penelitian ini sampel air asam tambang yang diambil berasal dari kolam asam tambang yang berlokasi di Desa Jantang, Kecamatan Lhoong, Kabupaten Aceh Besar. uji karakteristik awal sampel air asam tambang yang dapat dilihat pada tabel IV.1

Tabel IV.1 Uji Karakteristik Awal logam Fe dan Mn Air Asam Tambang

Parameter	Satuan	Data Awal	Baku Mutu
Besi (Fe) Total	mg/L	21,9	5
Mangan (Mn) Total	mg/L	9,59	1

Berdasarkan Tabel IV.1 menunjukkan bahwa hasil uji karakteristik awal dengan parameter besi (Fe) dan mangan (Mn). Dari data hasil laboratorium didapat nilai air asam tambang tersebut memiliki kadar besi 21,9 ppm dan kadar mangan sebesar 9,59 ppm. Sedangkan hasil penelitian dapat dilihat pada tabel IV.2

Tabel IV.2 Tabel hasil Penelitian peningkatan pH

Waktu Tinggal (hari)	pH awal	pH akhir	Baku Mutu Nilai pH
0	2,6 (RA)	0,0	6-9
	2,6 (RB)	0,0	
	2,6 (RC)	0,0	
7	3,0 (RA)	0,4	
	3,5 (RB)	1,0	
	4,6 (RC)	2,1	
14	3,7 (RA)	0,7	
	5,7 (RB)	2,2	
	5,8 (RC)	1,2	
20	4,6 (RA)	0,9	
	5,7 (RB)	0,0	
	6,5 (RC)	0,7	

Keterangan: RA (reaktor A), RB (reaktor B), dan RC (reaktor C).

Tabel IV.3 Tabel hasil Penelitian penurunan Fe

Waktu Tinggal (hari)	Fe awal	Fe akhir	Baku Mutu Nilai Fe
0	21,9 (RA)	0,0	5
	21,9 (RB)	0,0	
	21,9 (RC)	0,0	
7	14,08 (RA)	7,8	
	15,14(RB)	6,7	
	13,26 (RC)	8,6	
14	9,65 (RA)	4,4	
	9,98 (RB)	5,1	
	8,29 (RC)	4,9	
20	6,72 (RA)	2,9	
	6,92 (RB)	3,0	
	5,3 (RC)	2,9	

Keterangan: RA (reaktor A), RB (reaktor B), dan RC (reaktor C).

Tabel IV.4 Tabel hasil Penelitian penurunan Mn

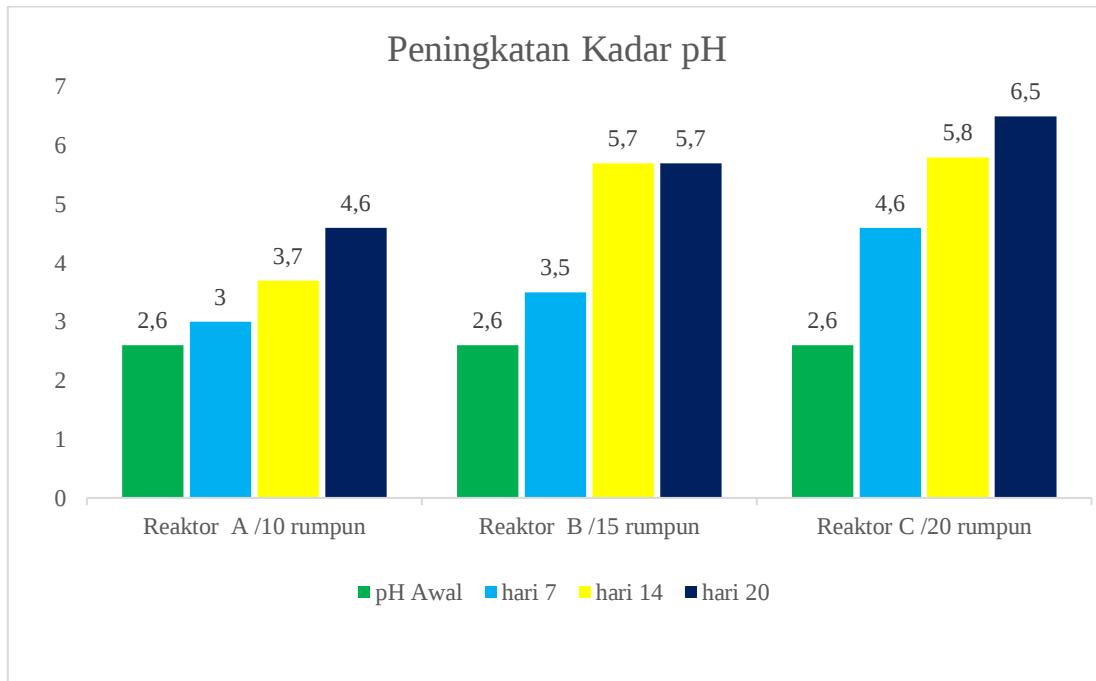
Waktu Tinggal (hari)	Mn awal	Mn akhir	Baku Mutu Nilai Fe
0	9,59 (RA)	0,0	1
	9,59 (RB)	0,0	
	9,59 (RC)	0,0	
7	6,3 (RA)	3,2	
	5,9 (RB)	3,6	
	5,1 (RC)	4,4	
14	3,2 (RA)	3,0	
	2,7 (RB)	3,2	
	3,1 (RC)	2,0	
20	2,7 (RA)	0,8	
	1,9 (RB)	3,0	
	1,04 (RC)	2,0	

Keterangan: RA (reaktor A), RB (reaktor B), dan RC (reaktor C).

Hasil penelitian menunjukkan semakin banyak jumlah tanaman purun tikus (*E. dulcis*) di reaktor, maka parameter pH juga meningkat, Pada masing-masing reaktor mengalami kenaikan pH air asam tambang, yang dimana pH awal masing-masing reaktor sebesar 2,6 meningkat menjadi 4,6 untuk reaktor A, pH pada reaktor B

menjadi 5,8 dan pH pada reaktor C menjadi 6,5. Hasil pengujian pH pada masing-masing reaktor dapat dilihat pada Tabel IV.2

IV.2 Kemampuan tanaman purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dalam meningkatkan pH

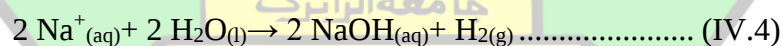
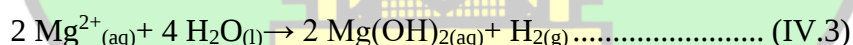
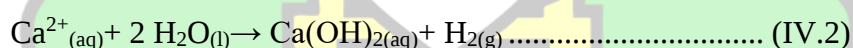


Gambar IV.1 Hasil pengujian pH air asam tambang pada tiap Reaktor

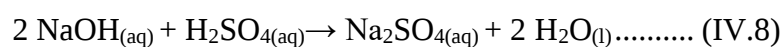
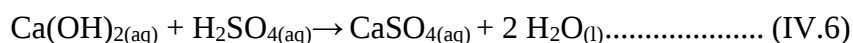
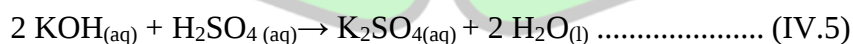
Pada gambar IV.1 dapat dilihat pada reaktor C khususnya pada jumlah tanaman purun tikus (*E. dulcis*) sebanyak 20 batang, pH mengalami kenaikan dari 2,6 menjadi 6,5. Hal ini disebabkan oleh kemampuan tanaman purun tikus (*E. dulcis*) dalam menetralkan air asam tambang. hasil dari pengujian sampel air asam tambang pada parameter pH, berdasarkan gambar IV.1 dimana pH awal reaktor A, B dan C terjadi peningkatan kadar pH, pada reaktor A dengan tanaman purun tikus (*E. dulcis*) yang berjumlah 10 rumpun terjadi peningkatan menjadi 3,01 pada hari ke-7, selanjutnya pada hari ke-14 juga terjadi peningkatan kadar pH dengan nilai 3,7, terakhir pada hari ke-20 pH pada reaktor A juga meningkat menjadi 4,6. Peningkatan pH juga terjadi

pada reaktor B dengan tanaman purun tikus (*E. dulcis*) yang berjumlah 15 rumpun terjadi peningkatan menjadi 3,5 pada hari ke-7, selanjutnya pada hari ke-14 juga terjadi peningkatan kadar pH dengan nilai 5,7, terakhir pada hari ke-20 pH pada reaktor B konsisten pada nilai 5,7, terjadinya kestabilan nilai pH diduga disebabkan karena tidak terjadinya kenaikan dan penurunan suplai oksigen pada tanaman dan juga air asam tambang, selanjutnya pada reaktor C dengan tanaman purun tikus (*E. dulcis*) yang berjumlah 20 rumpun juga terjadi peningkatan menjadi 4,6 pada hari ke-7, pada hari ke-14 juga terjadi peningkatan kadar pH dengan nilai 5,8, terakhir pada hari ke-20 pH pada reaktor C juga meningkat menjadi 6,5. Penelitian (Handayani, 2020) juga membuktikan bahwa purun tikus (*E. dulcis*) dapat meningkatkan pH, peningkatan pH ini dapat disebabkan oleh interaksi proses pengendapan, sedimentasi, adsorpsi, kopresipitasi, pertukaran kation, fotodegradasi, fitoakumulasi, biodegradasi, aktivitas microbial, dan serapan tanaman.

Peningkatan pH air asam tambang pada masing-masing reaktor disebabkan karena purun tikus memiliki kandungan logam alkali dan alkali tanah seperti K, Ca, dan Mg yang jika bereaksi dengan air akan membentuk senyawa yang bersifat basa (Handayani, 2020). Reaksi pembentukan senyawa tersebut ialah sebagai berikut;



Senyawa bersifat basa jika bereaksi dengan H_2SO_4 akan membentuk reaksi netralisasi. Pembentukan reaksi netralisasi tersebut ialah sebagai berikut:



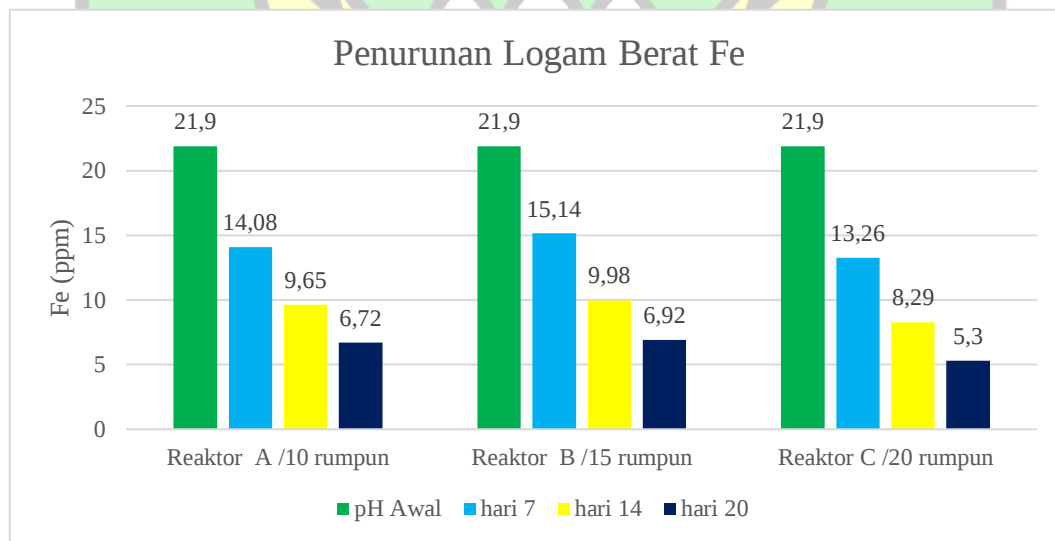
Reaksi netralisasi oleh kandungan logam alkali dan alkali tanah ini menyebabkan terjadinya peningkatan pH pada air asam tambang. Dari hal ini

menyebabkan peningkatan pH pada reaktor percobaan C menjadi lebih tinggi daripada reaktor B dan A. peningkatan pH dapat dilihat pada tabel IV.2 di atas.

IV.3 Kemampuan Tanaman Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) dalam menyerap logam berat Fe dan Mn

Penelitian penetralan air asam tambang ini menunjukkan hasil bahwa terjadi perubahan kadar logam Fe dan Mn air asam tambang pada masing-masing reaktor yang dilakukan pengolahan menggunakan tanaman purun tikus (*E. dulcis*), kadar logam Fe dan Mn awal yaitu kadar logam Fe > 5 mg/L dan kadar logam Mn > 1 mg/L, namun selama pengolahan air asam tambang menggunakan metode *Constructed wetland* di waktu tinggal 20 hari terjadi perubahan kadar logam Fe dan Mn air asam tambang.

IV.1.1 Logam berat Fe

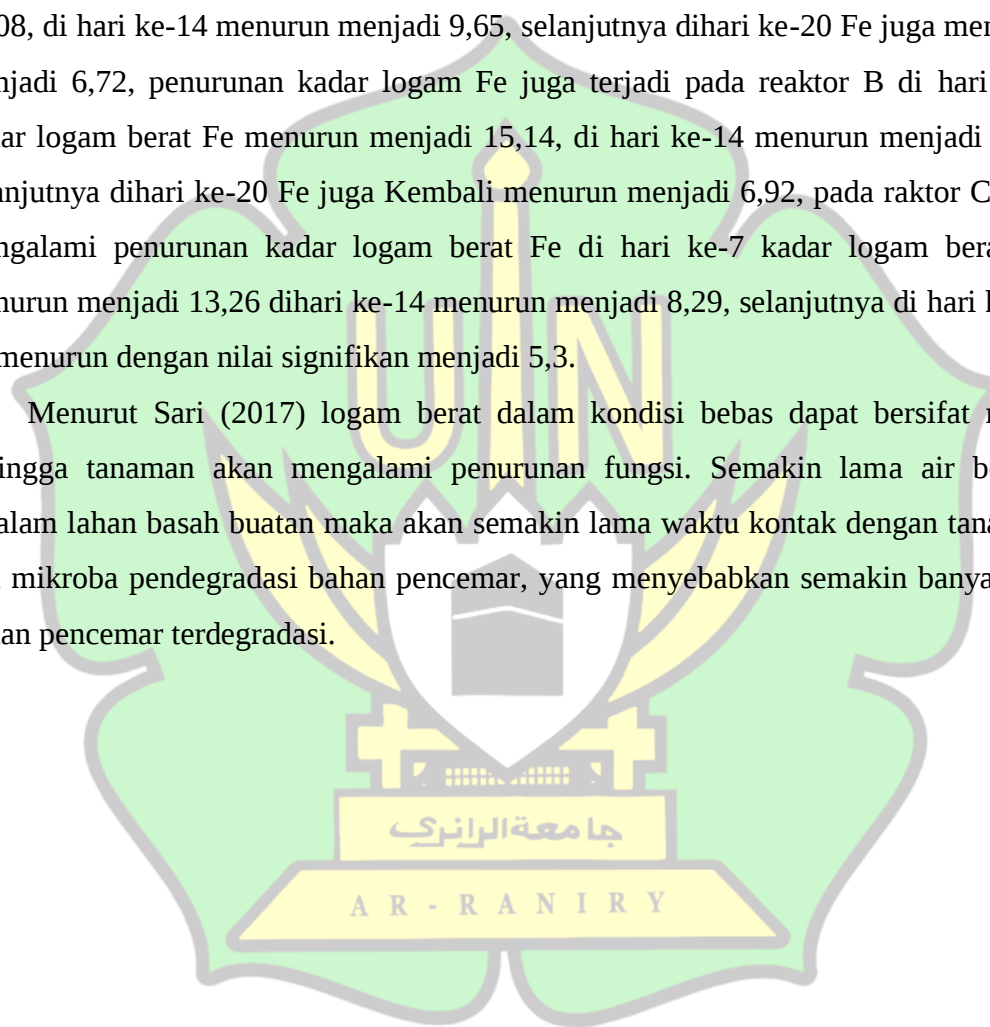


Gambar IV.2 Hasil pengukuran kadar logam Fe air asam tambang pada tiap reaktor

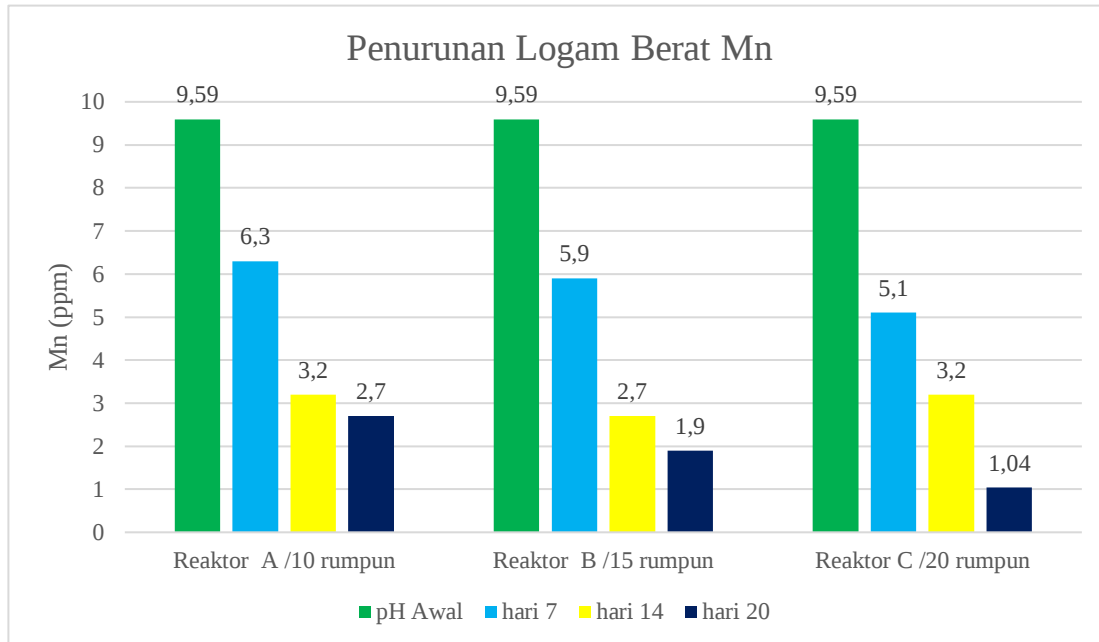
Pada gambar IV.2 , dapat dilihat pada reaktor A, B dan C dengan jumlah tanaman purun tikus (*E. dulcis*) sebanyak masing-masing 10, 15 dan 20 rumpun

mampu menurunkan kandungan Fe dengan efesiensi 0,71 % pada reaktor A, 2,16% pada reaktor B, dan 3,3% pada reaktor C, dari hasil perhitungan efesiensi ini menunjukkan terjadinya proses fitoremediasi, logam berat Fe mengalami penurunan pada setiap waktu uji selama 20 hari bagi ketiga reaktor (A, B dan C), bedasarkan Gambar IV.2 pada reaktor A dihari ke-7 kadar logam berat Fe menurun menjadi 14,08, di hari ke-14 menurun menjadi 9,65, selanjutnya dihari ke-20 Fe juga menurun menjadi 6,72, penurunan kadar logam Fe juga terjadi pada reaktor B di hari ke-7 kadar logam berat Fe menurun menjadi 15,14, di hari ke-14 menurun menjadi 9,98, selanjutnya dihari ke-20 Fe juga Kembali menurun menjadi 6,92, pada raktor C juga mengalami penurunan kadar logam berat Fe di hari ke-7 kadar logam berat Fe menurun menjadi 13,26 dihari ke-14 menurun menjadi 8,29, selanjutnya di hari ke-20 Fe menurun dengan nilai signifikan menjadi 5,3.

Menurut Sari (2017) logam berat dalam kondisi bebas dapat bersifat racun sehingga tanaman akan mengalami penurunan fungsi. Semakin lama air berada didalam lahan basah buatan maka akan semakin lama waktu kontak dengan tanaman dan mikroba pendegradasi bahan pencemar, yang menyebabkan semakin banyaknya bahan pencemar terdegradasi.



IV.1.2 Logam Berat Mn



Gambar IV.3 Hasil Pengukuran kadar logam Mn air asam tambang pada masing-masing reaktor

Pada gambar IV.3 diatas, dapat dilihat pada tiap reaktor jumlah purun tikus (*E. dulcis*) sebanyak 10 purun pada reaktor A, 15 purun pada reaktor B dan 20 Purun pada reaktor C, purun tikus (*E. dulcis*) mampu menurunkan kandungan Mn dengan efesiensi 0,71% di reaktor A, 3,94% di reaktor B dan 8,22% pada reaktor C. kadar logam berat Mn awal 9,59 mengalami penurunan konsentrasi ditiap reaktor, pada Gambar IV.3 menunjukkan penurunan yang bervariasi pada reaktor A, B dan C, pada reaktor A dihari ke-7 kadar logam berat Mn menurun menjadi 6,03, dihari ke-14 menurun menjadi 3,24, selanjutnya dihari ke-20 Mn juga menurun menjadi 2,07, penurunan kadar logam Mn juga terjadi pada reaktor B dihari ke-7 kadar logam berat Mn menurun menjadi 5,97, dihari ke-14 menurun menjadi 2,74, selanjutnya dihari ke-20 Fe juga Kembali menurun menjadi 1,94, pada raktor C juga mengalami penurunan kadar logam berat Mn dihari ke-7 kadar logam berat Mn menurun menjadi

5,13 dihari ke-14 menurun menjadi 3,11, selanjutnya dihari ke-20 Mn menurun dengan menjadi 1,04. Hasil efesiensi pengujian kandungan logam Mn air asam tambang pada masing-masing kolam percobaan dapat dilihat pada tabel lampiran I.2.

IV.4 Perubahan Pada Tanaman Purun Tikus

Pada hari awal penelitian tumbuhan purun tikus (*E. dulcis*) pada reaktor masih terlihat segar dan daunnya terlihat hijau, namun dari pengamatan tanaman purun tikus (*E. dulcis*) pada hari ke 14 menunjukkan perubahan, perubahan disebabkan penyerapan logam berat oleh tumbuhan dan juga terjadinya klorosis, yaitu daun mengalami perubahan pada warnanya, yang dimana daun semula hijau menjadi kuning kecoklatan, klorosis dapat terjadi jika logam berat menghambat sintesis klorofil. selain itu juga terdapat daun-daun baru yang tumbuh, serta tanaman juga tambah tinggi dibanding saat pertama kali di tanam.

IV.5 Pembahasan

IV.5.1 Peningkatan pH

Pada penelitian parameter pH reaktor *Constructed wetland*, dengan tanaman purun tikus (*E. dulcis*) mampu meningkatkan pH dan mampu menyisihkan logam besi (Fe) dan Mangan (Mn). Dalam waktu pengolahan selama 20 hari, peningkatan pH pada air asam tambang diduga terjadi karena tanaman purun tikus (*E. dulcis*) memiliki kandungan logam alkali, logam alkali inilah yang mampu menetralkan pH air asam tambang, menurut penelitian Delima (2019) tanaman purun tikus dapat meningkatkan pH air sekitar 0,1 - 0,3 unit dan menurunkan Fe 2,115% serta pada batang 0,65%. Hal ini yang menyebabkan nilai pH meningkat.

Dari hasil penelitian menunjukkan, semakin banyak jumlah tanaman yang digunakan pada reaktor maka semakin cepat terjadi peningkatan pH. Meningkatnya pH pada air asam tambang menunjukkan bahwa tumbuhan purun Tikus (*E. dulcis*)

memiliki kemampuan menetralkan air asam tambang. reaktor C dengan jumlah tanaman 20 rumpun menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan reaktor A dan B yang memiliki 10 & 15 rumpun tanaman purun tikus (*E. dulcis*).

Pada reaktor C, peningkatan pH lebih maksimal diduga karena adanya pengaruh lamanya waktu tinggal dan jumlah tanaman. Jumlah tanaman purun tikus (*E. dulcis*) pada reaktor C lebih banyak dari reaktor A dan B. Air asam tambang yang sebelumnya bersifat asam menjadi netral, sehingga pH pada reaktor C mencapai angka baku mutu yang telah ditetapkan. Pada kontrol nilai pH tetap bernilai 2,6 (asam). Hal ini sejalan dengan penelitian Sekarjannah, (2019) perlakuan kontrol tanpa tanaman dan bahan organik (A0) menunjukkan hasil pH yang stabil berkisar antara 3,02 – 3,05.

Berdasarkan gambar IV.1 menunjukkan selama proses fitoremediasi pH mengalami peningkatan, Peningkatan pH terjadi diduga karena adanya aktivitas biokimia mikroorganisme yang terdapat pada air dan akar purun tikus (*E. dulcis*). Pada reaktor A dan reaktor B, pH belum memenuhi syarat baku mutu air limbah kegiatan penambangan bijih besi yaitu 6 – 9. Penyebab pH belum memenuhi syarat baku mutu diduga karena belum beradaptasinya secara sempurna tanaman purun tikus dengan air asam tambang. Berdasarkan penelitian Napisah, (2020) menunjukkan bahwa Purun Tikus (*E. dulcis*) dapat digunakan sebagai filter biologis untuk meningkatkan kualitas air. Purun Tikus (*E. dulcis*) merupakan tanaman air yang tumbuh dominan di lingkungan tanah sulfat masam dan dapat menjadi agen penyerap besi melalui mekanisme tertentu yang diduga ada symbiosis antara tumbuhan dengan mikroorganisme. Dari hasil penelitian ini diduga pH mampu ditingkatkan menjadi optimal dan tumbuh. Purun tikus (*E. dulcis*) namun membutuhkan waktu yang lebih lama dari masa penelitian (20 hari).

IV.5.2 Penurunan Fe

Pada setiap reaktor, kadar logam Fe dan Mn awal air asam tambang tidak memenuhi syarat baku mutu air limbah kegiatan penambangan bijih besi yaitu kadar logam Fe > 5 mg/L dan kadar logam Mn > 1 mg/L, namun selama pengolahan air asam tambang dalam waktu tinggal 20 hari terjadi penurunan kadar logam Fe dan Mn air asam tambang. Kadar logam Fe awal masing-masing reaktor yaitu 21,9 mg/L, terjadi penurunan menjadi 6,72 mg/L pada reaktor A, pada reaktor B menjadi 6,92 mg/L dan pada reaktor C menjadi 5,3 mg/L.

Reaktor C yang berisi 20 tanaman memiliki nilai efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan reaktor A dan B, sedangkan efisiensi terendah terjadi pada reaktor A yang berisi 10 tanaman dengan nilai efisiensi 0,71%. Pada reaktor C juga mengalami penurunan kadar logam Fe paling tinggi, terjadi dihari ke-7 dengan nilai penurunan dari 21,9 mg/L menurun menjadi 13,26 mg/L. Hal ini menunjukkan perubahan kadar logam Fe tertinggi dengan nilai penurunan 8,64 mg/L. sedangkan penurunan terendah terjadi pada reaktor A dihari ke-20, penurunan kadar logam Fe terendah dengan nilai penurunan 2,93 mg/L.

Pada hari kontrol ke-7 di reaktor C terjadi penurunan kadar logam berat Fe tertinggi, dimana logam berat Fe awal 21,9 mg/L dihari ke-7 berubah menjadi 13,26 mg/L. pada reaktor C juga mengalami penurunan logam berat Fe terendah, dimana logam Fe dihari ke-14 mengandung Fe sebanyak 8,29 mg/L berubah menjadi 5,3 mg/L. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh tanaman purun tikus (*E. dulcis*) mengalami tahapan jenuh dimana banyak logam Fe yang tidak mampu diserap kembali oleh tanaman purun tikus (*E. dulcis*). Berkurangnya kemampuan dalam menyerap logam dengan maksimal dapat ditandai pada perubahan warna daun tanaman purun tikus. (Gambar IV.5).



Gambar IV.5 Tanaman purun tikus yang berubah warna

Kandungan logam berat Fe pada hari kontrol ke-14 masih tergolong tinggi karena masih di atas baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah yaitu Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2022 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pertambangan bijih besi. Sampel air asam yang diambil pada hari ke-20. Pada reaktor C sudah memenuhi syarat baku mutu. Meskipun pada reaktor A dan B kadar logam berat Fe belum memenuhi syarat baku mutu tetapi tanaman purun tikus (*E. dulcis*) masih tetap hidup pada kedua reaktor.

Konsentrasi Fe pada bak kontrol juga mengalami penurunan, dimana pada pengujian awal kandungan Fe 21,9 ppm menjadi 20,31 ppm pada hari uji ke-7 pengujian, kandungan Fe pada bak kontrol menurun lebih lambat dibandingkan dengan penurunan Fe pada reaktor A, reaktor B dan reaktor C, yang diisi dengan tanaman purun tikus (*E. dulcis*) masing-masing 10 tanamana untuk reaktor A, 15 tanaman untuk reaktor B, dan 20 tanaman untuk reaktor C. penurunan kandungan

logam berat Fe pada bak kontrol ini sangat sedikit, dikarenakan pada bak kontrol ini tidak adanya penambahan vegetasi tanaman sehingga Fe yang ada di air asam tambang tidak mengalami perubahan secara berarti.

Kemampuan purun tikus (*E. dulcis*) dalam menyerap logam berat Fe diduga disebabkan pada akar tanaman purun tikus terdapat jenis mikroorganisme penyerap besi (Fe) selain itu sistem perabutan serabut pada tanaman ini mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Kondisi tersebut diduga karena akar serabut yang bersimbiosis dengan bakteri tertentu efektif untuk menyerap logam berat Fe.

IV.5.3 Penurunan Mn

Kadar logam Mn awal pada setiap reaktor yaitu sebesar 9,59 mg/L dan turun menjadi kadar logam Mn 2,7 mg/L pada reaktor A, penurunan kadar logam Mn 1,94 mg/L pada reaktor B dan terjadi penurunan kadar logam Mn 1,04 mg/L pada reaktor C. Kecenderungan menurunnya konsentrasi Mn di reaktor lahan basah buatan diduga karena adanya pengaruh mikroorganisme yang berperan aktif dalam menghilangkan bahan pencemar. Mikroorganisme yang menempel di tanaman menguraikan bahan pencemar secara aerob. Sehingga penurunan konsentrasi logam Mn juga dimungkinkan adanya peran dari mikroorganisme yang terdapat di zona perakaran tanaman purun tikus. Menurut Agusetyadevy, dkk. , (2016) Adanya aktivitas mikroorganisme akar tanaman, maka akan terjadi proses metabolisme dalam penguraian air asam tambang. Pada proses bioremediasi limbah air asam tambang, mikroorganisme mampu menurunkan kandungan logam Mn pada air asam tambang bijih besi. Wahab, (2020) Mikroorganisme yang terdapat di air asam tambang antara lain kemoautotrof atau fotoautotrof, seperti bakteri dari genus *thiobacillus*.

Penurunan kandungan logam Mn tidak terlalu signifikan pada reaktor A, B, dan C, penurunan kadar logam Mn relative lambat dibanding penurunan kadar logam Fe,

namun tanaman purun tikus (*E. dulcis*) tetap mampu menurunkan kandungan Mn dengan efisiensi 0,71% di reaktor A, 3,94% di reaktor B dan 8,22% pada reaktor C. Berdasarkan dari hasil uji ketiga reaktor memiliki kadar Mn yang berbeda-beda. Pada reaktor A dengan jumlah tanaman 10 rumpun perubahan kadar Mn terendah adalah 2,0 mg/L terjadi dihari ke-20, pada reaktor B dengan jumlah tanaman 15 rumpun perubahan kadar Mn terendah adalah 3,0 mg/L juga terjadi dihari ke-20. Sedangkan pada reaktor C dengan jumlah tanaman 20 rumpun perubahan kadar Mn terendah adalah 2,0 perubahan kadar Mn ini terjadi didua hari, yaitu hari ke-14 dan hari ke-20

Mirawati dkk., (2016) menjelaskan beberapa faktor yang dapat menyebabkan tidak signifikannya penyerapan logam karna adanya faktor morfologi tanaman, karena pada penelitian ini tidak dilakukan seleksi jumlah batang, Panjang akar, dan berat tanaman, faktor umur tanaman juga dapat menjadi penyebab lambatnya penurunan kadar logam Mn.

Perubahan kandungan logam berat Mn terjadi pada setiap hari pengujian, namun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Pada ketiga reaktor juga terjadi penurunan kadar logam Mn air asam tambang, namun pada reaktor C terjadi penurunan yang lebih besar dibanding reaktor A dan B. Hal ini dapat disebabkan oleh logam Mn dalam air asam tambang yang kemungkinan berubah-ubah kadarnya karena perlakuan di laboratorium.

Kandungan Mn pada bak kontrol juga mengalami penurunan, dimana pada pengujian awal kandungan Mn 9,21 ppm menjadi 9,01 ppm pada hari uji ke-7 pengujian, kandungan Mn pada bak kontrol juga menurun lebih lambat dibandingkan dnegan penurunan Mn pada reaktor A, reaktor B dan reaktor C, yang diisi dengan tanaman purun tikus (*E. dulcis*) masing-masing 10 tanamana untuk reaktor A, 15 tanaman untuk reaktor B, dan 20 tanaman untuk reaktor C.

Waktu pengolahan selama dua puluh hari mampu meningkatkan pH dan menyisihkan kadar logam pada air asam tambang, pengolahan air asam tambang

dengan metode *Constructed wetland* diperlukan waktu pengolahan yang sedikit lebih lama bertujuan untuk menunjang tingkat efektivitas yang terbaik untuk proses degradasi logam berat dan untuk menetralkan pH.



BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Tanaman purun tikus memiliki pengaruh dalam peningkatan pH dan penurunan kadar logam Fe dan Mn air asam tambang, dimana kadar logam Fe yang memiliki nilai awal 21,9 menjadi 6,72 pada reaktor A, pada reaktor B menjadi 6,92, dan menjadi 5,3 pada reaktor C, logam Mn juga mengalami penurunan dimana Mn memiliki nilai awal 9,59 menjadi 2,7 pada reaktor A, pada reaktor B menjadi 1,9 dan menjadi 1,04 pada reaktor C.
2. Perubahan pH dan menurunnya kandungan logam berat Fe dan Mn memiliki pengaruh besar dari variasi jumlah tanaman, dimana reaktor yang memiliki jumlah tanaman lebih banyak, peningkatan pH dan menurunnya logam berat jauh lebih besar dari reaktor yang memiliki jumlah tanaman lebih sedikit.
3. Penurunan kandungan logam Fe dan Mn air asam tambang yang dilakukan juga menyebabkan penurunan yaitu dimana kadar logam Fe awal ketiga reaktor sebesar 21,9 mg/L dan mengalami penurunan menjadi 6,72 pada reaktor A, 6.92 mg/L pada reaktor B, dan 5.3 mg/L pada reaktor C. sedangkan kadar logam Mn awal masing-masing reaktor sebesar 9,59 mg/L dan mengalami perubahan menjadi 2.7 mg/L pada reaktor A, 1,94 mg/L pada reaktor B, dan 1,04 mg/L pada reaktor C.

V.2 Saran

Saran dalam penelitian ini adalah:

1. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan analisis penyerapan logam pada bagian tanaman purun tikus (*E. dulcis*)

2. Pemilihan media tanam untuk tanaman purun tikus (*E. dulcis*) juga harus dipertimbangkan supaya cocok dengan pertumbuhan tanaman selama penelitian.
3. Jumlah tanaman perlu ditambahkan untuk melihat tingkat penetralan pH dan juga kemampuan penyerapan logam berat lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Agusetyadevy, I., Sumiyati, S., & Sutrisno, E. (2016). Fitoremediasi Limbah yang Mengandung Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) dengan Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 2, 1–8.
- Annisa, W., Lestari, Y., Widada, J., & Nursyamsi, D. (2017). Remediasi Air Buangan di Lahan Rawa Melalui Pemanfaatan Gulma Lokal. *Prosiding Seminar Nasional PERAGI*. Bogor.
- Damanik, O. D. (2017). Penetapan Kadar Logan Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air Sumber Tanah Bor dan Air dalam Tangki DMI (*De Manganese Iron*) dengan Metode Spektrofotometri di PT. Tirta Sukses. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Delima, P. (2019). Pengaruh Pemberian Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Berbagai Variasi Ukuran pada Media Lahan Basah Buatan untuk pengelolaan Air Asam Tambang. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat.
- Fajariyah, C. (2017). Studi Literatur Pengolahan Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Dengan Teknik Constructed Wetland Menggunakan Tumbuhan Air. <http://repository.its.ac.id/43556/>
- Gautama, R. S. (2017). Pembentukan, Pengendalian dan Pengelolaan Air Asam Tambang. Bandung: Penerbit ITB.
- Hamdan, A. M., Bijaksana, S., Tjoa, A., Dahrin, D., & Kirana, K. H. (2019). Magnetic characterizations of nickel hyperaccumulating plants (*Planchonella oxyhedra* and *Rinorea bengalensis*) from Halmahera, Indonesia. *International journal of phytoremediation*, 21(4), 364-371.
- Hibatullah, H. F. (2019). Fitoremediasi Limbah Domestik (Grey Water) Menggunakan Tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta*) Dengan Sistem Batch. *NASPA Journal*, 42(4), 1.
- Hidayat, A., Suprayogi, S., & Ahmad, C. (2017). Analisis Kesesuaian Kualitas air untuk Irigasi pada Beberapa Mataair di Kawasan Karst Sistem Goa Pindul. "*Hidrologi Dan Kepariwisataan Kawasan Karst Goa Pindul Kabupaten Gunungkidul*", 42–55.

- Hidayat, L. (2017). Pengelolaan Lingkungan Areal Tambang (Studi Kasus Pengelolaan Air Asam Tambang (Acid Mining Drainage) di PT. Bhumi Rantau Energi Kabupaten Tapin Kalimantan Selatan). *ADHUM (Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Administrasi dan Humaniora)*, VII(1), 44-52.
- Irhamni, Pandia, S., Purba, E., & Hasan, W. (2017). Serapan Logam Berat Esensial dan Non Esensial pada Air Lindi TPA Kota Banda Aceh Dalam Mewujudkan Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Serambi Engineering*, II(3), 134–140.
- Maulana, A. (2017). Endapan Mineral. Yogyakarta: Penerbit Ombak.
- Mirawati, B., -, M., & Sedijani, P. (2016). Efektifitas Beberapa Tanaman Hias dalam Menyerap Timbal (Pb) di Udara. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 2(1). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v2i1.32>
- Muhsinin. (2019). Pengolahan Air Limbah Domestik Secara Fitoremediasi Sitem Constructed Wetland dengan Tanaman *Pandanus Amaryllifolius* dan *Azolla Microphilla*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Munawar, A. (2017). *Pengelolaan Air Asam Tambang: Prinsip-Prinsip Dan Penerapannya*. Bengkulu: Unib PRESS.
- Napisah, K., & Annisa, W. (2020). Peran Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) sebagai Penyerap dan Penetral Fe di Lahan Rawa Pasang Surut. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(1), 53. <https://doi.org/10.21082/jsdl.v13n1.2019.53-59>
- Nikho, M. A. (2020). Perbandingan Efektivitas Tanaman Cattail (*Thypha Angustifolia*) dan Tanaman Iris (*Iris Pseudacorus*) Pada *Constructed Wetland* Terhadap Limbah Cair Industri Tahu. Banda Aceh: Uin Ar-Raniry Banda Aceh.
- Nurfita, A. E., Kurniati, E., & Haji, A. T. S. (2017). Efisiensi Removal Fosfat (PO₄³⁻) Pada Pengolahan Limbah Cair Laundry dengan Fitoremediasi Kiambang (*Salvinia natans*). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 4(3), 18–26. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2017.004.03.3>

- Pamela, R., Hamdan, A., & Yahya, H. (2020). Phytoremediation of lead on arid land: A review. In Rodiansono, *PROCEEDING* (pp. 77-86). Banda Aceh: Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru.
- Parengkuan, Kissi, F., & Citraningtyas, G. (2013). Analisis Kandungan Merkuri Pada Krim Pemutih Yang Beredar Di Kota Manado. *Pharmacon*, 2(1), 62–69.
- Peiravi, M., Mote, S. R., Mohanty, M. K., & Liu, J. (2017). Bioelectrochemical treatment of acid mine drainage (AMD) from an abandoned coal mine under aerobic condition. *Journal of Hazardous Materials*, 333, 329-338.
- Rahmalia, Handayani, R. H. E., & Iskandar, H. (2020). Penetralan Air Asam Tambang Menggunakan Tumbuhan Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*). *Jurnal Pertambangan*, 4(2), 67–73. <https://doi.org/10.36706/jp.v4i2.476>
- Rahmawati, A. N. (2018). Pemanfaatab Arang Aktif Kulit Singkong untuk Menurunankan Kadar Besi (Fe) dalam Air. Politeknik Kesehatan Kemenkes RI Medan.
- Sari, E., Fiona, D. S., Hidayati, N., & Nurtjahya, E. (2017). Analisis Kandungan Logam pada Tumbuhan Dominan di Lahan dan Kolong Pasca Penambangan Timah Bangka Selatan (Metals Content Analysis in Dominant Plants in ex-Tin Mined Land and Pond South Bangka). *Promine*, 5(2), 15–29. <https://doi.org/10.33019/promine.v5i2.914>
- Sekarjannah, F. A. (2019). Pengelolaan Air Asama Tambang Pada Sistem Lahan Basah Buatan (*Constructed wetland*). Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional.
- Sunardi, Istikowati, W. T., & Sari, D. I. (2019). Extraction of α -cellulose from *Eleocharis dulcis* Holocellulose using NaOH and KOH. *Journal of Physics: Conference Series*, 1397(1), 0–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012031>
- Wahab, A. (2020). Kemampuan Konsorsium Bakteri-Bakteri Sedimen Rawa Dalam Menurunkan Kandungan Sulfat dan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Air Asam Tambang Batubara. Universitas Hasanuddin Makassar.

LAMPIRAN I

Lampiran I.1 Perhitungan persentase peningkatan pH optimum air asam tambang
Perhitungan persentase peningkatan pH optimum air asam tambang kolam percobaan (reaktor) A, B, dan C ialah sebagai berikut:

Reaktor	pH Awal	pH Akhir	Efisiensi (%)
A	2,6	4,6	0,43%
B	2,6	5,7	1,19%
C	2,6	6,5	1,5%

Lampiran I.2 Perhitungan persentase penurunan kadar logam Fe air asam tambang
Perhitungan persentase penurunan kadar logam Fe air asam tambang kolam percobaan (reaktor) A, B, dan C ialah sebagai berikut.

Reaktor	Fe Awal	Fe Akhir	Efisiensi (%)

A	21,9	6,72	0,69%
B	21,9	6,92	2,16%
C	21,9	5,3	3,13%

Lampiran I.3 Perhitungan persentase penurunan kadar logam Mn air asam tambang
 Perhitungan persentase penurunan kadar logam Mn air asam tambang kolam percobaan
 (reaktor) A, B, dan C ialah sebagai berikut.

Reaktor	Mn Awal	Mn Akhir	Efisiensi (%)
A	9,59	2,7	0,71%
B	9,59	6,92	3,94%
C	9,59	5,3	8,22%

LAMPIRAN 1I

DOKUMENTASI PENELITIAN

Dokumentasi Tahapan Persiapan Reaktor dan Pengujian

Foto	Keterangan
	Tempat pengambilan sampel Air Asam Tambang
	Kondisi Tempat pengambilan sampel air asam tambang



Kolam Air Asam Tambang



Proses pengambilan sampel Air Asam Tambang



Proses pengambilan Tumbuhan Purun Tikus



Proses penanaman tanaman purun tikus (*Eleocharis dulcis*)



Bak Reaktor Air Asam Tambang



Bak Reaktor A dengan jumlah tanaman 10 rumpun



Bak Reaktor B dengan jumlah tanaman 15 rumpun



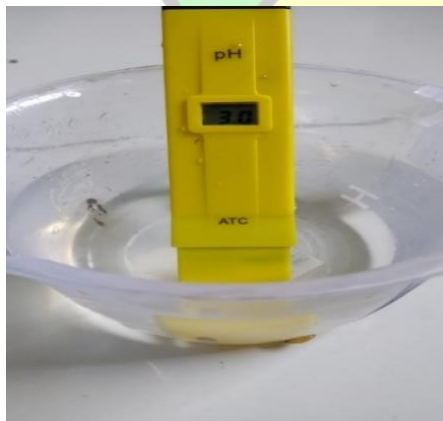
Bak Reaktor C dengan jumlah tanaman 20 rumpun



tumbuhan yang menguning pada hari kontrol ke 14



Pengecekan pH Air Asam Tambang Sampel Awal



Pengecekan pH AAT RA (hari 7)



Pengecekan pH AAT RB (hari 7)

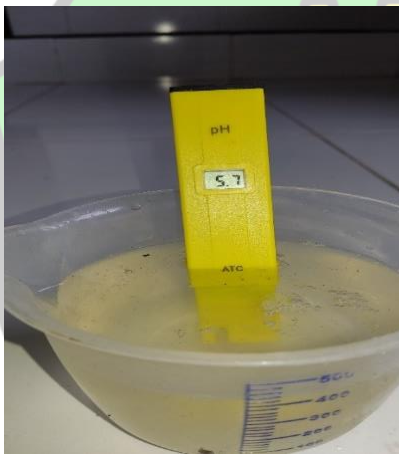


Pengecekan pH AAT RC (hari 7)

Pengecekan pH AAT RA (hari 14)



Pengecekan pH AAT RB (hari 14)



Pengecekan pH AAT RC (hari 14)





Pengecekan pH AAT RA(hari 20)



Pengecekan pH AAT RB(hari 20)

Pengecekan pH AAT RC (hari 20



LAMPIRAN III

HASIL PENGUJIAN

Lampiran Uji pendahuluan Parameter Fe dan Mn Air Asam Tambang



PEMERINTAH ACEH
DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
UPTD BALAI PENGUJIAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN
Jalan Tgk. Melagu No. 6 Desa Tibang
BANDA ACEH, 23114
Email : lablingk_nad@yahoo.co.id

SERTIFIKAT HASIL UJI

No. 024/SHU/BPPP/III/2022

Hal 1 dari 1

Tanggal Penerbitan : 01 Maret 2022

K e p a d a : Ryon J. Anggara
di – Banda Aceh

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Jenis Sampel : Air Limbah
Kode Sampel : Sampel Air Asam Tambang
L o k a s i : Lhong Aceh Besar

Tanggal Sampling : 15 Februari 2022

Tanggal Diterima : 16 Februari 2022

Tanggal Uji : 16 Februari 2022

Selesai Uji : 01 Maret 2022

Sampel Diterima Dari : Ryon J. Anggara

Koordinat : N : -
E : -

Hasil Uji :

No.	Parameter Uji	Metoda Uji	Acuan	Satuan	Baku Mutu	Batas Deteksi Metode	Hasil Uji
1	Besi (Fe)	AAS	SNI 6989. 4 : 2009	mg/L	7*)	0,09	21,07
2	Mangan (Mn)	AAS	SNI 06 – 6989. 5 – 2004	mg/L	4*)	0,07	9,59

Catatan

- Hasil analisis hanya berhubungan dengan sampel yang diuji

*) KepMenLH No. 113 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Batu Bara

**) Batas Deteksi Metoda

KEPALA UPTD BALAI
PENGUJIAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN
DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN ACEH

Ir. AKMAL HUSEN, MM
Pembina Utama Muda (IV/c)
NIP. 19681207 199503 1 005

Lampiran Uji Hari ke-7 Parameter Fe dan Mn Air Asam Tambang



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: ltpk@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

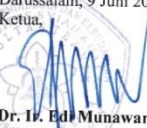
Nomor: 204/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Ryon J Anggara
Alamat Pelanggan : Lhoknga-Aceh Besar
Tanggal di Terima : 9 Juni 2022
Jenis Contoh Uji : Air Asam Tambang
Parameter Analisa : Mangan (Mn)
Tanggal di Analisa : 9 Juni 2022
Untuk Keperluan : Penelitian Tugas Akhir
Baku Mutu : -

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Reaktor A	mg/l	-	6,30	
2.	Reaktor B	mg/l	-	5,97	
3.	Reaktor C	mg/l	-	5,13	

Darussalam, 9 Juni 2022

Ketua,


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



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: ltpl@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 205/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Ryon J Anggara
Alamat Pelanggan : Lhoknga-Aceh Besar
Tanggal di Terima : 09 Juni 2022
Jenis Contoh Uji : Air Asam Tambang
Parameter Analisa : Besi (Fe)
Tanggal di Analisa : 09 Juni 2022
Untuk Keperluan : Penelitian Tugas Akhir
Baku Mutu : -

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Reaktor A	mg/l	-	14,08	
2.	Reaktor B	mg/l	-	15,14	
3.	Reaktor C	mg/l	-	13,26	

Darussalam, 09 Juni 2022

Ketua,


Dr. Ir. Edi Munawar, S.T., M.Eng.
NIP. 19691210-199802 1001

Lampiran Uji Hari ke-14 Parameter Fe dan Mn Air Asam Tambang



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: ltpl@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 664/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Ryon J Anggara
Alamat Pelanggan : Lhoknga-Aceh Besar
Tanggal di Terima : 20 Oktober 2022
Jenis Contoh Uji : Air Asam Tambang
Parameter Analisa : Besi (Fe)
Tanggal di Analisa : 24 Oktober 2022
Untuk Keperluan : Penelitian Tugas Akhir
Hari ke : 14
Baku Mutu : -

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Reaktor A - 14 Hari	mg/l	-	9,65	
2.	Reaktor B - 14 Hari	mg/l	-	9,98	
3.	Reaktor C - 14 Hari	mg/l	-	8,29	

Darussalam, 25 Oktober 2022

Ketua,

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



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: ltpl@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 663/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Ryon J Anggara
Alamat Pelanggan : Lhoknga-Aceh Besar
Tanggal di Terima : 20 Oktober 2022
Jenis Contoh Uji : Air Asam Tambang
Parameter Analisa : Mangan (Mn)
Tanggal di Analisa : 24 Juni 2022
Untuk Keperluan : Penelitian Tugas Akhir
Hari Ke : 14
Baku Mutu : -

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Reaktor A - 14 hari	mg/l	-	3,24	
2.	Reaktor B - 14 hari	mg/l	-	2,74	
3.	Reaktor C - 14 hari	mg/l	-	3,11	

Darussalam, 25 Oktober 2022

Ketua,

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

Lampiran Uji Hari ke-20 Parameter Fe dan Mn Air Asam Tambang reaktor A



PEMERINTAH ACEH
DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
 UPTD BALAI PENGUJIAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN
 Jalan Tgk. Melagu No. 6 Desa Tibang
 BANDA ACEH, 23114
 Email : lablingk_nad@yahoo.co.id

Hal 1 dari 1

SERTIFIKAT HASIL UJI
 No. 277/SHU/BPPPL/XI/2022

Tanggal Penerbitan : 16 November 2022

K e p a d a : Ryon J. Anggara
 di – Lhoknga Kab. Aceh Besar

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Jenis Sampel : Air Limbah Tambang Kode Sampel : A L o k a s i : Lhoknga Kab. Aceh Besar Koordinat : N : - E : - Hasil Uji :	Tanggal Sampling : 19 Oktober 2022 Tanggal Diterima : 26 Oktober 2022 Tanggal Uji : 26 Oktober 2022 Selesai Uji : 15 November 2022 Sampel diterima dari : Ryon J. Anggara
--	---

No.	Parameter Uji	Metoda Uji	Acuan	Satuan	Baku Mutu	Batas deteksi Metode	Hasil Uji
1	Besi (Fe)	AAS	SNI 6989. 4 : 2009	mg/L	-	0,09	6,72
2	Mangan (Mn)	AAS	SNI 06 – 6989. 5 – 2004	mg/L	-	0,07	2,70

Catatan
 - Hasil analisis hanya berhubungan dengan sampel yang diuji
 *) Batas Deteksi Metoda

KEPALA UPTD BALAI
 PENGUJIAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN
 DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN ACEH



Ir. AKMAL HUSEN, MM
 Pembina Utama Muda (IV/c)
 NIP. 19681207 199503 1 005

Lampiran Uji Hari ke-20 Parameter Fe dan Mn Air Asam Tambang reaktor B



PEMERINTAH ACEH
DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
 UPTD BALAI PENGUJIAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN
 Jalan Tgk. Melagu No. 6 Desa Tibang
 BANDA ACEH, 23114
 Email : lablingk_nad@yahoo.co.id

SERTIFIKAT HASIL UJI

Hal 1 dari 1

No. 278/SHU/BPPPL/XI/2022

Tanggal Penerbitan : 16 November 2022

K e p a d a : Ryon J. Anggara
 di - Lhoknga Kab. Aceh Besar

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Jenis Sampel : Air Limbah Tambang
 Kode Sampel : B
 L o k a s i : Lhoknga Kab. Aceh Besar

Tanggal Sampling : 19 Oktober 2022
 Tanggal Diterima : 26 Oktober 2022
 Tanggal Uji : 26 Oktober 2022
 Selesai Uji : 15 November 2022
 Sampel diterima dari : Ryon J. Anggara

Koordinat : N : -
 E : -

Hasil Uji :

No.	Parameter Uji	Metoda Uji	Acuan	Satuan	Baku Mutu	Batas deteksi Metode	Hasil Uji
1	Besi (Fe)	AAS	SNI 6989. 4 : 2009	mg/L	-	0,09	6,92
2	Mangan (Mn)	AAS	SNI 06 - 6989. 5 - 2004	mg/L	-	0,07	1,94

Catatan

- Hasil analisis hanya berhubungan dengan sampel yang diuji
 *) Batas Deteksi Metoda

KEPALA UPTD BALAI
 PENGUJIAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN
 DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN ACEH


Ir. AKMAL HUSEN, MM
 Pembina Utama Muda (IV/c)
 NIP. 19681207 199503 1 005

Lampiran Uji Hari ke-20 Parameter Fe dan Mn Air Asam Tambang reaktor C



PEMERINTAH ACEH
DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
UPTD BALAI PENGUJIAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN
 Jalan Tgk. Melagu No. 6 Desa Tibang
BANDA ACEH, 23114
 Email : lablingk_nad@yahoo.co.id

SERTIFIKAT HASIL UJI

Hal 1 dari 1

No. 279/SHU/BPPPL/XI/2022

Tanggal Penerbitan : 16 November 2022

K e p a d a : Ryon J. Anggara
 di – Lhoknga Kab. Aceh Besar

Yang bertanda tangan dibawah ini menerangkan bahwa :

Jenis Sampel : Air Limbah Tambang
 Kode Sampel : C
 L o k a s i : Lhoknga Kab. Aceh Besar

Tanggal Sampling : 19 Oktober 2022
 Tanggal Diterima : 26 Oktober 2022
 Tanggal Uji : 26 Oktober 2022
 Selesai Uji : 15 November 2022
 Sampel diterima dari : Ryon J. Anggara

Koordinat : N : -
 E : -

Hasil Uji :

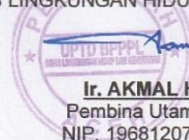
No.	Parameter Uji	Metoda Uji	Acuan	Satuan	Baku Mutu	Batas deteksi Metode	Hasil Uji
1	Besi (Fe)	AAS	SNI 6989. 4 : 2009	mg/L	-	0,09	5,30
2	Mangan (Mn)	AAS	SNI 06 – 6989. 5 – 2004	mg/L	-	0,07	1,04

Catatan

- Hasil analisis hanya berhubungan dengan sampel yang diuji

*) Batas Deteksi Metode

KEPALA UPTD BALAI
 PENGUJIAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN LINGKUNGAN
 DINAS LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN ACEH



Ir. AKMAL HUSEN, MM
 Pembina Utama Muda (IV/c)
 NIP. 19681207 199503 1 005