

**ANALISIS KADMIUM DAN NITROGEN TOTAL AIR LINDI
MENGUNAKAN TANAMAN KANGKUNG AIR (IPOMEA
AQUATIC FORSK) DENGAN METODE *CONSTRUCTED*
WETLAND SISTEM *SIRKULASI*
(STUDI KASUS: TPA *CONTROLLED LANDFILL* NON AKTIF)**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2023**

**ANALISIS KADMIUM DAN NITROGEN TOTAL AIR LINDI
MENGUNAKAN TANAMAN KANGKUNG AIR (IPOMEA
AQUATIC FORSK) DENGAN METODE *CONSTRUCTED
WETLAND* SISTEM *SIRKULASI*
(STUDI KASUS: TPA *CONTROLLED LANDFILL* NON AKTIF)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat Memperoleh gelar Sarjana Teknik



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2023**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KADMIUM DAN N TOTAL AIR LINDI
MENGUNAKAN TANAMAN KANGKUNG AIR (IPOMEA
AQUATIC FORSK) DENGAN METODE *CONSTRUCTED
WETLAND* SISTEM SIKLUSASI
(STUDI KASUS: TPA *CONTROLLED LANDFILL* NON AKTIF)**

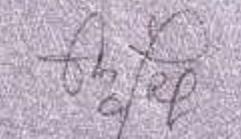
TUGAS AKHIR

Oleh

**Fajar Rama Dani
1806825201024**

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari, menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan Judul dan Penyusun sebagaimana tersebut diatas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketepatan, kelaziman yang berlaku pada Program Studi Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Pembimbing I



Drs. G.M. Farid, M.Si
NIDN.001126117

Jambi, Februari 2023

Pembimbing II



Sri Umi Kalsum, ST, M.Eng
NIDN.1027067401

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KADMIUM DAN NITROGEN TOTAL AIR LINDI MENGUNAKAN KANGKUNG AIR (*IPOMEA AQUATICA FORKS*) DENGAN METODE *CONSTRUCTED WETLAND* SISTEM SIRKULASI (STUDI KASUS: TPA *CONTROLLED LANDFILL* NON AKTIF)

Tugas akhir ini telah dipertahankan pada Sidang Tugas Akhir
Komprehensif Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik
Universitas Batanghari

Nama : Fajar Rama Dani
NPM : 1800825201024
Hari/Tanggal : Rabu, 8 Februari 2023
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua :

1. Angerika Riyanti, S.T., M.T.
NIDN. 101028704

Anggota :

2. Haidab, S.T., M.T.
NIDN. 1020088802

3. Asih Suzanti, S.T., M.T.
NIDN. 1027067401

4. Drs. G M Saragih, M.Si.
NIDN. 001126110

5. Siti Umi Kalsum, S.T., M.Eng.
NIDN. 1027067401

Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, M.E.
NIDN. 10151128501

Ketua Program Studi Teknik
Lingkungan

Marhasi, S.T., M.Si.
NIDN. 1008036002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN



Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Fajar Rama Dani

NPM : 1800825201024

Judul : Analisis Kadmium Dan Nitrogen Total Air Lindi Menggunakan Kangkung Air (*Ipomea Aquatica Forks*) Dengan Metode *Constructed Wetland* Sistem *Sirkulasi* (Studi Kasus: TPA *Controlled Landfill* Non Aktif)

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Batanghari sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jambi, Februari 2023



Fajar Rama Dani

ABSTRAK

ANALISIS KADMIUM DAN NITROGEN TOTAL AIR LINDI MENGGUNAKAN TANAMAN KANGKUNG AIR (*IPOMOEA AQUATICA FORKS*) DENGAN METODE *CONTRUCTED WETLAND* SISTEM *SIRKULASI* (STUDI KASUS: TPA *CONTROLLED LANDFILL* NON AKTIF)

Fajar Rama Dani; Dibimbing Oleh Pembimbing I Drs. G.M Saragih, M.Si dan Pembimbing II Siti Umi Kalsum, S.T., M.T.

xv + 55 Halaman, 6 Tabel, 33 Gambar, 10 Lampiran

ABSTRAK

TPA Talang Gulo metode *Controlled Landfill* Non Aktif saat ini sudah ditinggalkan dan sudah tidak beroperasi. Namun air Lindi di TPA tersebut masih mengalir dan tidak ada perlakuan akibatnya dapat mencemari lingkungan sekitar dengan tingginya konsentrasi polutan N-Total dan Kadmium. Salah satu media dan metode dalam menurunkan polutan N-Total dan Kadmium air lindi tersebut menggunakan metode *Constructed Wetland* sistem *Sirkulasi* dengan media tanaman kangkung air (*ipomoea aquatica forks*). Kangkung air dapat menyerap zat organik dan logam melalui ujung akar sampai masuk ke dalam batang melalui pembuluh pengangkut kemudian menyebar ke seluruh bagian tanaman. Pada proses ini zat organik akan mengalami reaksi biologi dan terakumulasi di dalam batang tanaman dan diteruskan ke daun, jika kangkung mengalami pertumbuhan Panjang batang dan penumbuhan daun baru maka berat kangkung akan bertambah yang berarti kangkung mampu menyerap zat organik dan logam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode *constucted wetland* sistem *Sirkulasi* dengan media tanaman kangkung air dengan tambahan zeolite mampu dan efektif menurunkan kadar N-Total sebesar 61% dan untuk Kadmium tidak mengalami kenaikan dan penurunan dikarenakan dikarenakan logam berat tidak terdeteksi (*Under Limit*) atau tidak terdeteksi

Kata Kunci: Lindi, *N-Total*, *Cd*, *Ipomoea Aquatica Forks*, *Constructed Wetland*, *Sistem Sirkulasi*.

ABSTRACT

ANALYSIS OF CADMIUM AND TOTAL NITROGEN LEACHATE WATER USING WATER SCAPE PLANT (IPOMOEA AQUATICA FORKS) USING THE CONSTRUCTED WETLAND METHOD OF CIRCULATION SYSTEM

(CASE STUDY: TPA-CONTROLLED LANDFILL NON-ACTIVE)

Fajar Rama Dani; Supervised by Supervisor I Drs. G.M Saragih, M.Si and Supervisor II Siti Umi Kalsum, S.T., M.T.

xv + 63 Pages, 6 Tables, 33 Figures, 10 Appendices

The Talang Gulo landfill with the Inactive Controlled Landfill method is now abandoned and no longer in operation. However, the leachate in the TPA is still flowing and there is no treatment as a result, it can pollute the surrounding environment with high concentrations of N-Total and Cadmium pollutants. One of the media and methods for reducing N-Total and Cadmium pollutants in leachate is using the Constructed Wetland Circulation system with water spinach (*ipomoea aquatica forks*) as the medium. Water spinach can absorb organic substances and metals through the root tips until they enter the stem through the transport vessels and then spread to all parts of the plant. In this process, organic substances will undergo biological reactions and accumulate in the stems of plants, and be passed on to the leaves. The results showed that the constructed wetland circulation system method with water spinach plant media with the addition of zeolite was able and effective in reducing the N-Total level by 61% and Cadmium did not experience an increase or decrease due to under limit or undetected heavy metals.

Keyword: *Leachate, N-Total, Cd, Ipomoea Aquatica Forks, Constructed Wetland System sirkulasi*

PRAKATA

Allhamdulillahirabbil'alamin segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah subhannahu wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul:

“Analisis Kadmium Dan Nitrogen Total Air Lindi Menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomea Aquatic forsk*) Dengan Metode Constructed Wetland Sistem Sirkulasi ”

Keberhasilan penyusunan ini tidak dapat terlepas dari bantuan, arahan dan petunjuk dari semua pihak, untuk itu penulis pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih pada:

1. Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
2. Marhadi, S.T. M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari.
3. Drs. Guntar Marolop Saragih, M.Si selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Siti Umi Kalsum, S.T. M.Eng selaku Dosen Pembimbing II Proposal Tugas Akhir.
5. Suparyadi dan Siti Rokkayah selaku Kedua Orang tua dan keluarga yang memberikan do'a dan semangat yang berarti.
6. Seluruh teman-teman sealmameter dan semua pihak yang telah memberikan dukungan.

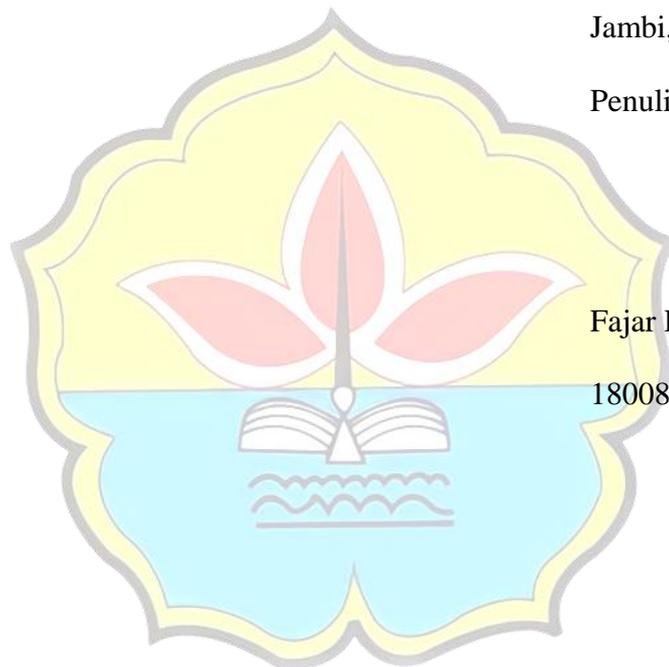
Semoga Allah SWT. Berkenan membalas kebaikan yang tulus dan ikhlas dari mereka. Laporan ini ditulis dan disusun dengan sebaik-baiknya, namun penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, maka penulis mengharapkan kritik yang bersifat membangun untuk perbaikan laporan ini kemudian hari. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, dan akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Jambi, Februari 2023

Penulis

Fajar Rama Dani

1800825201024



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

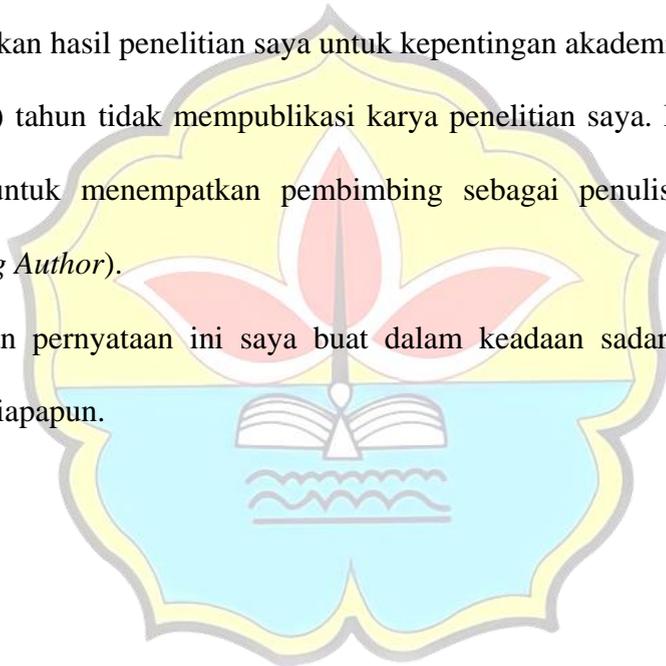
Nama : Fajar Rama Dami

NPM : 1800825201024

Judul : Analisis Kadmium Dan Nitrogen Total Air Lindi Menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomea Aquatica Forks*) Dengan Metode *Constructed Wetland* Sistem *Sirkulasi* (Studi Kasus: TPA *Controlled Landfill* Non Aktif)

Memberikan izin kepada pembimbing dan Univeritas Batanghari untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasi karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding Author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Jambi, Februari 2023

Penulis

Fajar Rama Dani

DAFTAR ISI

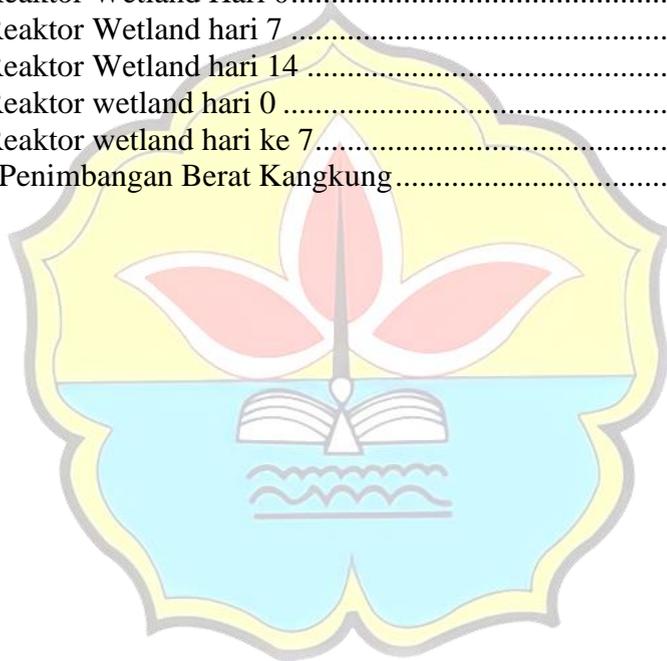
TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
ABSTRAK	vi
PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Sampah	6
2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)	7
2.2.1 Jenis-jenis Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)	7
2.3 Persyaratan Teknis Penutupan TPA	10
2.4 Air Lindi	12
2.5 Pengolahan Air Lindi	14
2.6 Kadmium (Cd) Dan N Total	17
2.6.1 Kadmium	17
2.6.2 N Total	18
2.7 Zeolit	20
2.8 Kangkung Air	21
2.9 <i>Constructed Wetland</i> (Lahan Basah Buatan)	23
2.10 Sistem <i>Sirkulasi</i>	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Jenis Penelitian	27
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	27
3.3 Teknik Pengambilan Data	27
3.3.1 Data Primer	27
3.3.2 Data Sekunder	27
3.4 Alat dan Bahan	28
3.4.1 Alat	28
3.4.2 Bahan	28
3.4.3 Pembuatan Alat	28
3.4.4 Aklimatisasi Tumbuhan	30
3.5 Variabel Penelitian	30

3.6 Teknik Pengambilan Data	30
3.7 Analisis Data	31
3.8 Alur Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Pra Penelitian.....	33
4.1.1 Pengujian Kualitas Lindi (<i>Leachate</i>) Sebelum Perlakuan	33
4.1.2 Aklimatisasi Kangkung Air (<i>Ipomea Aquatica</i>)	34
4.2 Penelitian Utama	37
4.4 Analisis Data	41
4.4.1 Penurunan Kadar N Total Dan Kadmium Tanpa Media Zeolit	41
4.4.2 Penurunan Kadar N Total Dan Kadmium Menggunakan Zeolit.....	41
4.4 Pembahasan.....	42
BAB V PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem <i>Open Dumping</i>	8
Gambar 2. 2 Sistem <i>Controlled Landfill</i>	9
Gambar 2. 3 Sistem <i>Sanitary Landfill</i>	10
Gambar 2. 4 Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i>).....	21
Gambar 2. 5 Tipe Aliran Lahan Basah Buatan	24
Gambar 3. 1 Desain Reaktor Wetland.....	29
Gambar 3. 2 Alur Penelitian.....	32
Gambar 4. 1 Pengambilan Sampel Lindi (<i>Leachate</i>).....	34
Gambar 4. 2 Pengambilan Kangkung Air di TPA	35
Gambar 4. 3 Aklimatisasi Hari 0.....	36
Gambar 4. 4 Aklimatisasi Hari 8 (Delapan).....	36
Gambar 4. 5 Reaktor Wetland Hari 0.....	39
Gambar 4. 6 Reaktor Wetland hari 7	39
Gambar 4. 7 Reaktor Wetland hari 14	39
Gambar 4. 8 Reaktor wetland hari 0	40
Gambar 4. 9 Reaktor wetland hari ke 7.....	40
Gambar 4. 10 Penimbangan Berat Kangkung.....	44



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Lindi	16
Tabel 4. 1 Hasil Uji Sebelum Perlakuan	34
Tabel 4. 2 Hasil Uji Sampling Setelah Perlakuan	37
Tabel 4. 3 Penimbangan berat kangkung Kangkung Air	38
Tabel 4. 4 Penimbangan berat kangkung Kangkung Air	39



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Pengelolaan sampah dimulai dari sumber sampah ke pemrosesan akhir. Tempat pemrosesan akhir di Kota Jambi berada di Talang Gulo dengan 2 metode. Metode yang lama yaitu metode *control landfill* dan yang baru metode *sanitary landfill*. TPA metode *control landfill* saat ini tidak digunakan lagi, sampah sampah masih produktif dan menghasilkan air lindi.

Air lindi yang tidak dikelola akan berdampak negatif bagi lingkungan yang menyebabkan pencemaran air tanah dan air permukaan secara langsung karena dalam lindi terdapat berbagai senyawa kimia organik dan nonorganik serta sejumlah panthogen. (Susanto dalam Resti, 2017).

Selain itu air lindi juga mengandung Kadmium dan Nitrogen Total yang relatif tinggi dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Kadmium merupakan logam yang sangat beracun dan bersifat karsinogenik serta dapat terakumulasi dalam organ tubuh manusia jika mengalami keracunan logam berat dapat menyebabkan gangguan perut, paru paru dan lain lain. Nitrogen Total adalah jumlah atau kadar keseluruhan nitrogen yang terdapat dalam limbah cair atau sampel, air permukaan dan lainnya. Didalam air limbah kebanyakan dari nitrogen itu pada dasarnya terdapat dalam bentuk organik atau nitrogen protein dan amoniak. Setingkat demi setingkat nitrogen organik itu dirobah menjadi nitrogen amoniak, dalam kondisi-kondisi aerobik, oksidasi dari amoniak menjadi nitrit dan nitrat terjadi sesuai waktunya Pengaruhnya pada kesehatan manusia, yaitu dapat menyebabkan iritasi

pada mata jika kandungan amoniak nitrat dan nitrit dalam air lebih besar dari 0 (nol) mg/l. (Soeparman, 2012).

Salah satu cara untuk menurunkan pencemar lindi adalah dengan memanfaatkan tumbuhan air. Seperti Haruna (2012), tentang tanaman kangkung air (*ipomea aquatic forsk*) yang banyak menyerap logam berat. terdapat pada akar, batang dan daun. tanaman kangkung melakukan lokalisasi unsur logam dengan menimbun pada bagian organ akar sebagai langkah antisipasi keracunan oleh unsur logam terhadap sel tumbuhan. Salah satu tanaman yang hiperakumulator terhadap logam berat. Kangkung termasuk dalam tumbuhan rizofiltrasi, yaitu tanaman yang menggunakan akar untuk menyerap, mendegradasi, dan mengakumulasi bahan pencemar, baik itu senyawa organik maupun anorganik, sehingga logam yang diserap oleh tanaman cenderung terakumulasi di akar. Selain itu zeolit juga dapat membantu untuk menurunkan pencemar lindi, Media zeolit mempunyai sifat-sifat seperti mampu menyerap unsur-unsur hara, meningkatkan proses nitrifikasi, mengandung unsur-unsur hara seperti Na, K, dan Ca, menjaga kelembaban dengan baik, tidak merusak akar serta mempunyai penampilan yang indah (Roni Palungkun dkk : 2002). Bahkan menurut Anna (2010), kangkung yang ditanam pada bekas abu gunung berapi (zeolit) dapat meningkatkan produksi sebesar 208,2

%. Hal itu terbukti bahwa tanaman yang ditempatkan pada media zeolit mempunyai pertumbuhan paling baik dan hasil berat basah tanaman paling bagus.

Selain media tanaman/tumbuhan air seperti kangkung air metode yang sering digunakan adalah *contructed wetland/kolam* buatan. *Constructed Wetland* merupakan pengolahan limbah cair buatan yang dirancang dan dibuat berupa

kolam atau saluran yang ditanami oleh tumbuhan tumbuhan air dan proses penjernihan limbah cair dilakukan secara biologis dengan bantuan mikroorganisme, proses fisika dan kimia, Keuntungan menggunakan *Contracted Watland* dapat menghemat biaya pengolahan dan perawatan lebih murah, mampu mengolah air limbah domestik dan industri dimana kualitas effluent yang dihasilkan terbukti baik dan sistem manajemen dan control yang mudah. dan ditambah dengan sistem Sirkulasi sangat berfungsi untuk membantu keseimbangan biologis dalam air, menjaga kestabilan suhu, membantu distribusi oksigen serta menjaga akumulasi atau mengumpulkan hasil metabolit beracun sehingga kadar atau daya racun dapat ditekan.

Berdasarkan permasalahan diatas maka perlu dilakukan percobaan/eksperimen penerapan metode *control landfill* menggunakan sistem *sirkulasi* dengan media tanaman kangkung air (*ipomea aquatic forsk*) untuk menurunkan polutan Kadmium dan Nitrogen Total pada air lindi TPA *control landfill* Talang Gulo Kota Jambi.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa kandungan Kadmium dan Nitrogen Total pada air lindi sebelum percobaan?
2. Berapa penurunan kadmium dan Nitrogen Total pada air lindi menggunakan media tanam kangkung air tanpa zeolit dengan metode *contracted wetland* sistem *sirkulasi*?

3. Berapa penurunan kadmium dan Nitrogen Total pada air lindi menggunakan media kangkung air menggunakan zeolit dengan metode *contracted wetland* sistem *sirkulasi*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kandungan Kadmium dan Nitrogeen Total pada air lindi;
2. Menganalisis efektifitas tanaman kangkung air dalam menurunkan kandungan kadmium dan Nitrogen Total pada air lindi tanpa zeolit dengan metode *contracted wetland* sistem *sirkulasi*;
3. kandungan kadmium dan Nitrogen Total pada air lindi menggunakan media tanam kangkung air tanpa zeolit;

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. dilakukan di TPA *Controll Landfill* Non Aktif Talang Gulo;
2. Reaktor yang digunakan *Contracted Watland* dengan sistem Sirkulasi;
3. Media tanam kangkung air dan zeolit;
4. Waktu kontak : 0, 7, 14 hari;
5. Pengaruh sampel pada saat tidak hujan. (Siang);
6. Berat Kangkung;

1.5. Sistematika Penulisan

Dalam menyusun laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I: Pendahuluan

Bab ini berisi kerangka dasar dari Laporan Tugas Akhir meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II: Tinjauan Pustaka

Pada bab ini membahas mengenai teori-teori yang dapat dijadikan landasan penelitian, teori yang bersumber dari artikel-artikel peneliti terdahulu

BAB III: Metode Penelitian

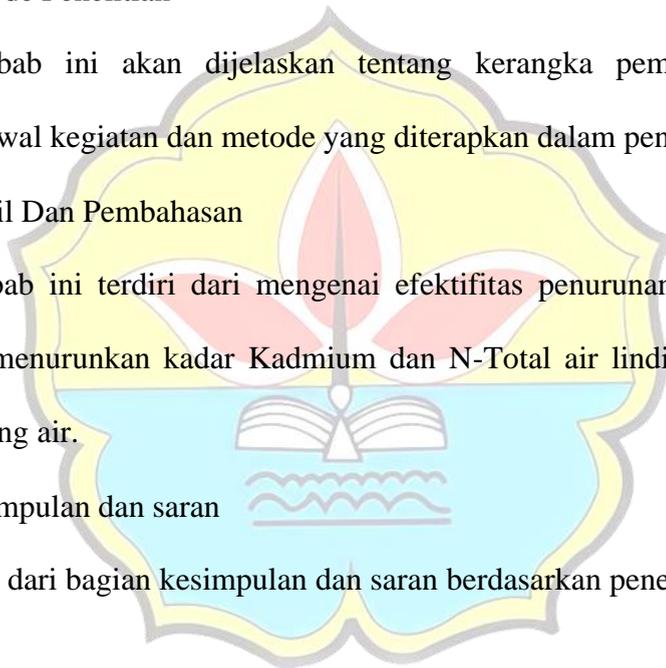
Pada bab ini akan dijelaskan tentang kerangka pemikiran, rencana penelitian, jadwal kegiatan dan metode yang diterapkan dalam penelitian.

BAB IV : Hasil Dan Pembahasan

Pada bab ini terdiri dari mengenai efektifitas penurunan kangkung dan zeolit dalam menurunkan kadar Kadmium dan N-Total air lindi dan memantau berat kangkung air.

BAB V : Kesimpulan dan saran

Terdiri dari bagian kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian yang telah dilakukan



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sampah

Sampah berdasarkan UU No.18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah yaitu, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat (pasal 1 ayat 1 UU No.18/2008). Sedangkan sampah spesifik adalah sampah yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau volumenya memerlukan pengelolaan khusus (pasal 2 ayat 1 UU No.18/2008). Sampah yang dikelola berdasarkan Undang-undang ini terdiri atas, Sampah rumah tangga, Sampah sejenis sampah rumah tangga, dan sampah spesifik.

Sampah rumah tangga sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a berasal dari kegiatan sehari-hari dalam rumah tangga, tidak termasuk tinja dan smpa spesifik. Sampah sejenis sampah rumah tangga sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b berasal dari kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas social, fasilitas umum, dan/atau fasilitas lainnya.

Sampah spesifik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c meliputi :

- a. Sampah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun;
- b. Sampah yang mengandung limbah bahan berbahaya dan beracun;
- c. Sampah yang timbul akibat bencana;
- d. Puing bongkaran bangunan;
- e. Sampah yang secara teknologi belum dapat diolah; dan/tau;
- f. Sampah yang timbul secara tidak periodik;

2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

TPA merupakan tempat dimana sampah diisolasi secara aman agar tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitarnya. Karenanya diperlukan penyediaan fasilitas dan perlakuan yang benar agar keamanan tersebut dapat dicapai dengan baik (Kementerian PU, 2014). Tempat pembuangan akhir atau TPA adalah suatu areal yang menampung sampah dari hasil pengangkutan dari TPS maupun langsung dari sumbernya (bak / tong sampah) dengan tujuan akan mengurangi permasalahan kapasitas / timbunan sampah yang ada dimasyarakat. TPA merupakan tempat dimana sampah diisolasi secara aman agar tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitarnya. Karenanya diperlukan penyediaan fasilitas dan perlakuan yang benar agar keamanan tersebut dapat dicapai dengan baik (Kementerian PU, 2014).

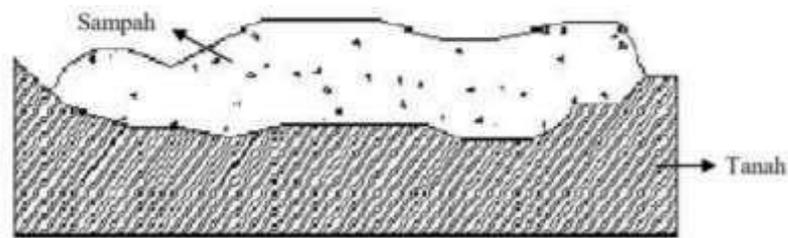
Tempat pembuangan akhir atau TPA adalah suatu areal yang menampung sampah dari hasil pengangkutan dari TPS maupun langsung dari sumbernya (bak / tong sampah) dengan tujuan akan mengurangi permasalahan kapasitas / timbunan sampah yang ada dimasyarakat.

2.2.1 Jenis-jenis Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Jenis TPA dibagi menjadi 5 jenis bagian, namun di Indonesia masih diterapkan 3 jenis seperti yang dijelaskan oleh Damanhuri dan Padmi (2018), berdasarkan tipe lahan urug terdapat 3 sistem pembuangan akhir sampah, yaitu:

1. *Open dumping*

Sistem open dumping merupakan sistem tertua yang dikenal manusia dalam pembuangan sampah, dimana sampah hanya dibuang/ditimbun di suatu tempat tanpa dilakukan penutupan dengan tanah.



Gambar 2. 1 Sistem *Open Dumping*

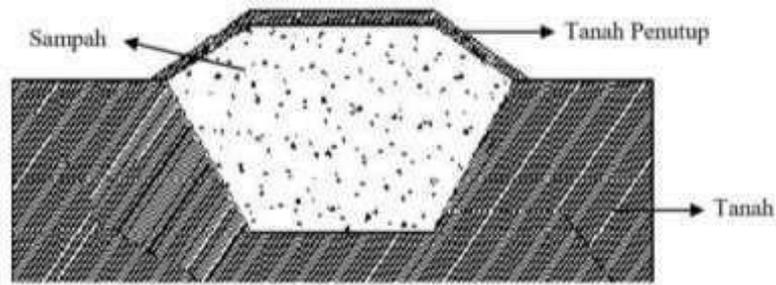
(Sumber: Damanhuri dan Padmi 2018)

Cara ini tidak direkomendasikan lagi menurut UU RI No 18 Tahun 2008 mengingat banyaknya potensi pencemaran lingkungan yang dapat ditimbulkannya seperti:

- a. Perkembangan vektor penyakit seperti lalat, tikus, dll.
- b. Polusi udara oleh bau dan gas yang dihasilkan.
- c. Polusi air akibat banyaknya lindi (cairan sampah) yang timbul.
- d. Estetika lingkungan yang buruk karena pemandangan yang kotor.

2. *Controlled landfill*

Pada sistem ini prinsip penimbunan sampah dilakukan dengan menutup timbulan sampah dengan tanah pada periode tertentu atau setelah timbulan sampah dianggap penuh.



Gambar 2. 2 Sistem *Controlled Landfill*

(Sumber: Damanhuri dan Padmi 2018)

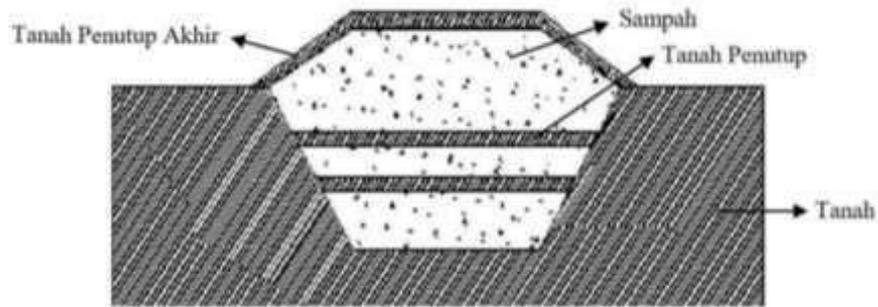
Metode ini merupakan peningkatan dari *open dumping* dimana secara periodik sampah yang telah tertimbun ditutup dengan lapisan tanah untuk mengurangi potensi gangguan lingkungan yang ditimbulkan. Dalam operasionalnya juga dilakukan perataan dan pemadatan sampah untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan dan kestabilan permukaan TPA. Metode *control landfill* dianjurkan untuk diterapkan dikota sedang dan kecil.

Untuk dapat melaksanakan metode ini diperlukan penyediaan beberapa fasilitas diantaranya:

- a. Saluran drainase untuk mengendalikan aliran air hujan.
- b. Saluran pengumpul lindi dan kolam penampungan.
- c. Pos pengendalian operasional.
- d. Fasilitas pengendalian gas metan.
- e. Alat berat

3. *Sanitary Landfill*

Pada sistem ini sampah ditutup dengan lapisan tanah pada setiap akhir hari operasi. Sistem ini merupakan yang paling dianjurkan untuk pengelolaan sampah akhir.



Gambar 2. 3 Sistem *Sanitary Landfill*

(Sumber: Damanhuri dan Padmi 2018)

Sanitary landfill adalah suatu sistem pengolahan sampah dengan mengandalkan areal tanah yang terbuka dan luas dengan membuat lubang bertempat sampah dimasukkan ke lubang tersebut kemudian ditimbun, dipadatkan, di atas timbunan sampah tersebut ditempatkan sampah lagi kemudian ditimbun kembali sampai beberapa lapisan yang terakhir di tutup tanah setebal 60 cm atau lebih.

Metode ini merupakan metode standar yang dipakai secara Internasional dimana penutupan sampah dilakukan setiap hari sehingga potensi gangguan yang timbul dapat diminimalkan. Namun demikian diperlukan penyediaan prasarana dan sarana yang cukup mahal bagi penerapan metode ini sehingga sampai saat ini baru dianjurkan untuk kota besar dan metropolitan.

2.3 Persyaratan Teknis Penutupan TPA.

Kondisi tempat pemrosesan akhir sampah di Indonesia umumnya masih menggunakan sistem *open dumping* atau pembuangan terbuka, yaitu cara pembuangan sederhana dimana sampah hanya dihamparkan pada suatu lokasi, dibiarkan terbuka tanpa pengamanan dan ditinggalkan setelah lokasi tersebut penuh. Sistem *open dumping* pada TPA seringkali menjadi salah satu penyebab

terjadinya pencemaran lingkungan. Fenomena kurangnya penanganan sampah di TPA ditunjukkan oleh minimnya sarana dan prasarana dan lemahnya pelaksanaan operasi serta pemeliharaan TPA. Mengacu pada Peraturan Pemerintah No 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 21 Tahun 2006 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengembangan Sistem Pengelolaan Persampahan dan Undang – Undang No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, secara tegas telah dinyatakan bahwa metode pemrosesan akhir sampah harus dilakukan secara *sanitary landfill* untuk kota besar / metropolitan dan *controlled landfill* untuk kota sedang / kecil. Dengan demikian maka TPA yang selama ini masih dioperasikan dengan metode *open dumping* harus dihentikan. Dan harus diambil tindakan terhadap TPA yang beroperasi dengan sistem open dumping, apakah TPA tersebut direncanakan akan ditutup secara permanen dan atau akan direvitalisasi sebagai lahan pengurangan sampah kembali. Untuk melaksanakan penutupan TPA permanen dan atau revitalisasi maka diperlukan pedoman teknis tata cara penutupan TPA.

Penutupan TPA permanen dapat dilakukan apabila TPA tersebut memenuhi kriteria sebagai berikut;

1. TPA telah penuh dan tidak mungkin diperluas.
2. Keberadaan TPA sudah tidak lagi sesuai dengan RTRW / RTRK suatu Kota / Kabupaten.
3. TPA telah menimbulkan masalah lingkungan sehingga rehabilitasi dilakukan untuk meminimalkan permasalahan lingkungan yang terjadi.

2.4 Air Lindi

Lindi (*leachate*) adalah cairan yang merembes melalui tumpukan sampah dengan membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi materi sampah (Damanhuri, 2010 dalam Fajar 2022). Lindi dapat meresap ke dalam tanah yang menyebabkan pencemaran tanah dan air tanah secara langsung karena dalam lindi terdapat berbagai senyawa kimia organik dan anorganik serta sejumlah pathogen (Susanto, 2004 dalam fajar 2022).

Air lindi adalah cairan dari sampah yang mengandung unsur-unsur terlarut dan tersuspensi (Ali, 2011 dalam fajar 2022). Sampah yang tertimbun di lokasi TPA (Tempat Pembuangan Akhir) mengandung zat organik, jika hujan turun akan menghasilkan air lindi dengan kandungan mineral dan zat organik tinggi, bila kondisi aliran air lindi di lokasi mengalir ke permukaan tanah dapat menimbulkan efek negatif bagi lingkungan sekitarnya termasuk bagi manusia.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usahadan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah, lindi adalah cairan yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi-materi terlarut, termasuk materi organik hasil proses dekomposisi secara biologi. Baku mutu air lindi adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam lindi yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari kegiatan TPA.

Menurut (Munawar Ali 2011 dalam fajar 2022), karakter air lindi sangat bervariasi tergantung dari proses-proses yang terjadi di dalam landfill, yang meliputi proses fisik, kimia dan biologis. Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses yang terjadi di landfill antara lain, jenis sampah, lokasi landfill, hidrogeologi, dan sistem pengoperasian, faktor tersebut sangat bervariasi pada suatu tempat pembuangan yang satu dengan yang lainnya, begitu pula aktivitas biologis serta proses yang terjadi pada timbunan sampah baik secara aerob maupun anaerob. Dengan adanya hal tersebut maka akan mempengaruhi pula produk yang dihasilkan akibat proses dekomposisi seperti kualitas dan kuantitas air lindi serta gas, sebagai contoh bila suatu TPS banyak menimbun sampah jenis organik, oleh karena itu karakter air lindi yang dihasilkan akan mengandung zat organik tinggi, yang disertai bau. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik air lindi, pada umumnya hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa parameter air lindi yaitu mengandung BOD, COD jauh lebih besar dari pada air buangan.

Air lindi yang berasal dari timbunan sampah yang masih bau, biasanya ditandai oleh kandungan asam lemak volatile dan rasio BOD dan COD yang tinggi, sementara air lindi dari timbunan sampah yang lama akan mengandung BOD, COD dan konsentrasi pencemar yang lebih rendah. Hal ini disebabkan karena dari timbunan sampah yang masih baru, biodegradasi umumnya berlangsung cepat yang ditandai dengan kenaikan produksi asam dan penurunan pH air lindi yang mengakibatkan kemampuan pelarutan bahan-bahan pada sampah oleh air menjadi tinggi. Perbandingan BOD dengan COD pada timbunan sampah yang masih baru

akan berkisar 0,4% sampai 0,8%, nilai akan lebih besar pada fase methanogenesis. Degradasi material sampah di landfill disebabkan karena proses biologi. Perubahan secara fisik dan kimiawi dan juga produksi air lindi dan produksi gas berhubungan langsung dengan aktivitas biologis di dalam landfill.

Menurut Ali (2011), ada 3 fase utama dari aktivitas biologis yang terjadi dan merupakan satu rangkaian yaitu :

1. Dekomposisi aerobik dengan menggunakan oksigen yang tersedia di dalam landfill.
2. Dekomposisi anaerobik oleh organisme anaerobik dan fakultatif, menghasilkan komponen yang lebih sederhana yang dapat larut.
3. Bakteri methanogenic mulai mengkonsumsi komponen yang lebih sederhana, menghasilkan metana dan CO₂.

Parameter air lindi dikelompokkan menjadi tiga yaitu parameter fisika, parameter kimia dan parameter mikrobiologi. Parameter fisika meliputi suhu dan TSS (Total Suspended Solid). Parameter kimia meliputi, pH, DO (Dissolved Oxygen), BOD, COD, amonia total, nitrat, sulfat, dan besi. Sedangkan parameter mikrobiologi untuk menilai kualitas perairan menggunakan bakteri koliform, fecal koliform, dan fecal streptococcus sebagai indikator.

2.5 Pengolahan Air Lindi

Pengelolaan lindi merupakan sebagian dari pengelolaan lahan-urug secara keseluruhan. Pada dasarnya keberhasilan penanganan lindi dimulai sejak suatu lahan dipilih, dan menerus sampai lahan itu ditutup karena penuh. Menurut Said, dkk (2015), pengolahan lindi sebagian besar TPA di Indonesia masih

menggunakan teknologi sistem kolam, yaitu menggunakan kolam penampung, kolam anaerobik, kolam aerobik, kolam stabilisasi, dan dilanjutkan dengan menggunakan wetland. Kelemahan teknologi tersebut adalah waktu tinggal yang relatif lama yakni antara 30 – 50 hari sehingga bangunan kolam membutuhkan lahan yang cukup luas. Selain itu hasil olahan lindi masih di atas baku mutu yang diijinkan untuk dibuang ke badan lingkungan.

Menurut Munawar (2011), berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengetahui karakteristik air lindi. Pada umumnya hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa parameter air lindi yaitu mengandung BOD, COD jauh lebih besar dari pada air buangan. Hal ini disebabkan karena dari timbunan sampah yang masih baru, biodegradasi umumnya berlangsung cepat yang ditandai dengan kenaikan produksi asam dan penurunan pH air lindi yang mengakibatkan kemampuan pelarutan bahan-bahan pada sampah oleh air menjadi tinggi. Kemungkinan tercemarnya air sangat besar terutama jika terjadi infiltrasi dari air limpasan dan limbah dari hasil kegiatan manusia.

Oleh karenanya, usaha penanganan masalah lindi dapat dikelompokkan dalam beberapa tahap yaitu:

- a. Pada tahapan pemilihan site;
- b. Pada tahapan perancangan dan penyiapan site;
- c. Selama masa pengoperasian;
- d. Selama jangka waktu tertentu setelah lahan-urug tidak digunakan lagi;

Pada dasarnya tanah asli dibawah TPA mempunyai kemampuan untuk mengadsorbsi dan mendegradasi pencemar, namun adanya lapisan liner tambahan

akan lebih menjamin hal tersebut diatas. Tanah lempung mempunyai kemampuan yang baik dalam menahan pencemar anorganik, misalnya logam - logam berat melalui mekanisme sorpsi. Penggunaan campuran tanah/ materi yang bersifat alkalin sebagai tanah penutup akan menaikkan pH lindi, sehingga proses dekomposisi akan lebih cepat, terutama guna mendorong konversi karbon organik ke pembentukan gas metana dan memungkinkan logam-logam tertentu menjadi terendapkan (Damanhuri, 2008 dalam Fajar 2022).

Berikut ini adalah baku mutu parameter air lindi menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Lindi

Parameter	Kadar Paling Tinggi	
	Nilai	Satuan
Ph	6 – 9	mg/L
BOD	150	mg/L
COD	300	mg/L
TSS	100	mg/L
N Total	60	mg/L
Merkuri	0,005	mg/L
Kadmium	0,1	mg/L

Sumber: Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia, 2016

Penelitian skala laboratorium terhadap kemungkinan keterolahan lindi antara lain mendapatkan hasil (Damanhuri, 2008 dalam Fajar 2022) sebagai berikut:

- a. Aerasi lindi selama 10-14 hari dapat menurunkan COD sampai 85%.
Kombinasi pengolahan lindi dengan COD diatas 10.000 mg/L melalui

simulasi kolam yang diaerasi yang dilanjutkan dengan karbon aktif menghasilkan penurunan COD sampai 90%;

- b. Timbunan sampah yang sudah menjadi kompos ternyata juga mampu menurunkan pencemar organik, simulasi laboratorium dengan nilai umpan COD sekitar 2.500 mg/L dan dioperasikan secara anaerobik menghasilkan penyisihan COD sampai 80%. Hal ini juga berkaitan dengan konsep resirkulasi lindi pada timbunan sampah;

Cara resirkulasi lindi sudah banyak diterapkan pengelolaan lindi. Ada dua keuntungan dari cara ini (Damanhuri,2008 dalam Fajar 2022), yaitu:

- a. Mempercepat proses evaporasi;
- b. Mereduksi cemaran organik lindi;

2.6 Kadmium (Cd) Dan NitrogenTotal

2.6.1 Kadmium

Bahan kimia ditemukan oleh seorang ahli berasal dari Jerman bernama Friedrich Stromeyer pada tahun 1817. Diberi nama kadmium diambil dari kata kadmos, pendiri kota Thebes di Yunani. Kimia ini memiliki nomor atom 48, masuk golongan II-B, memiliki titik [23.13, 31/8/2022] Reza Bagus: didih 765oC dan titik cair 320,9oC. Kadmium merupakan logam yang sangat penting dan banyak kegunaannya, khususnya untuk electroplating (pelapis elektrik) serta galvanisasi karena kadmium (Cd) memiliki keistimewaan non korosif. Zat ini adalah logam berwarna putih, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi serta menghasilkan kadmium oksida bila dipanaskan.

Kadmium adalah logam yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan manusia. Kadmium digunakan pada baterai, pigmen atau pewarna, pelapis dan plating, stabilizer untuk plastik, campuran logam, dan perangkat fotovoltaik. Di sisi lain, pajanan kadmium dapat menimbulkan efek merugikan bagi kesehatan manusia. Kadmium bersifat toksik, efek toksisitas akibat pajanan kadmium pada manusia meliputi kerusakan tubulus ginjal, kerusakan glomerulus, penurunan mineralisasi tulang, peningkatan risiko patah tulang, penurunan fungsi paru-paru, dan emfisema (ATSDR, 2012).

Sampah-sampah elektronik (electronic waste) atau biasa disingkat e-waste yang tercampur dengan sampah lainnya pada TPA akan menjadi penyumbang toksik khususnya toksik logam. Logam yang terkandung pada sampah elektronik seperti kabel, baterai dan lain sebagainya dapat membahayakan manusia. Pada pemulung yang memilah sampah dapat terkena langsung sedangkan pada masyarakat umum, salah satu potensi bahayanya dari air rembesan sampah, karena air tersebut berpotensi mengandung logam berat, salah satunya kadmium.

2.6.2 Nitrogen Total

Nitrogen Total adalah jumlah atau kadar keseluruhan nitrogen yang terdapat dalam limbah cair atau sampel, air permukaan dan lainnya. Analisis air limbah terhadap nitrogen total meliputi berbagai nitrogen yang berbeda-beda yaitu amoniak, nitrit dan nitrat. Hubungan yang timbul diantara berbagai bentuk campuran nitrogen dan perubahan-perubahan yang terjadi dalam alam pada umumnya digambarkan dengan “siklus nitrogen”. Didalam air limbah kebanyakan dari nitrogen itu pada dasarnya terdapat dalam bentuk organik atau nitrogen protein

dan amoniak. Setingkat demi setingkat nitrogen organik itu dirobah menjadi nitrogen amoniak, dalam kondisi-kondisi aerobik, oksidasi dari amoniak menjadi nitrit dan nitrat terjadi sesuai waktunya

1. Amoniak

Amoniak merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH_4 pada pH rendah. Amoniak dalam air buangan industri berasal dari oksidasi bahan-bahan organik oleh bakteri diubah menjadi CO_2 , H_2O , NH_3 . Amoniak dalam air limbah sering terbentuk karena adanya proses kimia secara alami (Ginting, 2007).

Pengaruh amoniak pada kesehatan manusia, yaitu dapat menyebabkan iritasi pada mata jika kandungan amoniak dalam air lebih besar dari 0 (nol) mg/l. (Soeparman, 2012).

2. Nitrit

Nitrit merupakan bentuk nitrogen yang hanya sebagian teroksidasi. Nitrit tidak ditemukan dalam air limbah yang segar, melainkan dalam limbah yang sudah basi atau lama. Nitrit tidak dapat bertahan lama dan merupakan keadaan sementara proses oksidasi antara amoniak dan nitrat. Nitrit bersumber dari bahan-bahan yang bersifat korosif dan banyak dipergunakan di pabrik-pabrik. Nitrit tidak tetap dan dapat berubah menjadi amoniak atau dioksidasi menjadi nitrat (Ginting, 2007).

Pengaruh nitrit pada kesehatan manusia yaitu, dapat menyebabkan methamoglobinemia dan efek racun kandungan nitrit dalam air lebih besar dari 0 (nol) mg/l. (Soeparman, 2001)

3. Nitrat

Ternyata nitrat juga dapat menjadi pupuk pada tanaman air. Bila terjadi hujan lebat, air akan membawa nitrat dari tanah masuk ke dalam aliran sungai, danau, dan waduk. Kemudian menuju lautan dalam kadar yang cukup tinggi. Hal ini akan merangsang tumbuhnya algae dan tanaman air lainnya. Kelimpahan unsur nutrisi nitrat ini dalam air disebut Euthrophication. Pengaruh negatif eutropikasi ini ialah terjadinya perubahan keseimbangan kehidupan antara tanaman air dan hewan air.

Pengaruh nitrat pada kesehatan manusia yaitu, dapat menyebabkan terjadinya methamoglobinemia pada bayi yang mengkonsumsi air dengan konsentrasi nitrat lebih dari 45 mg/l (Soeparman, 2001)

2.7 Zeolit

Pengertian Zeolit berasal dari kata “Zein“ (bahasa Yunani) yang berarti membuih dan “Lithos“ berarti Batu. Nama ini sesuai dengan sifat zeolit yang akan membuih bila dipanaskan pada suhu 100°C. Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal aluminosilikat terhidrasi, mengandung kation alkali atau alkali tanah.

Ion ion zeolit dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap secara reversibel. Jadi zeolit terdiri dari 3 komponen yaitu kation yang dipertukarkan, kerangka aluminosilikat, dan fase air. Ikatan ion Al-Si-O membentuk struktur kristal, sedangkan logam alkali merupakan sumber kation yang mudah dipertukarkan, bahwa penukar ion yang paling banyak digunakan adalah zeolit.

Media zeolit mempunyai sifat-sifat seperti mampu menyerap unsur-unsur hara, meningkatkan proses nitrifikasi, mengandung unsur-unsur hara seperti Na, K, dan Ca, menjaga kelembaban dengan baik, tidak merusak akar serta mempunyai penampilan yang indah (Roni Palungkun dkk : 2002). Bahkan menurut Anna (2010), kangkung yang ditanam pada bekas abu gunung berapi (zeolit) dapat meningkatkan produksi sebesar 208,2 %. Hal itu terbukti bahwa tanaman yang ditempatkan pada media zeolit mempunyai pertumbuhan paling baik dan hasil berat basah tanaman paling bagus.

2.8 Kangkung Air

Kangkung air (*Ipomoea aquatic Forssk*) memiliki daun panjang dengan ujung agak tumpul berwarna hijau kelam dan bunga berwarna kekuningan atau ungu. Bunga kangkung air berwarna putih kemerahan, ukuran batang dan daun lebih besar dibandingkan dengan daun kangkung darat, 5 batang berwarna hijau dan berbiji sedikit. Buah kangkung memiliki diameter 7 - 9 mm, halus, berwarna kecoklatan dan berisi 2 - 4 biji (Maryam, 2009).



Gambar 2. 4 Kangkung Air (*Ipomea aquatica*)

Kangkung air (*Ipomoea aquatica forssk*) termasuk tumbuhan yang mampu melakukan adaptasi dengan baik pada kondisi lingkungan dengan kisaran toleransi yang luas terhadap berbagai cekaman (Wang et al., 2008). Pengaruh yang dapat ditimbulkan akibat pencemaran logam kadmium dalam media pertumbuhan tumbuhan antara lain menurunkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman, hingga kematian pada tanaman. Berkurangnya produksi biomassa tersebut berkaitan dengan berkurangnya laju fotointesis, yang disebabkan karena terhambatnya proses sintesis klorofil (Kholidiyah, 2010).

Menurut Yang, dkk (2012) dan Chen, dkk (2010) dalam Zhang (2014), tanaman ini sangat banyak dikonsumsi oleh masyarakat dibandingkan dengan tumbuhan air lainnya, kangkung juga dapat digunakan untuk menyerap logam berat, zat pencemar organik, fitoekstraksi kadmium (Wang, dkk, 2008 dalam Zhang 2014)

Menurut Haruna (2012), menyatakan bahwa tanaman kangkung yang banyak menyerap logam berat terdapat pada akar, kemudian pada batang dan setelah itu pada daun. Hal ini disebabkan karena, tanaman kangkung melakukan lokalisasi unsur logam dengan menimbun pada bagian organ akar sebagai langkahantisipasi keracunan oleh unsur logam terhadap sel tumbuhan. Salah satu tanaman yang hiperakumulator terhadap logam berat adalah kangkung air (*Ipomoea aquatica forssk*). Penelitian Paramita (2012) menunjukkan bahwa terdapat pengaruh konsentrasi dan waktu detensi terhadap kemampuan akar kangkung air dalam menyerap logam berat Pb. Konsentrasi dan waktu detensi terbaik untuk penyerapan

logam berat Pb pada akar tanaman ialah 10 ppm dan waktu detensi 30 hari, kadar Pb yang diserap sebesar 10,69 ppm.

2.9 *Constructed Wetland* (Lahan Basah Buatan)

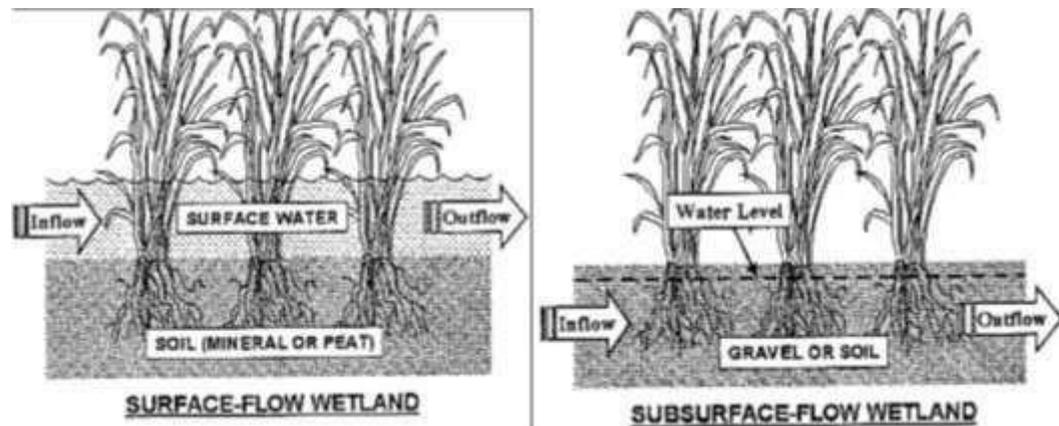
Constructed Wetland merupakan pengolahan limbah cair buatan yang dirancang dan dibuat berupa kolam atau saluran yang ditanami oleh tumbuhan tumbuhan air dan proses penjernihan limbah cair dilakukan secara biologis dengan bantuan mikroorganisme, proses fisika dan kimia. Instalasi ini dibuat seperti proses penjernihan limbah cair secara alami dengan lingkungan yang dapat dikendalikan. Dibandingkan dengan instalasi pengolahan limbah cair secara alami, instalasi pengolahan limbah cair buatan ini memiliki kelebihan yaitu lokasi dapat dipilih sesuai dengan ukuran, pola aliran serta waktu tinggal yang diinginkan (Kurniadie dalam Nikho, 2020).

Seiring dengan perkembangan ilmu dan penelitian, *Constructed Wetland* tersebut disempurnakan menjadi sistem yang termasuk pengolahan secara alami, dimana terjadi aktivitas pengolahan seperti sedimentasi, filtrasi, transfer gas, adsorpsi, pengolahan kimiawi dan biologis (aktivitas mikroorganisme dalam tanah) (Suprihatin, 2014).

Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*) Sistem pengolahan yang direncanakan, seperti kedalaman media, jenis tanaman dan debit air limbah sehingga kualitas air limbah yang keluar dari sistem tersebut dapat dikendalikan sesuai dengan perencanaan yang telah ditetapkan. Pada saat ini terdapat 2 jenis *Constructed Wetland* yang dikembangkan yaitu sistem aliran permukaan (*Free*

Water Surface Flow Constructed Wetland) dan aliran bawah permukaan (*Sub-Surface Flow Constructed Wetland*) (Leddy dalam Suprihatin, 2014).

Perbedaan sistem aliran dari kedua sistem Lahan Basah dapat dilihat secara rinci pada Gambar 2.5 berikut ini :



Gambar 2. 5 Tipe Aliran Lahan Basah Buatan

Sedangkan klasifikasi *Constructed Wetlands* berdasarkan jenis tanaman yang digunakan, terbagi menjadi 3 (tiga) kelompok :

1. Sistem tanaman air mengambang (*Floating Aquatic Plant System*) pada lahan basah buatan yang menggunakan tanaman makrophyta mengambang;
2. Sistem lahan basa buatan tipe aliran permukaan (*Surface Flow Wetlands*) umumnya menggunakan tanaman makrophyta dalam air (*Submerged*);
3. Sistem lahan basah buatan tipe aliran bawah permukaan (*Subsurface Flow Wetlands*) umumnya menggunakan tanaman makrophyta yang akarnya tenggelam (*amphibiuous plants*) (Suprihatin, 2014);

Beberapa alasan pengolahan air limbah dengan sistem *wetland* lebih dianjurkan karena sebagai berikut (Suprihatin, 2014):

1. Dapat mengolah sebagian limbah industri termasuk logam berat, limbah domestik dan pertanian;
2. Keberhasilan tingkat penurunan konsentrasi zat pencemar (80 %);
3. Biaya perencanaan yang tidak mahal, pengoperasian yang sederhana dan pemeliharaan murah;

Keberhasilan proses pengolahan air limbah dengan menggunakan sistem wetland ini dapat dipengaruhi oleh media yang digunakan dalam proses pengolahan air limbah pada *constructed wetland*. Media yang digunakan pada reaktor lahan basah aliran permukaan (*SF-Wetlands*) dan aliran bawah permukaan (*SSF-Wetland*) umumnya terdiri dari pasir, tanah, dan batuan atau bahan-bahan lainnya. Waktu detensi air limbah sangat berpengaruh terhadap tingkat permeabilitas media, dimana waktu detensi yang cukup akan memberikan oksigen yang dikeluarkan tanaman serta kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah (Suprihatin, 2014).

2.10 Sistem Sirkulasi

Sirkulasi adalah istilah yang berasal dari bahasa latin *circulation* dan mengacu pada tindakan melingkar atau relative terhadap lingkaran atau yang tampaknya tidak memiliki akhir, karena berasal pada titik yang sama dimana ia dimulai. Sistem *sirkulasi* merupakan sistem yang memanfaatkan ulang air yang telah digunakan dengan meresirkulasinya kembali.

Aliran air dibutuhkan untuk pertumbuhan biota air. Untuk ekosistem air buatan seperti akuarium dibutuhkan sirkulasi air. *Sirkulasi* air akan membuat air terus mengalir. Aliran air disebabkan karena adanya perbedaan tinggi, dari elevasi

tinggi kerendah atau sebaliknya. Namun untuk mengalirkan air dari elevasi rendah ke tinggi akan membutuhkan sebuah alat untuk mendorong air yaitu pompa air.

Sirkulasi air sangat penting untuk ekosistem air bumi juga di akuarium dan kolam. Untuk kebanyakan sistem, pola aliran yang baik adalah air yang bergerak lembut atau tidak bergerak cukup cepat. Aliran air dapat membantu terjadinya pertukaran gas. Aliran air dapat bergerak dari bawah tangka atau kolam menuju ke atas (*up flow*) atau sebaliknya (Wood, 2015).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini eksperimen menggunakan kangkung air (*iopomea aquatica forssk*) dengan menggunakan sampel air lindi dari TPA Talang Gulo *Controlled Landfill* non aktif Kota Jambi. Dengan mengetahui kandungan pencemar logam berat kadmium dan Nitrogen Total pada kandungan air lindi.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan sampel air lindi dilaksanakan di TPA *Controlled Landfil* non aktif Talang Gulo Kota Jambi yang berlokasi di Jalan Lingkar Selatan No.999, Kenali Asam Bawah, Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi, Provinsi Jambi kode pos 36361. Waktu penelitian dilakukan selama 2 bulan.

3.3 Teknik Pengambilan Data

Teknik pengumpulan data yang dibutuhkan baik data primer maupun data sekunder.

3.3.1 Data Primer

Data primer diperoleh dengan melakukan pengujian parameter Kadmium dan Nitrogen Total air lindi TPA di laboratorium Jambi Lestari Internasional.

3.3.2 Data Sekunder

Data yang didapat peneliti melalui pengkajian teori yang dilakukan dari berbagai sumber: jurnal, artikel yang dapat dari website yang erat kaitannya dengan TPA, air lindi TPA, dan kangkung air.

3.4 Alat dan Bahan

Persiapan pengambilan dan penurunan air lindi dalam penelitian ini dibutuhkan alat dan bahan yang dibutuhkan sebagai berikut :

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Reaktor *wetland*
2. Kran Air
3. Ember Penampung
4. Pipa
5. Pompa
6. Meja

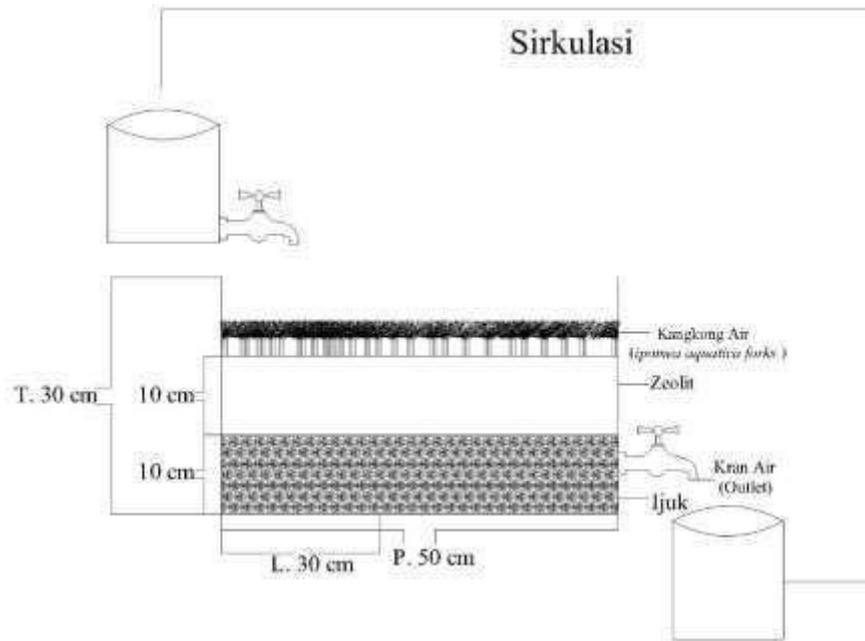
3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

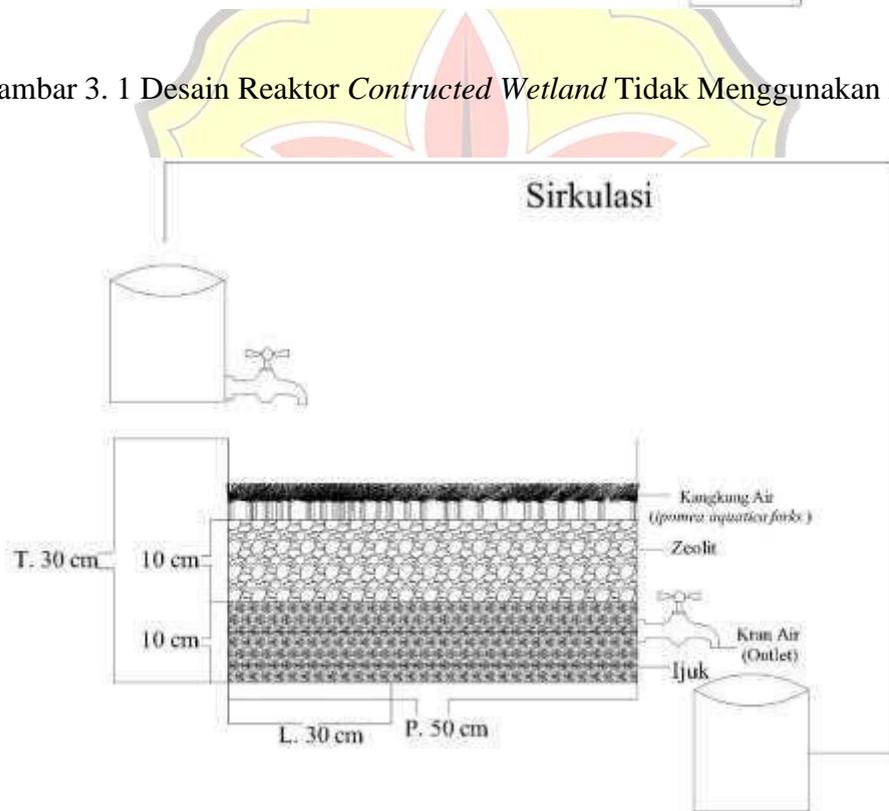
1. Air Lindi (*Leacheate*)
2. Tumbuhan Kangkung Air
3. Batu zeolit

3.4.3 Pembuatan Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Reaktor *constructed wetland*. Reaktor yang digunakan jenis aliran bawah permukaan dengan kran diletakkan di bawah sebagai outlet. Reaktor diisi tanah yang diambil dari parit aliran lindi. Kemudian reaktor ditanami Kangkung Air. Aliran yang digunakan pada reaktor adalah aliran *sirkulasi*.



Gambar 3. 1 Desain Reaktor *Contracted Wetland* Tidak Menggunakan Zeolit



Gambar 3. 2 Desain Reaktor *Contracted Wetland* Menggunakan zeolit

3.4.4 Aklimatisasi Tumbuhan

Aklimatisasi tanaman ini dilakukan selama 7 hari. Penelitian ini dilakukan secara sirkulasi dimana air lindi dimasukkan kemudian didiamkan sampai waktu detensi yang diinginkan kemudian dikeluarkan. Waktu detensi yang digunakan adalah 7 sampai 14 hari. Sampel air limbah diambil di outlet, untuk diperiksa kandungan Kadmium dan Nitrogen Total.

3.5 Variabel Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan percobaan dengan mengambil sampel air lindi dari TPA Talang Gulo *Controlled Landfill* non aktif. Dengan mengetahui kandungan Kadmium Dan Nitrogen Total pada air lindi. Variabel bebas yang di analisis adalah:

1. Berat kangkung
2. Waktu Kontak

3.6 Teknik Pengambilan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui percobaan. Dengan langkah sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan penelitian, peneliti melakukan pra uji penelitian kandungan parameter Kadmium dan Nitrogen Total air lindi
2. Membuat reaktor *contracted wetland*.
3. Mengalirkan air lindi ke reaktor *contracted wetland*
4. Menganalisis parameter air lindi Kadmium dan Nitrogen Total dari air lindi yang telah mengalir melewati akar tanaman kangkung air.

5. Analisis data yang dilakukan untuk hasil penelitian adalah dengan mendata perubahan parameter air lindi sesuai baku mutu yang berlaku.

3.7 Analisis Data

Tahap analisa data yaitu menganalisis semua hasil penelitian mengenai Analisis Kadmium dan Nitrogen Total Pada Air Lindi (*Leachate*) Menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomea Aquatica Forks*) Dengan Metode *Contracted Wetland* Sistem *Sirkulasi*. Data parameter Kadmium, dan Nitrogen Total kemudian di analisa dengan metode deskriptif.

Analisa deskriptif digunakan untuk menjelaskan mengenai kemampuan kangkung air (*Ipomea Aquatica Forks*) dalam mengurangi kadar Kadmium, dan Nitrogen Total terhadap variasi jumlah tanaman yang digunakan dan lamanya waktu tinggal.

Analisa deskriptif menggunakan gambar dan grafik untuk mempermudah dalam pemabahasan. Untuk mengetahui presentasi penurunan konsentrasi Kadmium dan Nitrogen Total dengan menggunakan rumus:

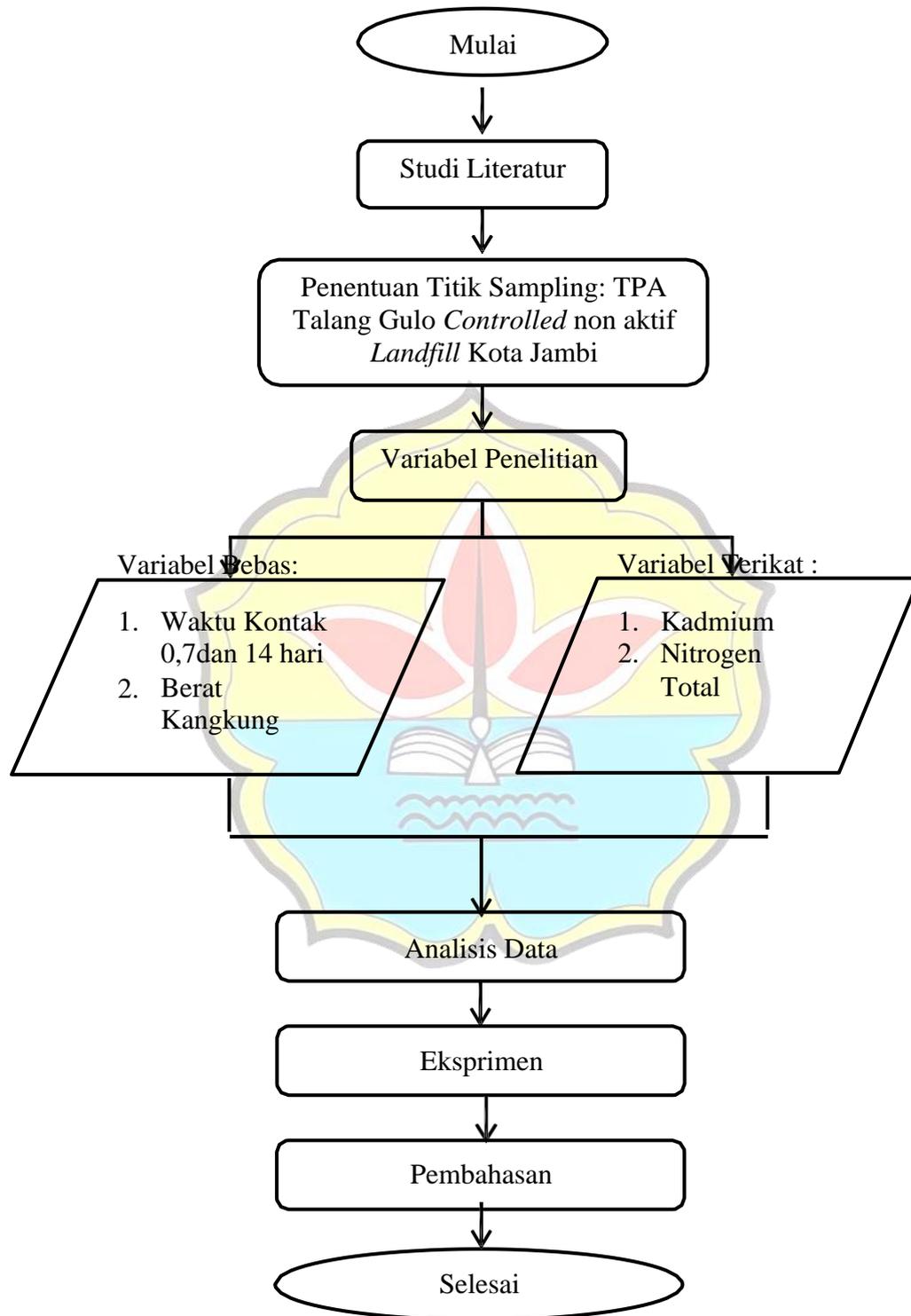
$$\text{Efisiensi (Ef)} = \frac{(C_o - C_t)}{C_o} \times 100\% \dots\dots\dots (\text{Nurfita,2017})$$

Keterangan : Ef = efisiensi kangkung air

Co = Konsentrasi Awal Sampel

Ct = Konsentrasi Akhir Sampel

3.8 Alur Penelitian



Gambar 3. 3 Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pra Penelitian

TPA Talang Gulo Kota Jambi *Controlled Landfill* sekarang sudah tidak beroperasi dikarenakan sudah ada TPA dengan sistem *sanitary landfill*. Dengan tidak beroperasinya TPA Talang Gulo *Controlled Landfill*, Lindi (*leachate*) di TPA tersebut masih mengalir dan tidak dilakukan pengolahan.

4.1.1 Pengujian Kualitas Lindi (*Leachate*) Sebelum Perlakuan

Sebelum dilakukan penelitian utama penurunan kadar Nitrogen Total dan Kadmium air lindi, peneliti melakukan pengambilan dan pengujian awal sampel air lindi. Pengambilan sampel dilakukan di saluran TPA Talang Gulo *Controlled Landfill* non aktif dengan jarak dari landfill ke titik sampel 5 meter. Parameter yang diuji N Total dan Kadmium, baku mutu lindi yang digunakan adalah Permen LHK Nomor 59 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah. Hasil uji sampel lindi awal menunjukkan bahwa satu parameter N total melebihi nilai baku mutu sedangkan Kadmium dibawah baku mutu. Hasil uji disajikan pada tabel 4.1. Pengambilan sampel lindi di saluran sekitar *landfill* disajikan pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pengambilan Sampel Lindi (*Leachate*)

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Jambi Lestari Internasional.

Berikut hasil uji pada Tabel 4:1:

Tabel 4. 1 Hasil Uji Sebelum Perlakuan

No	Parameter	Hasil Uji	Baku Mutu Permen LHK No 59 Tahun 2016
1	N Total	96,79	60
2	Kadmium	0,0008	0,8

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2022

4.1.2 Aklimatisasi Kangkung Air (*Ipomea Aquatica*)

Fungsi aklimatisasi agar kangkung dapat beradaptasi sebelum dimasukkan ke dalam reaktor uji. Aklimatisasi dilakukan selama 8 hari.

Peneliti melakukan pengambilan kangkung air di TPA Talang Gulo *Sanitary Landfill* Kota Jambi. Kangkung yang diambil termasuk kangkung liar. Berikut foto peneliti mengambil kangkung :



Gambar 4. 2 Pengambilan Kangkung Air di TPA

Sumber: Dokumentasi Penulis

Setelah kangkung diambil, kangkung tersebut di tanam di reaktor *wetland* untuk di aklimatisasi selama 8 hari. Berikut dokumentasi dibawah ini aklimatisasi pada hari 0.



Gambar 4. 3 Aklimatisasi Hari 0

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

Menurut Nazarudin (2013), kangkung dapat tumbuh hampir di semua tempat di daerah tropis, mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 2000 dpl terutama lahan yang terbuka (sinar matahari jatuh langsung). Dokumentasi kangkung air aklimatisasi kangkung air pada hari kedelapan disajikan pada gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Aklimatisasi Hari 8 (Delapan)

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2022

4.2 Penelitian Utama

Setelah tahap aklimatisasi selesai, reaktor *wetland* di isi air lindi sebanyak 15 liter dengan waktu kontak dari 0, 7, sampai 14. Selain waktu kontak juga dilakukan pengamatan berat kangkung air. Berikut dibawah ini hasil uji air lindi dengan perlakuan selama 14 hari.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Sampling Setelah Perlakuan

Parameter	Hasil Uji Sebelum Perlakuan (mg/l)	Hasil Uji Perlakuan 7 Hari (mg/l)	Hasil Uji Perlakuan 14 Hari (mg/l)	Baku Mutu Permen LHK No 59 Tahun 2016
1 N-Total Tanpa Zeolit	96,79	122,06	477,82	60
2 N-Total Menggunakan Zeolit	96,79	37,43	-	60
3 Kadmium Tanpa Zeolit	0,0008	0,0008	0,0008	0,1
4 Kadmium Menggunakan Zeolit	0,0008	0,0008	-	0,1

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Pemngamatan berat kangkung air tanpa menggunakan zeolit dan menggunakan zeolit dihitung dari hari 0 sampai hari 14, dimana pada hari ke 7 dan ke 14 di lakukan uji lab. Berikut foto-foto pemantauan berat kangkung. Berikut dibawah ini pemantauan penimbangan berat kangkung air.

1. Pemantauan penimbangan berat batang kangkung air tanpa media zeolit.

Berikut dibawah ini tabel penimbangan berat kangkung air tanpa media zeolit.

Tabel 4. 3 Penimbangan berat kangkung Kangkung Air

Hari	Berat batang kangkung
0	468 g
3	438 g
7	302 g
10	258 g
14	246 g

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Dari tabel 4.3 dan penimbangan berat kangkung air diatas dapat dilihat bahwa terjadi penglayuan dan penurunan berat kangkung per tiap penimbangan kangkung. penurunan berat kangkung paling signifikan terjadi pada hari ke 3 sampai hari ke 7 dikarenakan memang penelitian ini dilakukan didalam rumah yang dimana kurangnya pencahayaan sinar matahari sehingga kangkung tidak bisa terkena sinar matahari langsung dan bahwasanya tumbuhan memerlukan sinar matahari untuk menjalani fotosintesis karena fotosintesis merupakan proses pembuatan makanan yang terjadi pada tumbuhan hijau dengan bantuan sinar matahari dan enzim enzim. Berikut ini foto reaktor kangkung air pada hari 0, hari 7, dan hari 14.



Gambar 4. 5 Reaktor Wetland Hari 0



Gambar 4. 6 Reaktor Wetland hari 7



Gambar 4. 7 Reaktor Wetland hari 14

Sumber: Hasil Peneltian, 2022

Sumber: Hasil Peneltian, 2022

2. Pemantauan penimbangan berat batang kangkung air menggunakan zeolit.

Berikut dibawah ini tabel penimbangan berat kangkung air tanpa media zeolite.

Tabel 4. 4 Penimbangan berat kangkung Kangkung Air

Hari	Berat batang kangkung
0	459 g
3	409 g
7	368 g

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

Dari tabel 4.5 diatas Dapat dilihat bahwa terjadi penglayuan dan penurunan berat kangkung per tiap penimbangan kangkung pada hari ke 3 sampai hari ke 7 namun dengan tambahan batu zeolit kangkung tidak semata mata mati dan ada

beberapa batang kangkung dan daun yang masih hidup dan segar karena Air lindi yang mengandung larutan pekat dan berwarna gelap akan mengurangi penetrasi sinar matahari kedalam air.

Media zeolit mempunyai sifat-sifat seperti mampu menyerap unsur-unsur hara, meningkatkan proses nitrifikasi, mengandung unsur-unsur hara seperti Na, K, dan Ca, menjaga kelembaban dengan baik, tidak merusak akar serta mempunyai penampilan yang indah (Roni Palungkun dkk: 2002). Bahkan menurut Anna (1996), kangkung yang ditanam pada bekas abu gunung berapi (zeolit) dapat meningkatkan produksi sebesar 208,2 %. Hal itu terbukti bahwa tanaman yang ditempatkan pada media zeolit mempunyai pertumbuhan paling baik dan hasil berat basah tanaman paling bagus.

Berikut ini foto reaktor kangkung air pada hari 0, dan 7.



Gambar 4. 8 Reaktor wetland hari 0

Sumber: Hasil Penelitian, 2022



Gambar 4. 9 Reaktor wetland hari ke 7

Sumber: Hasil Penelitian, 2022

4.4 Analisis Data

4.4.1 Penurunan Kadar Nitrogen Total Dan Kadmium Tanpa Media Zeolit

1. Waktu Tinggal 7 Hari dan 14 hari parameter Nitrogen total.

Pada hasil pra uji dengan hasil uji hari ke 7 mengalami kenaikan kadar Nitrogen Total sebesar 122,06 dan pada hasil uji hari 14 mengalami kenaikan lebih besar dari hasil uji pada hari 7 sebesar 477,82 kenaikan hasil uji disebabkan karena tanaman kangkung yang terlebih dahulu layu dan mati yang menyebabkan tanaman kangkung tidak dapat menyerap kandungan kadar Nitrogen Total dan Nitrogen yang ada di tanaman kangkung ikut tercampur dengan nitrogen yang sudah ada pada air lindi.

2. Waktu Tinggal 7 Hari dan 14 Hari parameter Kadmium.

Pada hasil pra uji dengan hasil uji hari ke 7 dan hasil uji hari 14 parameter Kadmium tidak mengalami kenaikan dan penurunan dengan nilai uji sebesar 0,0008. didapatkan hasil tetap dikarenakan logam berat tidak terdeteksi (*Under Limit*) tidak terdeteksi artinya hasil pengukuran di bawah deteksi limit alat karena konsentrasinya terlalu kecil.

4.4.2 Penurunan Kadar Nitrogen Total Dan Kadmium Menggunakan Zeolit

1. Waktu Tinggal 7 Hari Nitrogen Total

Dengan penambahan media zeolit ternyata dapat merubah hasil uji

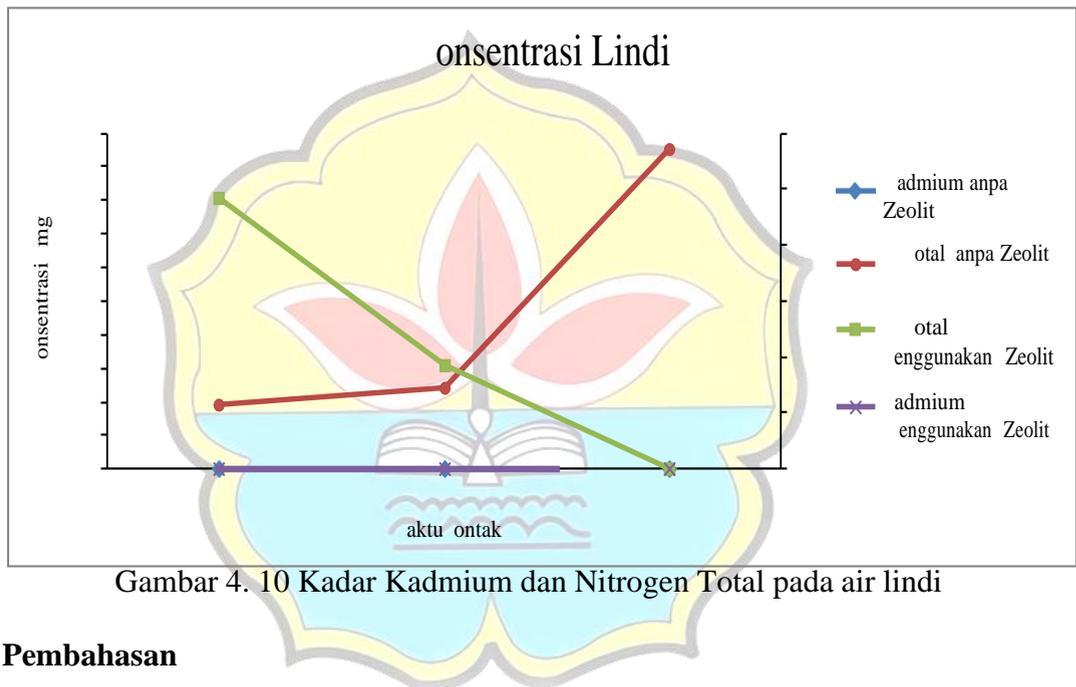
dari naik menjadi turun sebesar

$$\text{Efektivitas} = \frac{96,79 - 37,43}{96,79} \times 100\%$$

$$= 61\%$$

2. Waktu Tinggal 7 Hari Kadmium

Dengan tambahan media zeolit juga tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar Kadmium dimana hasil uji tetap berada pada nilai 0,0008 didapatkan hasil tetap dikarenakan logam berat tidak terdeteksi (*Under Limit*) tidak terdeteksi artinya hasil pengukuran di bawah deteksi limit alat karena konsentrasinya terlalu kecil.



Gambar 4. 10 Kadar Kadmium dan Nitrogen Total pada air lindi

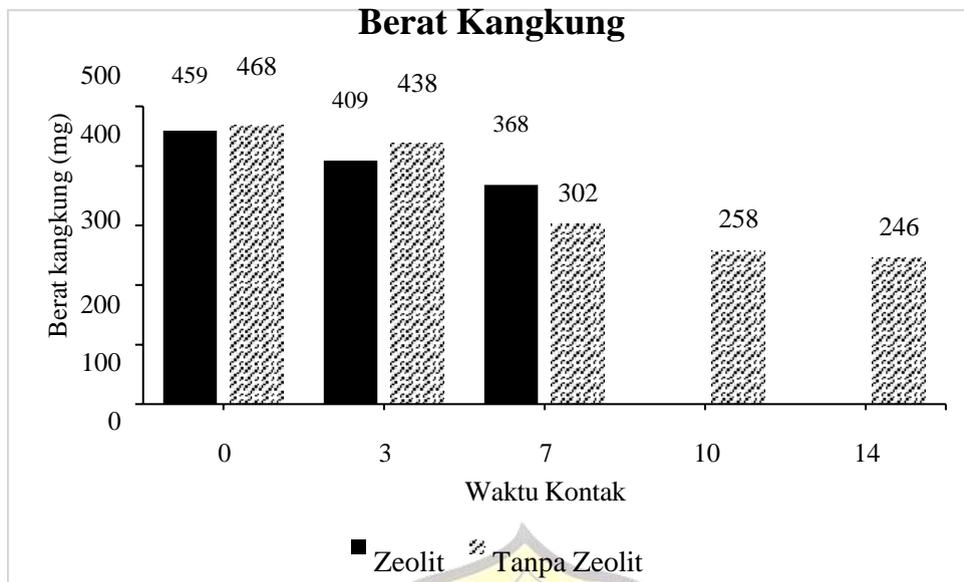
4.5 Pembahasan

Penimbangan berat kangkung dapat dilihat pada tabel 4.4, Berat kangkung selalu mengalami penurunan pada setiap penimbangan dikarenakan tanaman kangkung yang semakin hari semakin layu dan mati karena akibat kangkung yang tidak terkena sinar matahari yang menyebabkan kangkung tidak dapat berfotosintesis. Dan pada penimbangan berat kangkung menggunakan media zeolit dapat dilihat pada tabel 4.5, Berat kangkung juga mengalami penurunan pada setiap penimbangannya namun dengan adanya zeolit dan pengaruh cahaya matahari

tanaman kangkung tidak semuanya mengalami penglayuan dan kematian. Tanaman kangkung yang mengalami penglayuan dan mati disebabkan air lindi yang mengandung larutan pekat dan berwarna gelap akan mengurangi penetrasi sinar matahari ke dalam air.

Dari analisis data *Constructed Wetland* sistem *sirkulasi* dengan menggunakan tanaman Kangkung Air (*ipomoea aquatica*) tanpa penambahan zeolite Pada hasil pra uji dengan hasil uji hari ke 7 mengalami kenaikan kadar N Total sebesar 122,06 dan pada hasil uji hari 14 mengalami kenaikan lebih besar dari hasil uji pada hari 7 sebesar 477,82 kenaikan hasil uji disebabkan karena tanaman kangkung yang terlebih dahulu layu dan mati yang menyebabkan tanaman kangkung tidak dapat menyerap kandungan kadar N Total dan Nitrogen yang ada di tanaman kangkung ikut tercampur dengan nitrogen yang sudah ada pada air lindi. Dan untuk parameter Kadmium pada hasil pra uji dengan hasil uji hari ke 7 dan hasil uji hari 14 parameter Kadmium tidak mengalami kenaikan dan penurunan dengan nilai uji sebesar 0,0008. didapatkan hasil tetap dikarenakan logam berat tidak terdeteksi (*Under Limit*) tidak terdeteksi artinya hasil pengukuran di bawah deteksi limit alat karena konsentrasinya terlalu kecil.

Dan penurunan kadar N-Total dan Kadmium menggunakan zeolit dapat menurunkan kadar N Total sebesar 61%, dan kadar Kadmium tidak mengalami penurunan dan kenaikan dikarenakan nilai konsentrasi zat Kadmium sudah sangat kecil. Hasil yang didapatkan sudah sesuai Baku Mutu Permen LHK No 59 Tahun 2016.



Gambar 4. 11 Penimbangan Berat Kangkung

Eksprimen menggunakan zeolit hanya dilakukan uji sampling 7 hari dikarenakan pada hari ke 7 hasil yang menunjukkan penambahan media zeolit membantu dalam menurunkan polutan lindi. Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal aluminosilikat terhidrasi, mengandung kation alkali atau alkali tanah. Media zeolit mempunyai sifat-sifat seperti mampu menyerap unsur-unsur hara, meningkatkan proses nitrifikasi, mengandung unsur-unsur hara seperti Na, K, dan Ca, menjaga kelembaban dengan baik, tidak merusak akar serta mempunyai penampilan yang indah (Roni Palungun dkk : 2002). Bahkan menurut Anna (2010), kangkung yang ditanam pada bekas abu gunung berapi (zeolit) dapat meningkatkan produksi sebesar 208,2 %. Hal itu terbukti bahwa tanaman yang ditempatkan pada media zeolit mempunyai pertumbuhan paling baik dan hasil berat basah tanaman paling bagus.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Sebelum dilakukan percobaan penelitian didapatkan hasil untuk kandungan Kadmium sebesar 0,008 dan N-Total sebesar 96,79
2. *Constructed Wetland* sistem *sirkulasi* dengan tanaman kangkung air (*ipomoea aquatica*) tanpa zeolit didapatkan hasil untuk Kadmium sebesar 0,0008 dan N-Total 122,06 pada hari ke tujuh dan pada hari ke empat belas didapatkan hasil Kadmium 0,0008 dan Nitrogen Total naik menjadi 477,83.
3. *Constructed Wetland* sistem *sirkulasi* dengan tanaman kangkung air (*ipomoea aquatica*) dengan penambahan zeolit dapat menurunkan kadar N Total sebesar 61%. Lalu untuk kadar Kadmium tidak mengalami kenaikan dan penurunan dengan kadar 0,0008.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah :

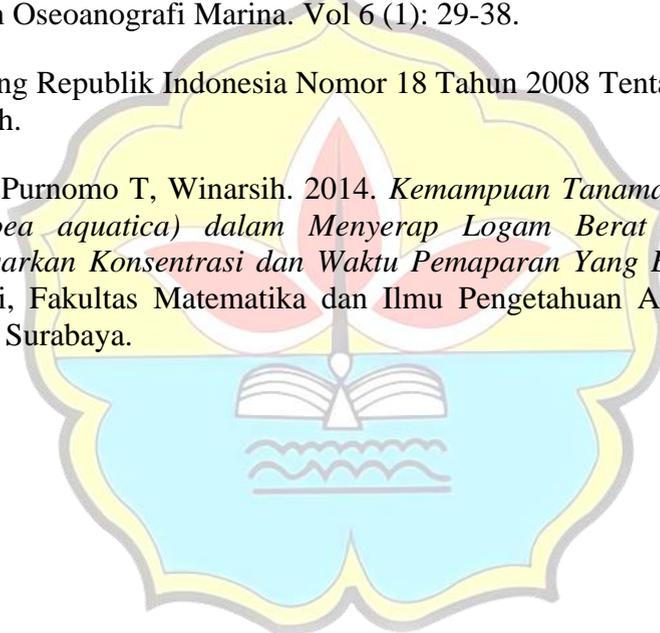
1. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian di tempat terbuka dimana tanaman kangkung air terkena langsung oleh cahaya sinar matahari.
2. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan parameter penelitian seperti BOD dan COD

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti L, Satriyo P, Rahmawati L. 2020. *Pertumbuhan Tanaman Kangkung Air (Ipomea Aquatic Forks) Pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (Nft) Nakasipan Dinas Pangan Aceh*. Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Baba M.F. 2020. *Penentuan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (Tpa) Sampah Dengan Menggunakan Sistem Informasi Dan Geografis (Sig) Di Kota Tidore Kepulauan Provinsi Maluku Utara*. Fakultas Sains Terapan. Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta.
- Damanhuri, Enri dan Padi, Tri. 2010. *Pengelolaan Sampah Edisi Semester I – 2010/2011*. Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung.
- Eucinda E.P, Tri J, Hanan L.D. 2017. *Efektifitas Constructed Wetlands Tipe Subsurface Flow System Dengan Menggunakan Tanaman Cyperus Rotundus Untuk Menurunkan Kadar Fosfat Dan Cod Pada Limbah Cair Laundry*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Diponegoro.
- Hasan A, Suprati S.C. 2021. *Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit dengan Metode Lahan Basah Buatan (Constructed Wetland) dan Tanaman Air Typha latifolia*. Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Tanjung Karang. Jurusan Teknik Gigi, Politeknik Kesehatan Tanjung Karang.
- Hibatullah H.F. 2019. *Fitoremediasi Limbah Domestik (Grey Water) Menggunakan Tanaman Kiambang (Salvinia Molesta) Dengan Sistem Batch*. Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Kahfi A. 2017. *Tinjauan Terhadap Pengelolaan Sampah*. Universitas Islam Negeri (Uin) Alauddin Makassar
- Kandi R.N. 2109. *Fitoremediasi Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Kangkung Air (Ipomoea Aquatic Forsk)*. Fakultas Sains Dan Teknologi Uin Ar-Raniry Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh.
- Kasman M, Herawati P, Aryani N. 2018. *Pemanfaatan Tumbuhan Melati Air (Echinodorus Palaefolius) dengan Sistem Constructed Wetlands untuk Pengolahan Grey Water*. Fakultas Teknik, Universitas Batanghari.
- Laili F. 2021. *Analisa Kualitas Air Lindi Dan Potensi Penyebarannya Ke Lingkungan Sekitar TPA Gunung Tugel Kabupaten Banyumas*. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

- Liani M.M, Sudiro. 2020. *Perbaikan Kualitas Sungai Metro Dengan Sistem Wetland*. Prodi Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Lumaela, A. K., B. W. Otok dan Sutikno. 2013. *Pemodelan Chemical Oxygen Demand (COD) Sungai di Surabaya dengan Metode Mixed Geographically Weighted Regression*. Jurnal Sains dan Seni Pomits. Vol 2 (1): 100-105.
- Masfiah. 2016. *Kajian Sistem Constructed Wetland Menggunakan Eceng Gondok Pada Penanganan Limbah Cair Pengolahan Kopi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember
- Maslinda. 2021. *Efektifitas Penggunaan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea aquatica) Dalam Menurunkan Kadar Amonia () Dan COD (Chemical Oxygen Demand) Pada Limbah Cair Pabrik Tahu Di Lok Bahu Samarinda*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman.
- Malik N. 2014. *Pertumbuhan Tinggi Tanaman Sambiloto (Andrographis paniculata. Ness) Hasil Pemberian Pupuk Dan Intensitas Cahaya Matahari Yang Berbeda*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Halu Oleo.
- Muhajir M.S. 2013. *Penurunan Limbah Cair Bod Dan Cod Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (Typha Angustifolia) Dengan Sistem Constructed Wetland*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang.
- Mulyaningsih, D. 2013. *Pengaruh Effective Microorganisms-4 (EM4) Terhadap Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Limbah Cair Industri Tahu*. Skripsi. Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P. 59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.
- Ramadhani J, Asrifah D.R, Wahyuning I. 2019. *Pengolahan Air Lindi Menggunakan Metode Constructed Wetland di TPA Sampah Tanjungrejo, Desa Tanjungrejo, Kecamatan Jekulo, Kabupaten Kudus*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN Veteran Yogyakarta.
- Salim Y.A. 2021. *Efektivitas Sistem Constructed Wetland Sebagai Pengolahan Limbah Batik Ecoprint Menggunakan Tanaman Kangkung Air*. Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.
- Saputri L.D. 2018. *Pengaruh Penambahan Lindi Dengan Mol Dan Lindi Tanpa Mol Terhadap Proses Pengomposan Sampah Organik Di Tpa Winongo*. Program Studi Kesehatan Masyarakat. Stikes Bhakti Husada Mulia Madiun

- Sarwono E, Azis W.A, Widarti B.N. 2017. *Pengolahan Lindi Tpa Bukit Pinang Samarinda Menggunakan Sistem Aerasi Bertingkat Dan Sedimentasi*. Fakultas Teknik Universitas Mulawarman.
- Simatupang, D., F. Restuhadi dan T. Dahril. 2017. Pemanfaatan Simbiosis Mikroalga *Chlorella* sp dan EM4 Untuk Menurunkan Kadar Polutan Limbah Cair Sagu. *Jom FAPERTA*. Vol 4 (1): 1-13.
- Suprihatin, H. (2014). Penurunan Konsentrasi BOD Limbah Domestik Menggunakan Sistem Wetland dengan Tanaman Hias Bintang Air (*Cyperus Alternifolius*). *Dinamika Lingkungan Indonesia*, I (2), 80-87.
- Supriyantini, E., R. A. T. Nuraini dan A. P. Fadmawati. 2017. Studi Kandungan Bahan Organik pada Beberapa Muara Sungai di Kawasan Ekosistem Mangrove, di Wilayah Pesisir Pantai Utara Kota Semarang, Jawa Tengah. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol 6 (1): 29-38.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah.
- Wulandari R, Purnomo T, Winarsih. 2014. *Kemampuan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dalam Menyerap Logam Berat Kadmium (Cd) Berdasarkan Konsentrasi dan Waktu Pemaparan Yang Berbeda*. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Surabaya.



LAMPIRAN DOKUMENTASI



Pengambilan Sampel Lindi (*Leachate*)



Pengambilan Kangkung Air di TPA



Aklimatisasi Hari 0



Aklimatisasi Hari 8 (Delapan)



Reaktor Wetland



Reaktor Wetland Hari 0



Penimbangan berat kangkung Hari 0



Penimbangan berat kangkung Hari 3



Penimbangan berat kangkung Hari 7



Reaktor Wetland hari ke 7



Penimbangan berat kangkung Hari 10



Penimbangan berat kangkung Hari 14



Reaktor wetland hari 14



Reaktor wetland hari 0



Penimbangan berat kangkung Hari 0



Penimbangan berat kangkung Hari 3



Penimbangan berat kangkung Hari 7



Reaktor wetland hari 7

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLA-01

PENDAFTARAN JUDUL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fajar Rama Dani
NPM : 1800827201024
No. Telp/HP : 082249241790

Mengajukan permohonan untuk melaksanakan Tugas Akhir dengan Topik/Judul TA:
Analisis logam berat pada air lindi TPA Control landfill Talang gulo
Kota Jambi dengan metode sirkulasi (Reverse Circulation) Ace 6/6/22

2.

3.

Dengan kelengkapan persyaratan sebagai berikut:

No	Persyaratan	Periksa
1.	Fotokopi Transkrip Sementara	✓
2.	Fotokopi pembayaran SPP semester terakhir	✓
3.	KRS semester terakhir	✓
4.	Fotokopi Halaman Penilaian laporan Kerja Praktek	✓
5.	Uraian Garis Besar Tugas Akhir	✓

Jambi, 6/7/2022

Menyetujui,

Pembimbing Akademik

Mahasiswa Ybs

(Monik KASMAN, ST.M, eng, sc)

()

PERMOHONAN PENERBITAN SK PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Nomor : /TL/FT-UNBARI/TA/2022
Lamp. : 1 (satu) berkas
Hal : Permohonan Penerbitan SK Pembimbing TA
Jambi, 6/7/2022

Kepada Yth:
Dekan Fakultas Teknik UNBARI
Di Tempat

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan surat permohonan Tugas Akhir mahasiswa tersebut dibawah ini, telah memenuhi persyaratan akademik untuk mengambil mata kuliah Tugas Akhir,

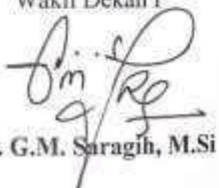
Nama : Fajar Rama Dani
NPM : 1800825201024
Topik/Judul TA : Analisis logam berat pada air lindi TPA Control landfill Talang gulo kota Jambi dengan metode sirkulasi (Reverse Circulation)
Mulai tanggal :

Maka dengan ini mengusulkan Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Pembimbing I : Drs. G.M. Saragih, M.Si
Pembimbing II : Sri Lili Kalsum, S.Pd, M.Pd

Demikian yang dapat disampaikan dan terima kasih.

Disetujui Oleh:
Wakil Dekan I


Drs. G.M. Saragih, M.Si

Ketua Program Studi
Teknik Lingkungan


Marhadi, ST, M.Si



Universitas Batanghari

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Latkol Slamet Riyadi Broni - Jambi 36122 Telp./F ax. (0741) 668280 Website www.unbari.ac.id

SURAT KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI
NOMOR : 109 TAHUN 2022
T E N T A N G
PENUNJUKKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN PROGRAM STRATA SATU (S-1)
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI :

- MEMBACA** : Uraian Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Tentang Dosen Pembimbing Tugas Akhir
- MENIMBANG** :
- a. Bahwa untuk melingkupi syarat-syarat yang diperlukan guna menyelesaikan studi Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari perlu diselenggarakan Tugas Akhir Mahasiswa.
 - b. Bahwa mahasiswa yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini telah memenuhi syarat dan berhak untuk melaksanakan Tugas Akhir.
 - c. Bahwa Staf Pengajar yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini dianggap mampu dan memenuhi syarat untuk diangkat sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
 - d. Bahwa untuk pelaksanaan Tugas Akhir Mahasiswa dimaksud perlu dibuat Keputusan Dekan.
- MENINGAT** :
- 1. Undang Undang Nomor : 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Nasional.
 - 2. Undang Undang Nomor : 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen.
 - 3. Peraturan Pemerintah Nomor : 64 Tahun 2014 Tentang Pendidikan Tinggi.
 - 4. Peraturan Akademik Universitas Batanghari Tahun 2018
 - 5. Surat Keputusan Rektor Nomor : 45 Tahun 2018 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Pejabat wakil Rektor: Dekan, Kepala Biro, Pustaka, Lembaga dan Badan di lingkungan Universitas Batanghari.

MEMUTUSKAN

- MENETAPKAN :**
- Pertama** : Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan Program Strata Satu (S-1) yang nama dan NPM nya tercantum pada kolom (2) untuk melaksanakan Tugas Akhir dengan judul seperti pada kolom (3) Lampiran Keputusan ini dan berhak untuk mendapat bimbingan Tugas Akhir
- Kedua** : Menunjuk Staf Pengajar yang namanya tercantum pada kolom (4) menjadi Dosen Pembimbing I dan kolom (5) menjadi Dosen Pembimbing II mahasiswa dalam melaksanakan Tugas Akhir.
- Ketiga** : Dosen Pembimbing bertugas memberi petunjuk dan arahan kepada mahasiswa dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
- Kemuar** : Dosen pembimbing bertanggung jawab kepada Dekan melalui Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari.
- Kelima** : Program Studi agar menyelenggarakan seminar proposal Tugas Akhir: bersangkutan agar judul, tujuan, ruang lingkup, dan metode penelitian Tugas Akhir mahasiswa besar dari kaidah-kaidah ilmiah.
- Kesenam** : Masa berlaku Surat Keputusan ini adalah 6 (enam) bulan dan setelahnya dapat diperpanjang maksimal dua (2) kali atau diganti dengan pembimbing lain.
- Ketujuh** : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dan apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

DITETAPKAN DI : JAMBI
 PADA TANGGAL : 15 JULI 2022

Dekan

Dr. Ir. H. Fachrul Rozi Yamali, ME.

Tembusan Disampaikan kepada :

1. Yth. Rektor Universitas Batanghari
2. Yth. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari
3. Yth. Dosen Pembimbing yang bersangkutan
4. Mahasiswa yang bersangkutan
5. Arsip

LAMPIRAN : SK DEKAN NOMOR : 109 TAHUN 2022 TENTANG PENUNJUKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN PROGRAM STRATA SATU (S-1) FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

NO	NAMA NPM	JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING I	DOSEN PEMBIMBING II
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.	FAJAR RAMA DANU 180082501024	"ANALISIS LOGAM BERAT PADA AIR LINDI TPA CONTROL LAND FILL TALANG GULO KOTA JAMBI DENGAN METODE SIRKULASI"	Drs. G. M. SARAGIH, M. Si	SITI LUMI KALSUM, ST, M. Eng.

DITETAPKAN DI JAMBI
PADA TANGGAL 15 JULI 2022



Dr. Ir. B. Fakhrol Rizki Yumnali, ME

PENDAFTARAN SEMINAR PROPOSAL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Fajar Rama Dani
NIM : 180025201024
No. Telp/HP : 082249241790

Mengajukan permohonan untuk melaksanakan Seminar Proposal Tugas Akhir dengan

Topik/Judul TA : Analisis logam berat kadaluambatan merkuri Air Limbah IPA Control Landfill Non Active Parang Gulo kota Jambi dengan metode Constructed Wetland Sistem Simulasi

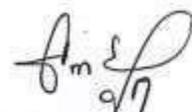
No.	Persyaratan	Checklist
1.	Fotokopi Lembar Asistensi Tugas Akhir	✓
2.	Bukti pembayaran peserta TA	✓
3.	Fotokopi Kartu Peserta Seminar Proposal Tugas Akhir (minimal mengikuti 3 seminar proposal TA)	✓
4.	Laporan Proposal TA dijilid sebanyak 4 eksemplar	✓

Jambi, 4/10/2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Mahasiswa Ybs


(Drs. G.M. Faragim, S.I)


(Fajar Rama Dani)

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL TUGAS AKHIR

Pada hari ini, Sabtu Tanggal 18 Oktober 2022 telah dilaksanakan seminar proposal Tugas Akhir mahasiswa :

Nama Fajar Purnadani

NPM 180082520029

Judul Proposal Tugas

Akhir ANALISIS LOGAM BERAT LARUTAN DAN MORGANY AIR LINDI
TPA CONTROL LAMPIL NON AKTIF TERANG BUKU KOTAJENAH DENGAN
METODE CONSTRUCTED WETLAND SISTEM SIKLUS

	Nama Tim Pembahas	Nilai	Tanda tangan
Pembimbing I	<u>DRS G.M. Samsul, M.Si</u>		1 <u>[Signature]</u>
Pembimbing II	<u>SITI LINA KASSUM, S.T., M.Eng</u>		2 <u>[Signature]</u>
Pembahas I	<u>AUGUSTA ANYANI, S.T., M.Si</u>		3 <u>[Signature]</u>
Pembahas II	<u>HANDAH ST., M.T</u>		4 <u>[Signature]</u>
	Jumlah		
	Nilai Rata-Rata / Huruf		

Keputusan Tim Pembahas Seminar :

1. Dapat diteruskan menjadi Tugas Akhir, dengan catatan sebagai berikut

2. Ditolak, mengulang pembuatan proposal kembali.

Jambi, 18 Oktober - 2022

Sekretaris sidang

[Signature]
(SITI LINA KASSUM, S.T., M.Eng)

Ketua sidang

[Signature]
(DRS G.M. Samsul, M.Si)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

Marhadi, ST, M.Si

HALAMAN ASISTENSI PROPOSAL TUGAS AKHIR

Nama : Fajar Rama Dani
 NPM : 1800825201024
 Judul Proposal : Analisis logam Berat Kadmium Dan N Total Air Lindi
 TPA Control Landfill Non Aktif Talang Gulo Kota Jambi
 Dengan Metode Constructed Wetland Sistem Sirkulasi

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	29-1-23	Baca / Cari artikel yang berkaitan dgn: Pengaruh Zasut dan air lindi - Pengaruh Zasut terhadap penurunan parameter pada Air lindi - Pengaruh Kambarsitana pada air lindi - Constructed Wetland artikel/jurnal ↑	<i>Juf</i>
2	27-1-23	- Pembaca literatur - Mengenai Regulasi yang berlaku dan apa saja output yang bisa kelola	<i>Juf</i>

Jambi..... 2022
Dosen Pembimbing I

(Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng)

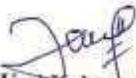
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari	Form : TLD-05
---	---------------

HALAMAN ASISTENSI PROPOSAL TUGAS AKHIR

Nama : Fajar Rama Dani
 NPM : 1800825201024
 Judul Proposal : Analisis Kadmium Dan N-Total Air Lindi Menggunakan Tanaman Kangkung Air (ipomea aquatic forssk) Dengan Metode Constructed Wetland Sistem Sirkulasi

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	30-1-2023	Langkapi Laporan dan Daftar isi dan - Bab 1 Kesimpulan. - Kesimpulan → mayjinas dan tugas finalisasi	
	30-1-2023	Acc system sidang tugas akhir	

Jambi... 30 - 1 - 2023
 Dosen Pembimbing II


 (Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng)

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

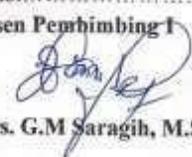
HALAMAN ASISTENSI PROPOSAL TUGAS AKHIR

Nama : Fajar Rama Dani
NPM : 1800825201024
Judul Proposal : Analisis logam Berat Kadmium Dan N Total Air Lindi
TPA Control Landfill Non Aktif Talang Gulo Kota Jambi
Dengan Metode Constructed Wetland Sistem Sirkulasi

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	30 1 - 2023	1. Ace, lanjut ke pondok	

Jambi..... 2022

Dosen Pembimbing I


(Drs. G.M Saragih, M.Si)

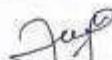
HALAMAN ASISTENSI LAPORAN KERJA TUGAS AKHIR

Nama : Fajar Rama Dani
NPM : 1800825201024
Judul Laporan Kerja Praktek : Analisis Kadmium Dan N-Total Air Lindi Menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomea Aquatic*) Dengan Metode *Contracted Wetland* Sistem Sirkulasi

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
1	9-3-2023	Parabasi sesuai dgn arahan (Revisi cek fungsi Td Revisi)	Juf
2	17-3-2023	Parabasi bab I, II, III dan Ringkasan	Juf
3	21-3-2023	Parabasi grafik - tambahkan grafik efektifitas menggunakan media pasir + zeolit dan kapur zeolit. - Cek Daftar pustaka → Ref. yang sesuai dgn laporan - Kesimpulan di akhir berdasarkan tujuan penelitian. - lengkapi Daftar Laporan - Daftar Isi dll. - Abstrak diperbaiki	Juf

Jambi... 21... 3... 2022

Dosen Pembimbing II


Siti Umi Kalsum, S.T, M.Eng

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari	Form : TLD-05
---	---------------

HALAMAN ASISTENSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Fajar Rama Dani
 NPM : 1800825201024
 Judul Laporan Kerja Praktek : Analisis Kadmium Dan Nitrogen Total Air Lindi Menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomea aquatica forsk*) Dengan Metode *Constructed Wetland* system *Sirkulasi*

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	27-3-2023	Acc Jilid	

Jambi..... 2023
 Dosen Pembimbing I



(Siti Umi Kalsum, S.T,M.eng)

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari	Form : TLD-05
---	---------------

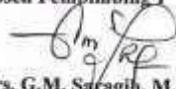
HALAMAN ASISTENSI LAPORAN KERJA TUGAS AKHIR

Nama : Fajar Rama Dani
 NPM : 1800825201024
 Judul Laporan Kerja Praktek : Analisis Kadmium Dan N-Total Air Lindi Menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomea Aquatic*) Dengan Metode *Contracted Wetland* Sistem Sirkulasi

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	08/03 - 23	ACE, perbaikan htnasi area @lanjutan ke pemb II	

Jambi, 08 - Maret 2022

Dosen Pembimbing I


 Drs. G.M. Saragih, M.Si



Universitas Batanghari Fakultas Teknik
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JALAN SLAMET RIYADI BRONI JAMBI INDONESIA TELP. (0741) 668280

Nomor : // /TL-UBR/II/2023 Jamisi, 6 Februari 2023
Lampiran : 1 (satu) TA
Perihal : **Undangan Sebagai Penguji Tugas Akhir**

Kepada Yth,
Ibu Anggrika Riyanti, ST, M.Si (Ketua Sidang)
Ibu Siti Umi Kalsum, ST, M. Eng (Sekretaris Sidang)
Ibu Hadrach, ST, MT (Penguji I)
Ibu Asih Suzana, ST, MT (Penguji II)
Bapak Drs.G.M. Saragih, M.Si (Penguji III)

Di Tempat

Dengan hormat,
Sehubungan dengan telah selesainya pembuatan Laporan Tugas akhir Mahasiswa, maka kami mengundang Bapak/Ibu untuk menghadiri Sidang Kompre Tugas akhir yang akan dilaksanakan pada :

Hari/ Tanggal : Rabu/8 Februari 2023
Jam : 13.30 WIB s/d selesai
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik
Nama Mahasiswa : Fajar Rama Dani
NPM : 180082520124
Ujian : Online
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Tugas Akhir : "Analisis Kadmium Dan N-Total Air Lindi Menggunakan Tanaman Kangkung Air (Ipomea Aquasic) Dengan Metode Constructed Wetland Sistem Sirkulasi"

Demikian, atas kesediaan Bapak/ Ibu untuk menguji dan datang tepat pada waktunya diucapkan terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

Marhudi, ST, M.Si

Tembusan Disampaikan Kepada :

1. Yth. Dekan Fakultas Teknik
2. Yth. Bapak Wakil Dekan I
3. Bendahara
4. Arsip

Catatan : Untuk Penguji pria, Pakaian memakai kemeja lengan panjang dan dasi kecuali Hari Kamis memakai baju butik



Universitas Batanghari

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Letkol Slamet Riyadi Broni - Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280 Website www.unbari.ac.id

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI NOMOR : 159 TAHUN 2023 T E N T A N G PENUNJUKAN DOSEN PENGUJI UJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA DI LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI :

- MEMBACA** : Surat Ketua Program studi Teknik Lingkungan Tentang usulan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
- MENIMBANG** : 1. Bahwa Mahasiswa yang namanya tercantum pada Surat Keputusan ini memenuhi syarat untuk mengikuti Ujian Tugas Akhir.
2. Bahwa Dosen yang namanya tercantum pada Surat Keputusan ini memenuhi syarat sebagai Penguji Ujian Tugas Akhir yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Dekan.
- MENINGAT** : 1. Undang Undang Nomor : 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Nasional.
2. Undang Undang Nomor : 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen.
3. Peraturan Pemerintah RI Nomor : 04 Tahun 2014 Tentang Pendidikan Tinggi
4. Surat Keputusan Rektor Nomor : 27 Thn 2022 tlg Perpanjangan Masa Tugas Pejabat Pada Jabatan Dekan, Kepala Biro, Lembaga dan Badan di Lingkungan Unbari.

MEMUTUSKAN

- MENETAPKAN** : Menunjuk Dosen sebagaimana dalam Surat Keputusan ini sebagai Dosen Penguji Pertama : Ujian Tugas Akhir mahasiswa seperti disebutkan di bawah ini.

Nama Mahasiswa	: Fajar Rama Dani
NPM/Program Studi	: 1800825201024/Teknik Lingkungan
Judul Tugas Akhir	: Analisis Kadmium Dan N-Total Air Lindi Menggunakan Tanaman Kangkung Air (<i>Ipomea Aquasica</i>) Dengan Metode Constructed Wetland Sistem Sirkulasi
No Nama Dosen Penguji	: Jabatan
1 Drs. G. M. Saragih, M. Si	: Pembimbing I
2 Siti Umi Kalsum, ST, M. Eng	: Pembimbing II
No Nama Dosen	: Jabatan
1 Anggrika Riyanti, ST, M. Si	: Ketua
2 Siti Umi Kalsum, ST, M. Eng	: Sekretaris
3 Hadrah, ST, MT	: Penguji I
4 Asih Suzana, ST, MT	: Penguji II
5 Drs. G. M. Saragih, M. Si	: Penguji III

- Kedua** : Pelaksanaan Ujian Tugas Akhir pada Rabu/8 Februari 2023 di Ruang Sidang Fakultas Teknik
- Ketiga** : Biaya yang timbul akibat keputusan ini dibebankan pada anggaran Ujian Tugas Akhir mahasiswa.
- Keempat** : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dan akan diadakan perbaikan jika dikemudian hari terdapat kekeliruan.

DITETAPKAN DI : J A M B I
PADA TANGGAL : 6 Februari 2023

Dekan,

Dr. Ir.H. Fakhru Rozi Yamali, ME

Tembusan disampaikan kepada

1. Yth. Spk. Rektor c.q. Wakil Rektor I Unbari
2. Yth. Ketua Prodi Teknik Lingkungan
3. Yth. Dosen Penguji yang bersangkutan
4. Arsip.

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari	Form : TLC-05
---	---------------

BERITA ACARA UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari ini, Rabu, Tanggal 8 Februari 2023, telah dilaksanakan Ujian Tugas Akhir mahasiswa

Nama : Fajra Rama Dani
 NPM : 1800825201624
 Waktu : 13.40 - 16.15
 Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik
 Judul Tugas Akhir : Analisis Kapasitas dan Total Air yang Memerlukan
Manajemen Konektivitas Air (IPKMA Aquatic) Dengan
Metode Constructed Wetland Sistem Simulasi

Hasil evaluasi Tim Penguji sebagai berikut :

	Nama Tim Penguji	Nilai	Tanda tangan
Pembimbing I	<u>Drs. G.M. Satrio Gati, M.Si</u>	<u>77,75</u>	1. <u>[Signature]</u>
Pembimbing II	<u>Siti Yuni Kusum, S.T., M.Eng</u>	<u>85</u>	2. <u>[Signature]</u>
Penguji I	<u>Angelina Rayani, S.T., M.T</u>	<u>78</u>	3. <u>[Signature]</u>
Penguji II	<u>Utami S.T., M.T</u>	<u>80</u>	4. <u>[Signature]</u>
Penguji III	<u>Asih Subarna, S.T., M.T</u>	<u>80</u>	5. <u>[Signature]</u>
	Jumlah	<u>401,75</u>	
	Nilai Rata-Rata / Huruf	<u>80,15</u>	

Keputusan Tim Penguji pada Sidang Tugas Akhir :

1. LULUS, dengan nilai : A (80,15)

Perbaikan:

Sesuai dengan Perintah

Jambi, 8 Desember 2023

Sekretaris sidang,

Ketua sidang,


(Siti Usmi Kalsum ST., M.Eng.)


(Ancepik Anjani ST., M.Eng.)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Marhad, ST., M.Si

Kriteria Penilaian:

- | | |
|---------------|-------------------------|
| 1. 80 - 100 | : Lulus, Nilai Huruf: A |
| 2. 75 - 79,99 | : Lulus, Nilai Huruf: B |
| 3. 70 - 74,99 | : Lulus, Nilai Huruf: B |
| 4. 65 - 69,99 | : Lulus, Nilai Huruf: C |
| 5. 60 - 64,99 | : Lulus, Nilai Huruf: C |
| 6. < 59,99 | : Tidak Lulus |