

**PENGOLAHAN AIR LINDI TPA REGIONAL BLANG
BINTANG MENGGUNAKAN TANAMAN KAYU APU (*Pistia
Stratiotes*) DENGAN METODE *CONSTRUCTED WETLAND*
NON KONTINYU**

TUGAS AKHIR

Diajukan oleh:

**RAHMADIAN FATTAYAT
NIM. 180702026
Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M/1444 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PENGOLAHAN AIR LINDI TPA REGIONAL BLANG BINTANG
MENGUNAKAN TANAMAN KAYU APU (*Pistia Stratiotes*) DENGAN
MENGUNAKAN METODE *CONSTRUCTED WETLAND* NON
KONTINYU**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1) dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:

RAHMADIAN FATTAYAT

NIM. 180702026

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,

Dr. Ir. Hj. Irhamni, M.T., IPM
NIDN. 0102107101

Pembimbing II,

Ir. Yeggi Darnas, M.T.
NIDN. 2020067905

جامعة الرانيري

AR - RANIRY
Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

Husnawati Yahya, M.Sc.
NIDN. 2009118301

LEMBARAN PENGESAHAN

**PENGOLAHAN AIR LINDI TPA REGIONAL BLANG BINTANG
MENGUNAKAN TANAMAN KAYU APU (*Pistia Stratiotes*) DENGAN
MENGUNAKAN METODE *CONSTRUCTED WETLAND* NON
KONTINYU**

TUGAS AKHIR

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasah Tugas Akhir/Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Senin, 26 Desember 2022
2 Jumadil Akhir 1444

Panitia Ujian Munaqasah Tugas Akhir/Skripsi:

Ketua,


Dr. Ir. Hj. Irhamji, M.T., IPM
NIDN. 0102107101

Sekretaris,


Ir. Yeggi Darnas, M.T.
NIDN. 2020067905

Penguji I,


Aulia Rohendi, M.Sc.
NIDN. 2010048202

Penguji II,


Dr. Muhammad Nizar, M.T.
NIDN. 0122057502

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU.
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahmadian Fattayat
NIM : 180702026
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Pengolahan Air Lindi TPA Regional Blang Bintang
Menggunakan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) Dengan
Metode *Constructed Wetland* Non Kontinyu

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir 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; dan
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya 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 ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 12 Desember 2022

Yang Menyatakan


Rahmadian Fattayat
NIM.180702026



ABSTRAK

Nama : Rahmadian Fattayat
NIM : 180702026
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengolahan Air Lindi TPA Regional Blang Bintang
Menggunakan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*)
Dengan Metode *Constructed Wetland* Non Kontinyu
Tanggal Sidang : 23 Desember 2022
Jumlah Halaman : 75
Pembimbing I : Dr. Ir. Irhamni, S.T.,M.T.,IPM
Pembimbing II : Ir. Yeggi Darnas, M.T.
Kata Kunci : *Constructed Wetland*, air lindi, Tanaman Kayu Apu
(*Pistia Stratiotes*)

Metode *constructed wetland* adalah lahan basah buatan, dengan fungsi pemurnian air limbah dengan menggunakan fisik, kimia dan metode biologi dalam sebuah ekosistem, memanfaatkan proses filtrasi, adsorpsi, sedimentasi, pertukaran ion dan penguraian mikroba. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan metode *constructed wetland* dalam menyisih polutan-polutan yang terdapat pada air lindi dengan memvariasikan berat tanaman dan waktu tinggal pada pengolahannya. Parameter yang dianalisis pada penelitian ini yaitu *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *chemical oxygen demand* (COD), *total suspended solid* (TSS) serta perubahan pada nilai pH. Variasi waktu tinggal yang digunakan adalah hari ketiga dan keenam, untuk variasi berat tanaman yaitu 200 gram dan 400 gram. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode *constructed wetland* dapat menurunkan kadar pencemar BOD, COD, TSS, serta untuk menetralkan nilai pH. Penurunan tertinggi pada nilai BOD terjadi pada waktu tinggal hari keenam dan variasi berat tanaman 400 gram dengan persentase penyisihan mencapai 43,33%. Penurunan tertinggi pada nilai COD terjadi pada waktu tinggal hari keenam dan variasi berat tanaman 400 gram dengan persentase penyisihan mencapai 55,08%. Penurunan tertinggi pada nilai TSS terjadi pada waktu tinggal hari keenam dan variasi berat tanaman 400 gram dengan persentase penyisihan mencapai 31,48 %. Berdasarkan hasil eksperimen juga diketahui bahwa metode *Constructed wetland* juga mampu mempengaruhi nilai pH yang awalnya 8,6 menjadi 7,2 pada waktu tinggal hari keenam dan variasi berat tanaman 400 gram. Berdasarkan hasil uji parameter tersebut metode *constructed wetland* mampu menyisihkan atau menurunkan parameter pencemar yang terdapat dalam air lindi sehingga diharapkan dapat diterapkan langsung dengan skala yang lebih besar.

ABSTRACT

Name : Rahmadian Fattayat
Student Id : 180702026
Department : Environmental Engineering
Title : Leachate Water Treatment of Blang Bintang Regional Landfill Using Apu Wood Plants (*Pistia Stratiotes*) With Constructed Wetland Method Non-Continuous
Defence Date : 23 December 2022
Number Of Pages : 75
Advisor I : Dr. Ir. Irhamni, S.T.,M.T.,IPM
Advisor II : Ir. Yeggi Darnas, M.T.
Keywords : Constructed Wetland, leachate water, Apu Woody Plant (*Pistia Stratiotes*)

The constructed wetland method is an artificial wetland, with the function of purifying wastewater using physical, chemical and biological methods in an ecosystem, utilizing the processes of filtration, adsorption, sedimentation, ion exchange and microbial decomposition. This study aims to analyze the ability of the constructed wetland method in removing pollutants contained in leachate water by varying the weight of plants and the time of stay in their processing. The parameters analyzed in this study are Biochemical Oxygen Demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), total suspended solids (TSS), and changes in pH values. The variation in residence time used is the third and sixth days, for variations in plant weight, namely 200 grams and 400 grams. The experimental results show that the constructed wetland method can reduce the level of BOD, COD, TSS pollutants, as well as to neutralize the pH value. The highest decrease in BOD values occurred during the sixth day of stay and the variation in plant weight was 400 grams with an allowance percentage of 43.33%. The highest decrease in COD values occurred during the sixth day of stay and the variation in plant weight was 400 grams with an allowance percentage reaching 55.08%. The highest decrease in TSS values occurred during the sixth day's stay and the plant weight variation was 400 grams with an allowance percentage of 31.48%. Based on the results of experiments, it is also known that the Constructed wetland method is also able to affect the pH value which was originally 8.6 to 7.2 at the time of stay on the sixth day, and the variation in plant weight of 400 grams. Based on the results of the parameter test, the constructed wetland method can set aside or lower the parameter of pollutants contained in leachate water so that it is expected to be applied directly on a larger scale.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji hanya bagi Allah Swt, Sang maha pencipta yang menciptakan bintang dan bulan sebagai penerang malam serta matahari sebagai penerang siang dan yang memberikan *taufik, hidayah*, serta rahmat kepada manusia setiap waktunya. *Shalawat* serta salam kita sampaikan kepada sang revolusioner muda, kaya ilmunya, bersih murni hatinya, serta suri teladan bagi umat manusia yakni Nabi Agung Muhammad saw.

Dengan karunia Allah Swt penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan proposal penelitian dengan judul “Pengolahan Air Lindi TPA Regional Blang-Bintang Menggunakan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) Dengan Metode *Constructed Wetlands Non Kontinyu*”. Penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir, yaitu:

1. Dr. Ir M. Dirhamsyah, M.T., IPU selaku Dekan Fakultas Sains dan teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan teknologi, UIN Ar-raniry Banda Aceh.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan teknologi, UIN Ar-raniry Banda Aceh.
4. Bapak T. Muhammad Ashari, S.T, M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik penulis.
5. Ibu Dr.Ir.Irhamni, S.T.,M.T.,IPM selaku dosen pembimbing yang telah berkenan untuk mengarahkan dan membimbing penulis serta memberikan ilmu, saran dan solusi pada setiap permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini.
6. Ibu Ir. Yeggi Darnas, M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah berkenan untuk mengarahkan dan membimbing penulis serta memberikan ilmu, saran dan solusi pada setiap permasalahan dalam penulisan tugas akhir ini.
7. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc., selaku dosen penguji 1 pada sidang munaqasyah tugas akhir.

8. Bapak Dr. Muhammad Nizar, S.T., M.T., selaku dosen penguji 2 pada sidang munaqasyah tugas akhir.
9. Bapak-bapak dan ibu-ibu yang ada di Program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-raniry Banda Aceh yang telah berkenan memberikan informasi dan pengetahuan selama masa perkuliahan saya.
10. Hanif, Emil Yudha, Akbar Sarif, Athalla Muafa Ikbar, Rahmad Maulana, Rafiza Mustaqin, Yusril, Yunal Mabrur, Akhyar Arifin dan Abdullah Fadhil Solin yang telah memberikan dukungan.
11. Semua pihak yang terlibat dalam penulisan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Tak lupa pula penulis ucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada kedua orang tua penulis, Ayahanda Sofyan Rustam dan Ibunda Syamsiah yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis. Akhir kata Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan tugas akhir ini.

Banda Aceh, 12 Desember 2022

Penulis

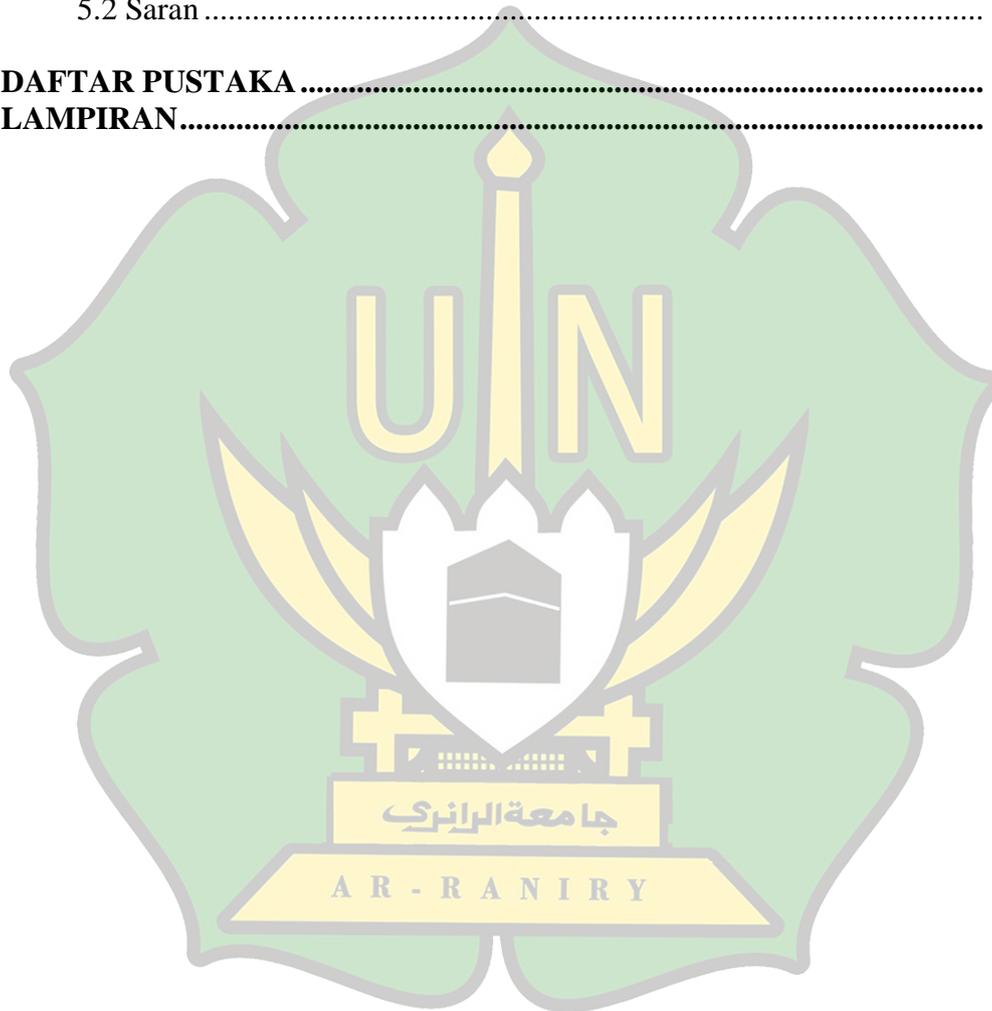
Rahmadian Fattayat

A R - R A N I R Y NIM. 180702026

DAFTAR ISI

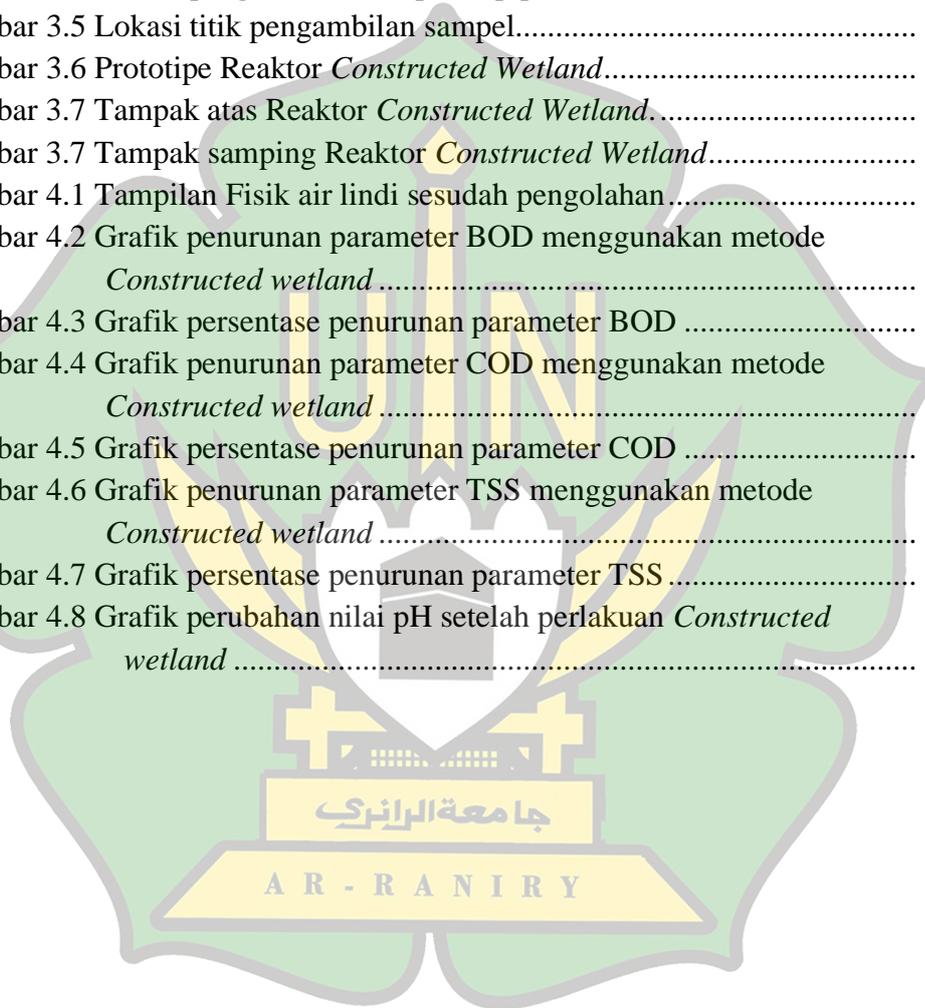
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Lindi	5
2.2 Standar Baku Mutu Air Lindi	6
2.3 Parameter Pencemar air Lindi	6
2.4 <i>Constructed Wetland</i>	9
2.5 Tanaman Kayu Apu (<i>Pistia stratiotes</i>)	10
2.6 Hasil Telaah Pustaka Penelitian	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Tahapan Umum	15
3.2 Pengambilan Sampel	15
3.2.1 Lokasi dan Pengambilan Sampel	17
3.2.2 Teknik pengambilan sampel	19
3.3. Eksperimen	20
3.3.1. Alat dan Bahan Eksperimen	20
3.3.2. <i>Prototype</i> Reaktor <i>Constructed Wetland</i>	22
3.3.3. Variasi Eksperimen metode <i>Constructed Wetland</i>	23
3.3.4. Prosedur Eksperimen metode <i>Constructed Wetland</i>	23
3.4. Pengukuran Parameter Air Lindi	24
3.5. Analisis Data	24
3.5.1. Efektifitas	24
3.5.2. Analisis Statistik	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Penelitian	26
4.2 Pembahasan	29

4.2.1. Penurunan Konsentrasi BOD setelah perlakuan <i>Constructed Wetland</i>	29
4.2.2. Penurunan Konsentrasi COD setelah perlakuan <i>Constructed Wetland</i>	31
4.2.3. Penurunan Konsentrasi TSS setelah perlakuan <i>Constructed Wetland</i>	32
4.2.4. Perubahan nilai pH setelah perlakuan <i>Constructed Wetland</i> ...	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tanaman Kayu Apu (<i>Pistia Stratiotes</i>)	11
Gambar 2.2 Struktur Akar Tanaman Kayu Apu (<i>Pistia Stratiotes</i>)	12
Gambar 2.3 Struktur Daun Tanaman Kayu Apu (<i>Pistia Stratiotes</i>)	12
Gambar 3.1 Diagram Alir	15
Gambar 3.2 Peta lokasi pengambilan sampel	18
Gambar 3.3 Kolam <i>Reebed</i> TPA Regional Blang-Bintang.....	19
Gambar 3.4 Lokasi pengambilan sampel di pipa inlet kolam <i>reedbed</i>	19
Gambar 3.5 Lokasi titik pengambilan sampel.....	20
Gambar 3.6 Prototipe Reaktor <i>Constructed Wetland</i>	22
Gambar 3.7 Tampak atas Reaktor <i>Constructed Wetland</i>	22
Gambar 3.7 Tampak samping Reaktor <i>Constructed Wetland</i>	23
Gambar 4.1 Tampilan Fisik air lindi sesudah pengolahan	28
Gambar 4.2 Grafik penurunan parameter BOD menggunakan metode <i>Constructed wetland</i>	30
Gambar 4.3 Grafik persentase penurunan parameter BOD	30
Gambar 4.4 Grafik penurunan parameter COD menggunakan metode <i>Constructed wetland</i>	32
Gambar 4.5 Grafik persentase penurunan parameter COD	32
Gambar 4.6 Grafik penurunan parameter TSS menggunakan metode <i>Constructed wetland</i>	33
Gambar 4.7 Grafik persentase penurunan parameter TSS	34
Gambar 4.8 Grafik perubahan nilai pH setelah perlakuan <i>Constructed wetland</i>	35



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Baku Mutu Lindi.....	6
Tabel 3.2 Alat dan Bahan eksperimen	21
Tabel 3.3 Pengukuran Parameter Air Lindi	24
Tabel 4.1 Hasil uji kualitas sampel awal air lindi	26
Tabel 4.2 Hasil pengukuran parameter setelah perlakuan	26
Tabel 4.3 Persentase penurunan kadar parameter pencemar	27
Tabel 4.4 Hasil Uji Korelasi menggunakan Excel.....	27



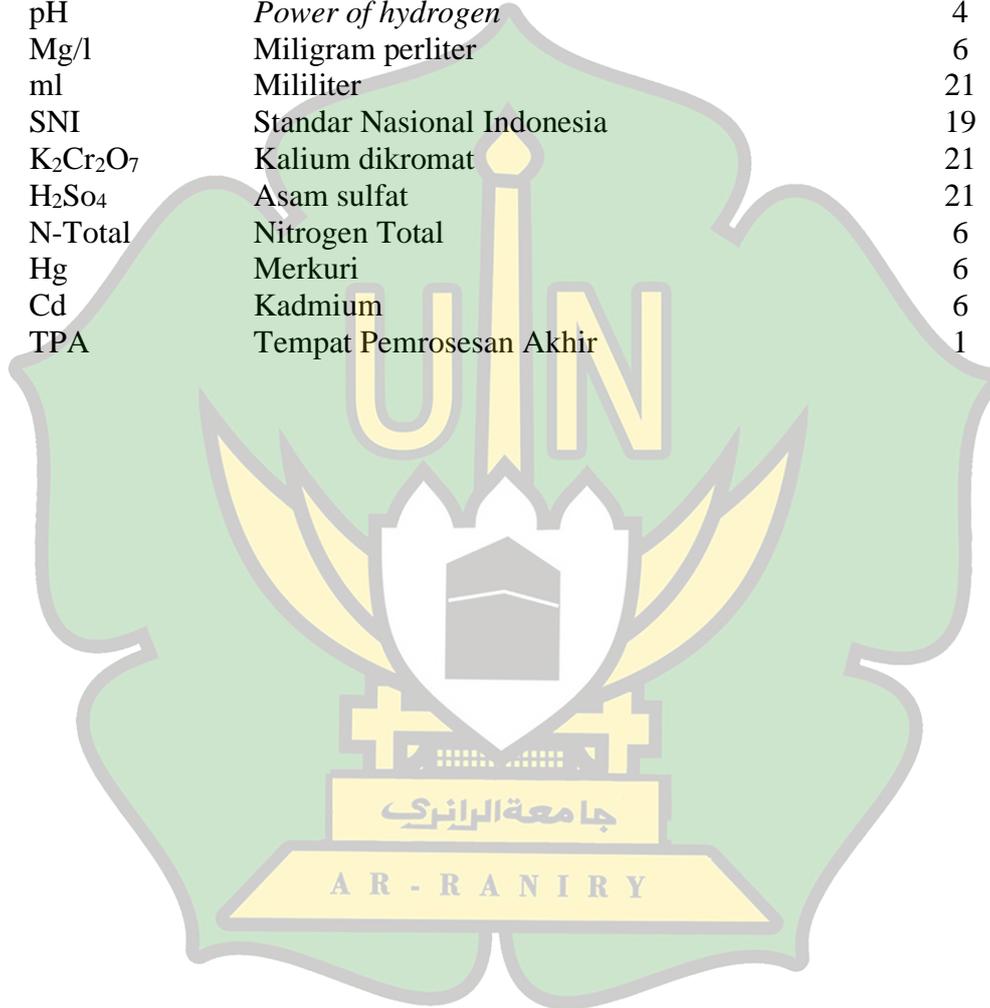
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Mencari Nilai TSS.....	42
Lampiran 2. Perhitungan Persentase Efektivitas Penurunan Bahan pencemar	43
Lampiran 3. Hasil Uji korelasi menggunakan Microsoft Excel.....	47
Lampiran 4. Hasil Uji Laboratorium.....	49
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	51
Lampiran 6. Prosedur Pengukuran Parameter Air Lindi.....	60



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
BOD	<i>Biochemical oxygen demand</i>	4
COD	<i>Chemical oxygen demand</i>	4
TSS	<i>Total suspended solid</i>	4
pH	<i>Power of hydrogen</i>	4
Mg/l	Miligram perliter	6
ml	Mililiter	21
SNI	Standar Nasional Indonesia	19
K ₂ Cr ₂ O ₇	Kalium dikromat	21
H ₂ SO ₄	Asam sulfat	21
N-Total	Nitrogen Total	6
Hg	Merkuri	6
Cd	Kadmium	6
TPA	Tempat Pemrosesan Akhir	1



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang berada di Aceh Besar merupakan peralihan dari metode *open dumping* ke metode *control landfill* untuk meningkatkan pengelolaan sampah di TPA tersebut. Sampah yang masuk dari berbagai daerah akan ditimbun dan diratakan kemudian akan ditanam pipa-pipa di bawahnya untuk proses mengalirkan air lindi menuju *waste stabilization pond* dan *reed bed* sebelum dibuang (Akbar, 2016), meskipun demikian pengelolaan tampak belum berjalan sebaik mungkin karena volume sampah yang besar dan bervariasi, sehingga dibutuhkan pengolahan dan fasilitas alat yang lengkap agar tidak mempengaruhi kualitas air tanah dan badan air disekitarnya.

Air lindi merupakan cairan yang muncul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah, dimana air tersebut dapat melarutkan materi terlarut dan materi organik yang disebabkan oleh dekomposisi biologis, hal ini mengakibatkan lindi berpotensi mencemari badan air dan sekitarnya jika tidak dikelola dengan baik (Damanhuri dan Padmi, 2010). Di dalam air lindi terdapat beberapa genus bakteri aerob seperti *Streptococcus*, *Escherichia*, *Pseudomonas* dan *Proteus*. Lindi akan menjadi masalah serius jika tidak dilakukan pengolahan dengan baik sebelum dibuang ke badan air, akibatnya lindi akan menjadi bahan pencemar dan membunuh biota yang ada di perairan air tersebut karena mengandung bahan organik dan anorganik yang tinggi. Saat ini sebagian besar TPA di Indonesia hanya menekankan pada pengolahan sampah saja, meskipun sudah terdapat beberapa TPA yang memiliki instalasi pengolahan lindi, tetapi efisiensinya masih belum memenuhi standar sehingga efluen yang dihasilkan masih melebihi baku mutu (Hadiwidodo dkk., 2012).

Salah satu teknik pengolahan air lindi adalah menggunakan *constructed wetland* karena efektif dan efisien dalam mengurangi senyawa berbahaya yang terdapat pada air lindi. *Constructed wetland* adalah lahan basah buatan dengan sistem pengolahan air limbah yang menggunakan teknologi sederhana dengan pendekatan baru untuk menurunkan pencemaran lingkungan berdasarkan pemanfaatan tanaman air dan mikroorganisme. Tujuannya adalah untuk

memperbaiki kualitas air dan mengurangi efek berbahaya dari limbah sebelum dibuang ke badan air (Suswati dan Wibisono, 2013). Proses *constructed wetland* merupakan pengolahan limbah yang meniru atau mengikuti dari proses yang terjadi di lahan basah/rawa (*wetland*) secara alami, dimana tumbuhan air (*hydrophyta*) yang tumbuh di daerah tersebut memegang peran penting dalam proses pemulihan kualitas air. *Constructed wetland* memiliki keuntungan jika dibandingkan dengan proses lainnya yaitu murah dari segi biaya, pengoperasian dan perawatan lebih mudah, mempunyai efisiensi yang cukup tinggi, dapat menghilangkan logam-logam berat dan dapat memberikan keuntungan yang tidak langsung seperti mendukung fungsi ekologis (M. Azmi dkk., 2016).

Metode *Constructed Wetland* umumnya menggunakan tanaman hiperakumulator. Tanaman hiperakumulator merupakan tanaman yang mempunyai kemampuan untuk mengakumulasi logam melalui bagian akar, batang maupun daun. Tidak semua jenis tanaman penyerap kontaminan dapat dikatakan sebagai tanaman hiperakumulator. Karakteristik tumbuhan hiperakumulator adalah tahan terhadap unsur logam dalam konsentrasi tinggi pada jaringan akar, tingkat laju penyerapan unsur dari tanah yang tinggi dibanding tanaman lain, memiliki kemampuan mentranslokasi dan mengakumulasi unsur logam dari akar ke tajuk dengan laju yang tinggi. Beberapa jenis tanaman yang berpotensi menjadi tanaman hiperakumulator yang memiliki kemampuan mengakumulasi logam berat pada batas tertentu, yaitu tanaman Obor (*Typha latifolia*), tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dan tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes*) merupakan jenis tanaman yang mampu menyerap dan mengakumulasi logam berat (Widyasari, 2021).

Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) merupakan spesies tumbuhan air tawar yang umum tumbuh di daerah tropis. Tumbuhan ini mengapung bebas di perairan kecuali menempel pada lumpur, tumbuhnya di genangan air yang tenang atau yang mengalir dengan lambat, Kayu apu mempunyai banyak akar tambahan yang penuh dengan bulu-bulu akar yang halus, panjang, dan lebat. Selain itu, tanaman ini juga dapat hidup pada lingkungan dengan air tergenang (Wirawan dkk., 2014). Kayu apu merupakan tumbuhan jenis gulma air yang sangat cepat tumbuh dan mempunyai daya adaptasi terhadap lingkungan baru yang baik. Tanaman Kayu

apu memiliki suatu kemampuan yang dapat membantu perbaikan lingkungan air yang tercemar (Kholisah dan Pramitasari, 2018). Tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) akan menyerap unsur-unsur hara yang larut dalam air dan dari tanah melalui akarnya (Herlambang dan Hendriyanto, 2017). Kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) adalah salah satu tumbuhan fitoremediator. Tanaman kayu apu mampu mencengkeram lumpur dengan berkas akarnya dan menyerap kelebihan zat hara yang menyebabkan pencemaran. Penyerapan ini terjadi karena zat khelat yang diekskresikan oleh jaringan akar kayu apu (Imam Thohari dkk, 2020).

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Jennyamor Ramadhani dkk (2019), dengan metode pengolahan air lindi menggunakan metode *constructed wetland* dengan waktu tinggal 3 hari dan 6 hari menggunakan tanaman lembang (*Typha angustifolia*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan dengan menggunakan metode *constructed wetland* dengan waktu tinggal 6 hari memiliki hasil efektivitas tertinggi pada parameter TSS sebesar 65,625% dan yang terendah pada parameter pH yaitu pada angka 6,8. Pengolahan dengan waktu tinggal 6 hari mendapatkan efektivitas tertinggi pada parameter TSS sebesar 70,714% dan yang terendah pada parameter pH sebesar 17,437%. Pengolahan dengan waktu tinggal 6 hari terbukti lebih efektif daripada dengan waktu tinggal 3 hari pada pengolahan air lindi menggunakan metode *constructed wetland*. Akan tetapi, belum pernah ada publikasi sebelumnya yang menggunakan tanaman kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dalam pengolahan air lindi menggunakan metode *constructed wetland* dengan variasi berat tanaman 200 gram dan 400 gram. Melihat kenyataan tersebut, perlu adanya penelitian tentang efektivitas tanaman kayu (*Pistia stratiotes*) dalam pengolahan air lindi dengan metode *constructed wetland* sehingga diperoleh gambaran mengenai efisiensi dan kemampuan tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) dalam mereduksi air lindi.

1.2 Rumusan Masalah

Berkaitan dengan uraian pada latar belakang, pemanfaatan tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) yang diharapkan dapat menurunkan nilai parameter yang tinggi pada air lindi TPA Regional Blang-Bintang. Berdasarkan masalah tersebut maka pertanyaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas proses metode *constructed wetland* dalam menyisih kadar pencemar pada air lindi ?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu tinggal dalam penurunan parameter pencemar BOD, COD, TSS, serta menetralkan pH menggunakan metode *constructed wetland* pada air lindi?
3. Bagaimana pengaruh variasi berat tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dalam penurunan parameter pencemar BOD, COD, TSS, serta menetralkan pH menggunakan metode *constructed wetland* pada air lindi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan efektivitas proses metode *constructed wetland* dalam menyisih kadar pencemar pada air lindi
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi waktu tinggal dalam penurunan parameter pencemar BOD, COD, TSS, serta menetralkan pH menggunakan metode *constructed wetland* pada air lindi.
3. Untuk mengetahui pengaruh variasi berat tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dalam penurunan parameter pencemar BOD, COD, TSS, serta menetralkan pH menggunakan metode *constructed wetland* pada air lindi

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di dapat dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan pemahaman mengenai penurunan kadar air lindi parameter BOD, COD, TSS serta menetralkan pH dengan metode *constructed wetland*.

1.5 Batasan Penelitian

Metodologi penelitian ini berkenaan dengan pengolahan air lindi menggunakan metode *constructed wetland*, limbah yang digunakan merupakan air lindi yang diambil pada pipa *inlet* kolam *reed bed*. Pada penelitian ini menfokuskan pada tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes*) sebagai media tanaman dan parameter yang diukur adalah BOD, COD, TSS dan pH.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Lindi

Air lindi adalah limbah cair sebagai akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah kemudian membilas dan melarutkan materi yang ada dalam timbunan tersebut, sehingga memiliki variasi kandungan polutan organik dan anorganik. Instalasi pengolahan limbah lindi adalah instalasi yang memproses limbah lindi agar bila dibuang ke sungai tidak mencemari lingkungan, Dampak negatif air lindi adalah dapat membunuh biota-biota yang ada di sungai, pencemaran air tanah, terutama di daerah yang curah hujan dan muka air tanahnya tinggi (Saleh dan Purnomo, 2014). Lindi (*leachate*) merupakan cairan yang meresap melalui sampah yang mengandung unsur - unsur terlarut dan tersuspensi atau cairan yang melewati *landfill* dan bercampur serta tersuspensi dengan zat-zat atau materi yang ada dalam tempat penimbunan (*landfill*) tersebut. Cairan dalam *landfill* merupakan hasil dari dekomposisi sampah dan cairan yang masuk ke tempat pembuangan seperti aliran atau drainase permukaan, air hujan dan air tanah (Hadiwidodo dkk., 2012).

Air lindi ini mengandung bahan organik, anorganik, mikroorganisme, serta logam berat yang cukup tinggi. Air lindi mengandung logam berat yang sangat berbahaya bagi lingkungan, karena sifat logam berat yang akumulatif menyebabkan kandungannya selalu bertambah dan dapat mengurangi kebersihan air di lingkungan sekitar, dan jika air tersebut digunakan untuk keperluan sehari-hari, maka kandungan logam berat yang terakumulasi dalam air tersebut akan terakumulasi juga dalam tubuh makhluk hidup dan merusak ekosistem (Larasati dkk., 2015). Umumnya, karakteristik lindi terdiri dari tingginya konsentrasi COD dan adanya logam berat, lindi biasanya juga mempunyai konsentrasi amoniak, N-organik, Fe, Mn, Ca, Mg, Na, K, dan Cl yang cukup tinggi pula. Pembuangan lindi dapat menyebabkan permasalahan lingkungan yang serius karena lindi dapat meresap melalui tanah dan menyebabkan pencemaran air tanah dan permukaan jika tidak diolah dengan baik (Sari, 2017).

2.2 Standar Baku Mutu Air Lindi

Standar baku mutu air lindi telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 59 Tahun 2016 tentang baku mutu air lindi dapat dilihat pada tabel 2.1 :

Tabel 2.1 Standar Baku Mutu Air Lindi

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH (<i>Power of Hydrogen</i>)	-	6-9
BOD (<i>Biochemical Oxygen Demand</i>)	Mg/L	150
COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	Mg/L	300
N-total (<i>Nitrogen Total</i>)	Mg/L	60
TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	Mg/L	100
Merkuri (Hg)	Mg/L	0,005
Kadmium (Cd)	Mg/L	0,1

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 59 tahun 2016 tentang standar baku mutu air lindi

2.3 Parameter Air Lindi

Ada beberapa parameter limbah lindi yang harus memenuhi baku mutu yang berlaku yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 59 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Lindi, diantaranya sebagai berikut:

a. pH (*Power of Hydrogen*)

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman ataupun tingkat kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Derajat keasaman berpengaruh terhadap daya racun bahan pencemaran dan kelarutan beberapa gas, serta menentukan banyak zat di dalam air. Skala pH berkisar antara 1-14 (Ningrum, 2018). Kadar asam yang terkandung pada suatu larutan akan mempengaruhi nilai pH, Semakin asam suatu larutan, maka akan semakin kecil pH nya. Untuk mengukur kadar pH dapat dilakukan dengan menggunakan kertas lakmus ataupun pH meter (Azmi, 2016).

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk mendegradasi bahan-bahan organik secara kimia dalam air. Penurunan COD menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur merupakan bahan-bahan yang tidak dapat dipecah secara biokimia (Nurjanah dkk., 2017) .

c. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) merupakan analisis yang berbentuk empiris yang secara global tidak jauh dengan proses mikrobiologis yang terdapat di dalam zat cair. Analisa terhadap kandungan BOD sangat diprioritaskan dalam melihat proses mikrobiologis yang terjadi di dalam zat cair (Rahmawati dan Azizah, 2005). BOD dapat dikatakan sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh perairan yang mengandung populasi mikroba sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai. Dari penjelasan ini dapat disimpulkan bahwa meskipun nilai BOD menyatakan jumlah oksigen, tetapi nilai BOD dapat juga diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik yang dapat terurai dengan mudah (*biodegradable organics*) yang ada di perairan (Taher, 2015).

d. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan padat dan tidak terlarut yang menyebabkan terjadinya kekeruhan air (Karina, 2017) Berdasarkan sifat fisik kualitas air didasarkan pada jumlah kandungan *Total Suspended Solid* (TSS) pada dasarnya partikel-partikel yang terdapat di dalam air akan menyebabkan air menjadi keruh sehingga perlunya penanganan dalam menangani kekeruhan air yang terjadi (Sarwono dkk., 2017) .

e. N-Total (*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 amonia, nitrit dan nitrat. Di dalam air limbah kebanyakan dari nitrogen itu pada dasarnya

terdapat dalam bentuk organik atau nitrogen protein dan amonia. Setingkat demi setingkat nitrogen organik itu diubah menjadi nitrogen amonia, dalam kondisi-kondisi aerobik, oksidasi dari amonia menjadi nitrit dan nitrat terjadi sesuai waktunya (Sali dkk., 2018).

f. Merkuri (Hg)

Merkuri atau air raksa (Hg) merupakan logam yang berbentuk cairan dalam suhu ruang (25°C) berwarna keperakan. Sifat merkuri sama dengan sifat kimia yang stabil terutama di lingkungan sedimen, yaitu mengikat protein, mudah menguap dan mengemisi atau melepaskan uap merkuri beracun walaupun pada suhu ruang. Senyawa logam merkuri sering dijumpai di dalam air lindi dari tempat pembuangan akhir sampah, air limbah pelapisan logam, industri pencucian komponen elektronika, air limbah laboratorium dan lainnya. Air raksa atau merkuri atau *hydrargyrum* (Hg) termasuk logam berat yang menguap pada temperatur kamar. Karena sifat kimia-fisiknya merkuri pernah digunakan sebagai campuran obat. Saat ini merkuri banyak digunakan dalam industri pembuatan amalgam, perhiasan, instrumentasi, fungisida, bakterisida, dan lain sebagainya (Said, 2018).

g. Kadmium (Cd)

Di perairan umumnya Kadmium hadir dalam bentuk ion-ionnya yang terhidrasi, garam-garam klorida, dikomplekskan dengan ligan anorganik atau membentuk kompleks dengan ligan organik. Logam kadmium akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup (tumbuhan, hewan dan manusia). Dalam tubuh biota perairan jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan. Di samping itu, tingkatan biota dalam sistem rantai makanan turut menentukan jumlah Cd yang terakumulasi. Di mana pada biota yang lebih tinggi stratanya akan ditemukan akumulasi Cd yang lebih banyak, sedangkan pada biota top level merupakan tempat akumulasi paling besar. Bila jumlah Cd yang masuk tersebut melebihi ambang maka biota dari suatu level atau strata tersebut akan mengalami kematian dan bahkan kemusnahan (Nur, 2013).

2.4 Constructed Wetland

Constructed wetland merupakan pengolahan limbah yang meniru dari proses yang terjadi di lahan basah/rawa (*wetland*), dimana tumbuhan air (*hydrophyta*) yang tumbuh di daerah tersebut memegang peran penting dalam proses pemulihan kualitas air. *Constructed wetland* memiliki keuntungan dibandingkan dengan proses lainnya yaitu murah dari segi biaya untuk pengolahannya, pengoperasian dan perawatan lebih mudah, mempunyai efisiensi yang cukup tinggi, dapat menghilangkan logam-logam berat, serta dapat memberikan keuntungan yang tidak langsung seperti mendukung fungsi ekologis (Azmi dkk., 2016). *Constructed Wetlands* salah satu rekayasa sistem pengolahan limbah yang dirancang dan dibangun dengan melibatkan tanaman air, tanah atau media lain, dan kumpulan mikroba terkait (Suswati dan Wibisono, 2013).

klasifikasi Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands*) berdasarkan jenis tanaman yang digunakan, terbagi menjadi 3 (tiga) kelompok, yaitu : Sistem yang menggunakan tanaman makrophyta mengambang atau sering disebut dengan Lahan Basah sistem Tanaman Air Mengambang (*Floating Aquatic Plant System*), Sistem yang menggunakan tanaman makrophyta dalam air dan umumnya digunakan pada sistem Lahan Basah Buatan tipe Aliran Permukaan (*Surface Flow Wetlands*), Sistem yang menggunakan tanaman makrophyta yang akarnya tenggelam atau sering disebut juga *amphibious plants* dan biasanya digunakan untuk Lahan Basah Buatan tipe Aliran Bawah Permukaan (*Subsurface Flow Wetlands*) (Suprihatin, 2014).

Constructed wetland atau rawa buatan memiliki kemampuan cukup tinggi dalam menghilangkan bahan pencemar. *Constructed Wetland* memiliki prinsip kerja sistem pengolahan limbah dengan memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan air dengan mikroorganisme dalam media di sekitar sistem perakaran (*Rhizosphere*) tanaman tersebut. Mekanisme dan efisiensi ini bergantung pada jenis kontaminan, ketersediaan hayati dan sifat tanah. Penyerapan kontaminan pada tanaman terjadi terutama melalui sistem akar, di mana merupakan mekanisme utama untuk mencegah toksisitas. Sistem akar menyediakan luas permukaan yang sangat besar yang menyerap dan mengakumulasi air dan nutrisi penting untuk pertumbuhan bersama dengan kontaminan lainnya. Tinjauan ini telah mengidentifikasi tiga

mekanisme dimana tanaman dapat mentreatment massa kontaminan di tanah, sedimen, dan air (Erwin dkk., 2017).

2.5 Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)

Tanaman Kayu apu (*Pistia stratiotes*) adalah salah satu tumbuhan fitoremediator, Tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*) mampu mencengkeram lumpur dengan berkas akarnya dan menyerap kelebihan zat hara yang menyebabkan pencemaran. Penyerapan ini terjadi karena zat khelat yang diekskresikan oleh jaringan akar kayu apu (Rismawati, 2020).

Tanaman kayu apu (*Pistia stratiotes*), memiliki susunan daun membentuk roset, warnanya hijau cerah dengan tekstur tebal berdaging serta berambut halus. Setiap roset daun tersebut dihubungkan oleh batang kecil menjalar yang mudah di potong. Akarnya menyerupai rambut tumbuh tepat di bawahnya. Bentuk tanaman kayu apu umumnya, tinggi 5–10 cm dengan akar menggantung dalam air, batang pendek, tebal lurus dengan tunas menjalar, daun berjejal rapat, berdiri serong, berbentuk baji sampai tiga segi terbalik dengan ujung membulat lebar dan sedikit terbalik melekuk ke dalam dengan pangkal daun yang berupa spon dan berambut, tulang daun berpangkal semua pada baris daun. Sifat-sifat kayu apu adalah tumbuhan ini dapat tumbuh di sungai, danau, dan air yang tergenang. Pertumbuhan optimal pada temperatur 22–30°C, pertumbuhan maksimal pada temperatur 35°C. Tumbuhan ini hidup dengan menyerap unsur hara yang terkandung di dalam air melalui akarnya. Tumbuhan kayu apu merupakan gulma air yang hidupnya mengapung di permukaan air dengan akar yang panjang dengan lebat dan bercabang halus (Eceng dkk., 2018).

Dalam tata nama atau sistematika (*taksonomi*) tumbuh-tumbuhan, tanaman Kayu Apu dimasukkan ke dalam klasifikasi berikut :

- Kingdom : *Plantae* (tumbuhan)
- Subkingdom : *Tracheobionta* (berpembuluh)
- Super divisi : *Spermatophyta* (menghasilkan biji)
- Divisi : *Magnoliophyta* (berbunga)
- Kelas : *Liliopsida* (berkeping satu / monokotil)
- Sub-kelas : *Arecidae*

Ordo : *Arales*
Famili : *Araceae* (suku talas-talasan)
Genus : *Pistia*
Spesies : *Pistia stratiotes L*



Gambar 2.1 Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)

Tanaman ini hidup dari menyerap udara dan unsur hara yang terkandung dalam air. Selain itu tanaman Kayu Apu bisa memfilter, mengabsorpsi partikel dan ion-ion logam yang terdapat dalam air limbah melalui akar (Nirmala dkk., 2016), kayu apu sebagai tumbuhan air yang memiliki potensi dalam menurunkan kadar pencemaran air limbah, memiliki kadar bahan organik tinggi. Di Indonesia, gulma kayu apu banyak ditemui pada lahan padi sawah dan masih dianggap sebagai gulma (Sebayang dkk., 2010).

A R - R A N I R Y



Gambar 2.2 Struktur Akar Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)

Akar yang dimiliki tanaman kayu apu yaitu akar serabut, akar panjang berwarna putih menggantung dibawah roset yang mengembang bebas di sepanjang saluran air, akarnya memiliki stolon, rambut-rambut akar membentuk suatu struktur berbentuk seperti keranjang dan dikelilingi gelembung udara, sehingga meningkatkan daya apung tumbuhan ini. Akar dapat tumbuh panjang hingga mencapai 80 cm.



Gambar 2.3 Struktur daun tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*)

Daun-daun tanaman kayu apu tersusun secara roset di dekat akar, sehingga sering disebut roset akar. Daunnya merupakan daun tunggal, ujung daunnya membulat namun pangkal daun rancing, tepi daun belengkuk dan tertutupi dengan

rambut tebal dan lembut, panjang daun sekitar 2-10 cm, sedangkan lebar daun sekitar 2- 6 cm, daunnya membentuk suatu pahatan seperti mahkota bunga mawar dan sedikit kenyal, pertulangan daunnya sejajar dimana tulang daun tipis dan terselubung. Daun-daunnya berwarna hijau bila sudah tua agak berwarna kuning.

Tanaman kayu memiliki titik jenuh, titik jenuh pada tanaman Kayu Apu diduga karena kemampuan menyerap bahan organik yang sangat besar di awal sehingga menyebabkan daun kayu apu menjadi layu. Kemudian semakin hari tanaman tersebut mati diduga karena kurang bisa beradaptasi dengan kondisi media. Titik jenuh bisa dilihat ketika tanaman sudah tidak bekerja lagi karena mati. Tanaman telah mencapai titik jenuh atau batas toleransi dalam menerima polutan dalam air limbah karena kemungkinan adanya senyawa polutan ekstrim yang ada dalam air lindi yang diuji coba, yang memang tidak diujikan. Kemungkinan senyawa tersebut masuk dalam kelompok bahan berbahaya dan beracun atau ada kandungan logam berat yang cukup tinggi yang menyebabkan tanaman menjadi layu atau mati (Widiarti dan Muryani, 2018).

2.6 Hasil Telaah Pustaka Penelitian

Penelitian mengenai penggunaan metode *Constructed Wetland* yang sudah dilakukan pada penelitian terdahulu dengan menunjukkan hasil yang berbeda dan dengan parameter yang berbeda. Berikut ini hasil telaah pustaka penelitian penggunaan metode *Constructed Wetland* pada pengolahan air limbah.

- Penelitian yang dilakukan oleh Sarip Usman (2014), pada penelitian ini menggunakan metode *Constructed Wetland* salah satu cara yang digunakan untuk pengolahan lindi yang memanfaatkan simbiosis mikroorganisme dalam tanah dan akar tanaman. Metode ini tidak memerlukan biaya yang tinggi dalam operasional dan pemeliharaannya karena berlangsung secara alamiah, sehingga dapat menjadi solusi untuk kendala biaya, teknis dan operasional sistem pengolahan konvensional.
- Penelitian yang dilakukan oleh Eucinda Erwin (2017), menggunakan metode *Constructed wetland* atau rawa buatan memiliki kemampuan yang baik dalam menghilangkan bahan pencemar. Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (*SubSurface Flow-Wetlands*) memiliki prinsip kerja sistem

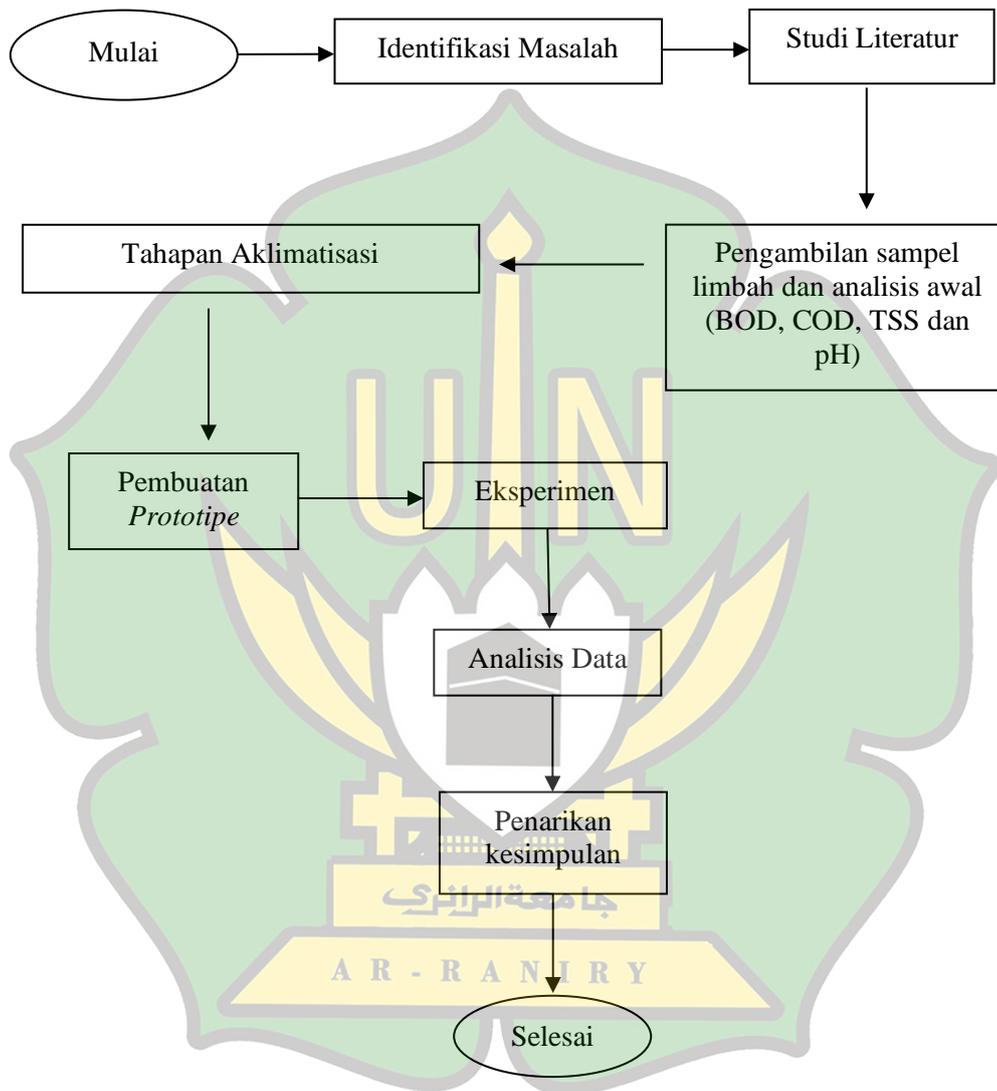
pengolahan limbah dengan memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan air dengan mikroorganisme dalam media di sekitar sistem perakaran (Rhizosphere) tanaman tersebut. Penelitian ini menggunakan limbah laundry menggunakan metode *Constructed wetland* pada tanaman rumput teki (*Cyperus rotundus L.*), menjadi pilihan dalam upaya pengolahan limbah laundry.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Umum

Diagram alir di dalam penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir

Adapun penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut:

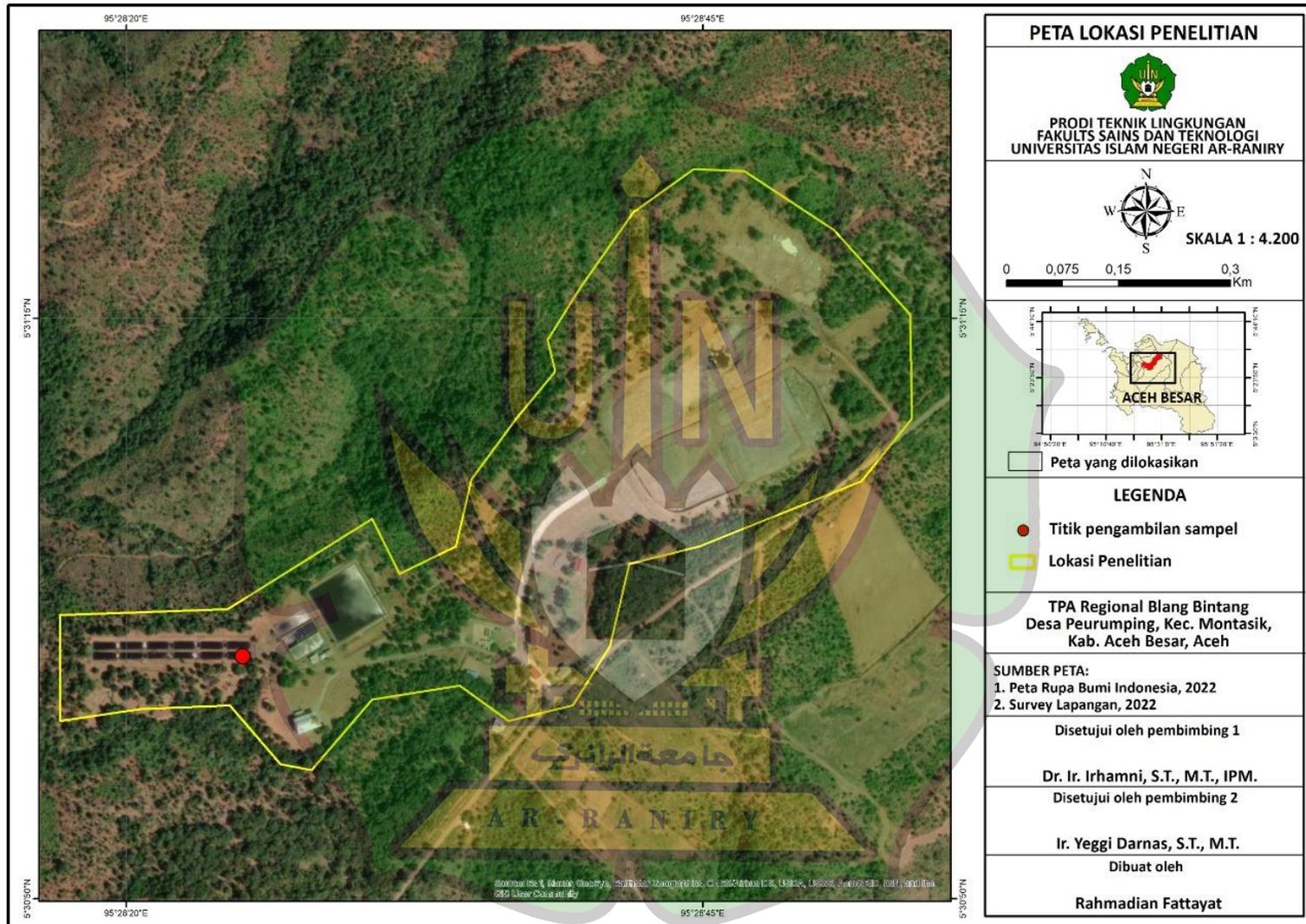
1. Studi literatur, dengan dilakukannya studi dalam mengetahui informasi pengumpulan data terkait dengan penelitian baik dari jurnal, buku maupun skripsi.
2. Observasi awal, adalah tahapan yang bertujuan untuk mengetahui kondisi lapangan dari TPA Regional Blang-Bintang, sehingga bisa ditentukan alternatif pengolahan limbah yang sesuai dan inovatif serta lebih efisien.
3. Tahapan persiapan, pada tahap ini dilakukan penyiapan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian dengan tujuan agar waktu dan pekerjaan yang dilakukan bisa lebih efektif.
4. Persiapan pengambilan sampel. Pengambilan sampel dilakukan untuk melakukan analisa awal yaitu pengujian nilai BOD, COD, TSS serta pH yang terdapat dalam air lindi tersebut.
5. Tahapan Aklimatisasi tanaman kayu apu dilakukan selama 7 hari dengan menggunakan sampel air lindi yang bertujuan untuk menyesuaikan tanaman dan beradaptasi pada lingkungan baru.
6. Pembuatan prototipe reaktor *constructed wetland* dengan menggunakan tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) yang digunakan untuk menyisihkan kontaminan yang terdapat pada air lindi tersebut.
7. Tahapan eksperimen, adalah tahapan untuk mengetahui variabel yang terjadi selama proses metode *constructed wetland* dengan air lindi menggunakan tanaman kayu Apu (*pistia stratiotes*), dengan variasi berat tanaman 200 gram dan 400 gram serta waktu tinggal (hari) 3 hari dan 6 hari untuk menurunkan nilai parameter BOD, COD, TSS serta perubahan nilai pH yang terdapat dalam air lindi.
8. Tahapan analisis data, tahap ini dilakukan apabila sampel air lindi TPA Regional Blang-Bintang yang telah diuji parameternya sehingga menjadi informasi dan bisa dipergunakan untuk menarik kesimpulan.
9. Tahapan penarikan kesimpulan merupakan tahapan dalam menjawab pertanyaan yang muncul pada rumusan masalah dalam penelitian ini yang dijelaskan berdasarkan hasil penelitian yang telah didapatkan.

3.2 Pengambilan Sampel

3.2.1 Lokasi dan Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air lindi berlokasi di *Leachate treatment plant* (LTP), tepatnya di pipa *inlet* pada kolam *reed bed*. Peta lokasi dapat dilihat pada Gambar 3.2. Lokasi pemeriksaan parameter air lindi dilakukan di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Laboratorium Teknik Kimia, Universitas Syiah Kuala.





Gambar 3.2 Peta lokasi pengambilan sampel



Gambar 3.3 Kolam *Reed bed* TPA Regional Blang-Bintang



Gambar 3.4 Lokasi pengambilan sampel di pipa *inlet* kolam *reed bed*

3.2.2 Teknik pengambilan sampel

Pengambilan sampel air limbah dilakukan dengan teknik grab sampling atau sesaat. Sampel diambil pada saluran sebelum masuk ke badan air (SNI 6989.59:2008) dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sampel lindi diambil langsung dari di tempat pengolahan lindi yaitu di pipa inlet pada kolam *Reed bed*, di Desa Perumping Kecamatan Montasik kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh
2. Sampel diambil pada jam sekian menggunakan gayung bertangkai dan dimasukkan kedalam wadah atau jerigen dengan ukuran 10 Liter.
 - a. Tidak terbuat dari bahan yang mempengaruhi sifat.
 - b. Dapat dicuci dari bekas sebelumnya dengan mudah.
 - c. Mudah dan nyaman untuk dibawa.
 - d. Mudah dipisahkan kedalam botol penampung tanpa ada bahan sisa tersuspensi di dalamnya.
 - e. Kapasitas tergantung dari tujuan penelitian.

3.3. Eksperimen

3.3.1. Alat dan Bahan Eksperimen

Adapun Alat dan Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, ditunjukkan pada tabel 3.2 sebagai berikut:

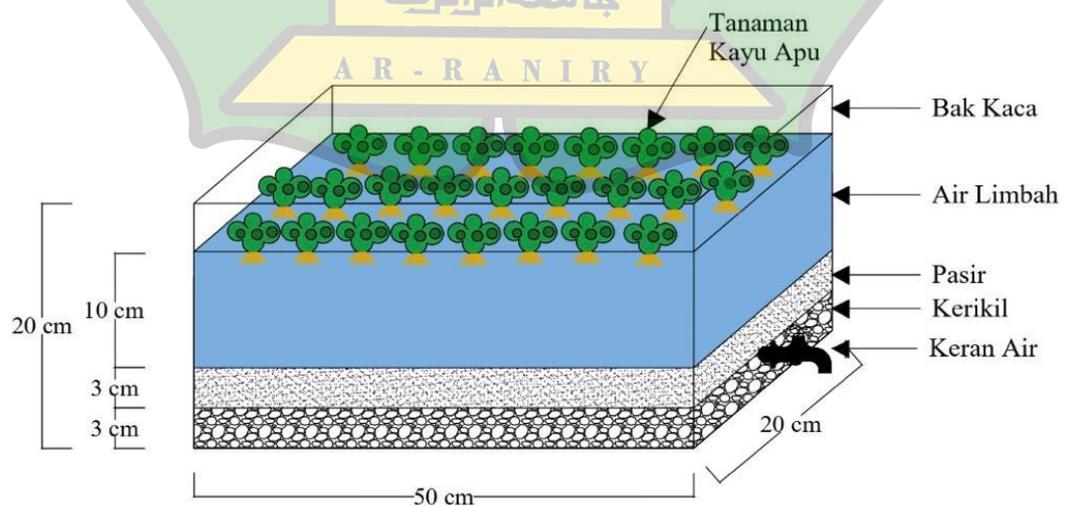
Tabel 3.2 Alat dan Bahan yang digunakan untuk eksperimen

No	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Keterangan
1.	Air Lindi	-	30 Liter	Sampel yang akan diteliti
2.	Bak Kaca	Ketebalan 5 mm, ukuran 50 cm x 20 cm x 20 cm	3 buah	Bak reaktor eksperimen
3.	Tanaman Kayu Apu (<i>Pistia stratiotes</i>)	Panjang 2-10 cm Lebar 5-14 cm	200 gram dan 400 gram	Pengurai limbah Lindi
4.	Kerikil	Ketebalan 3 cm	-	Media filtrasi limbah
5.	Pasir	Ketebalan 3 cm	-	Media filtrasi limbah

7.	Keran	-	3 buah	Mengeluarkan sampel dari bak kaca
8.	Jerigen	-	1 buah	Menampung sampel limbah
9.	Gayung	-	1 buah	Mengambil sampel limbah
10.	Kertas saring whatman	42 μm	20 Lembar	Pengujian TSS
11.	Aquadest	-	2 Liter	Untuk membersihkan alat-alat laboratorium
12.	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	-	50 mL	Pengujian COD
13.	H_2SO_4	-	100 mL	Pengujian COD

3.3.2. *Prototype Reaktor Constructed Wetland*

Prototipe reaktor *constructed wetland* mengacu pada Elystia dkk., (2014) yang terbuat dari bak reaktor berbahan kaca memiliki ketebalan 5 mm dengan ukuran 50 cm \times 20 cm \times 20 cm. Pada reaktor ini diisi dengan media berupa, kerikil dan pasir dengan masing-masing ketebalan 3 cm. Adapun desain reaktor *constructed wetland* dapat dilihat pada Gambar 3.4, sebagai berikut:



Gambar 3.5 Prototipe Reaktor *Constructed wetland*



Gambar 3.6 Tampak atas Reaktor *Constructed wetland*



Gambar 3.7 Tampak samping Reaktor *Constructed wetland*

3.3.3. Variasi Eksperimen metode *Constructed Wetland*

Adapun variasi eksperimen terdiri dari variabel terikat dan variabel bebas, sebagai berikut:

1. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan beberapa faktor yang diamati serta diukur untuk menentukan pengaruh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini terdiri dari air lindi, pengaruh nilai BOD, COD, TSS dan pH.

2. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi perubahan untuk menentukan antara fenomena yang diamati. Variasi waktu tinggal (3 hari dan 6 hari) dan variasi berat tanaman 200 gram pada bak pertama dan 400 gram pada bak kedua.

3.3.4. Prosedur Eksperimen metode *Constructed Wetland*

Eksperimen *constructed wetland* dengan menggunakan tanaman Kayu Apu (*pistia stratiotes*) dalam pengolahan air lindi ini dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Disediakan 3 reaktor bak kaca yang berukuran masing-masing 50 cm x 20 cm x 20 cm dengan ketebalan 3 cm.
2. Dimasukkan media yaitu kerikil dan Pasir dengan masing-masing ketebalan 3 cm kedalam reaktor bak kaca. Lalu, dimasukkan air lindi sebanyak 10 liter pada masing-masing reaktor bak kaca.
3. Kemudian, dimasukkan tanaman kayu apu dengan berat 200 gram pada reaktor bak kaca pertama, 400 gram pada reaktor bak kaca kedua dan reaktor bak kaca ketiga dijadikan sebagai bak kontrol.
4. Setelah semua perlakuan metode *constructed wetland* telah dilakukan, maka pengambilan sampel air lindi dilakukan pada hari ketiga dan keenam.
5. Sampel diambil 500 ml pada semua reaktor bak kaca baik itu hari ketiga maupun keenam untuk dilakukan pengujian BOD, COD, TSS dan pH.

3.4 Pengukuran Parameter Air Lindi

Adapun pengukuran parameter yang digunakan dalam penelitian ini, ditunjukkan pada Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3 Pengukuran Parameter Air Lindi

No	Parameter	Metode uji	Acuan
1.	BOD	Gravimetri	SNI 6989.72:2009
2.	COD	Bichromat	SNI 6989.2:2019
3.	TSS	Gravimetri	SNI 6989.3:2019
4.	pH	pH Meter	SNI 6989.11:2019

Untuk prosedur pengukuran parameter BOD, COD, TSS dan pH dapat dilihat pada Lampiran C.

3.5. Analisis Data

3.5.1 Efektivitas

Tahap analisis data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu untuk mengetahui persentase penurunan beban pencemar pada air lindi dari masing-masing parameter yang telah diuji pada saat dan sesudah dilakukannya pengolahan dengan menggunakan metode *constructed wetland*.

$$Efektivitas (\%) = \frac{x-y}{x} \times 100\% \quad (3.1)$$

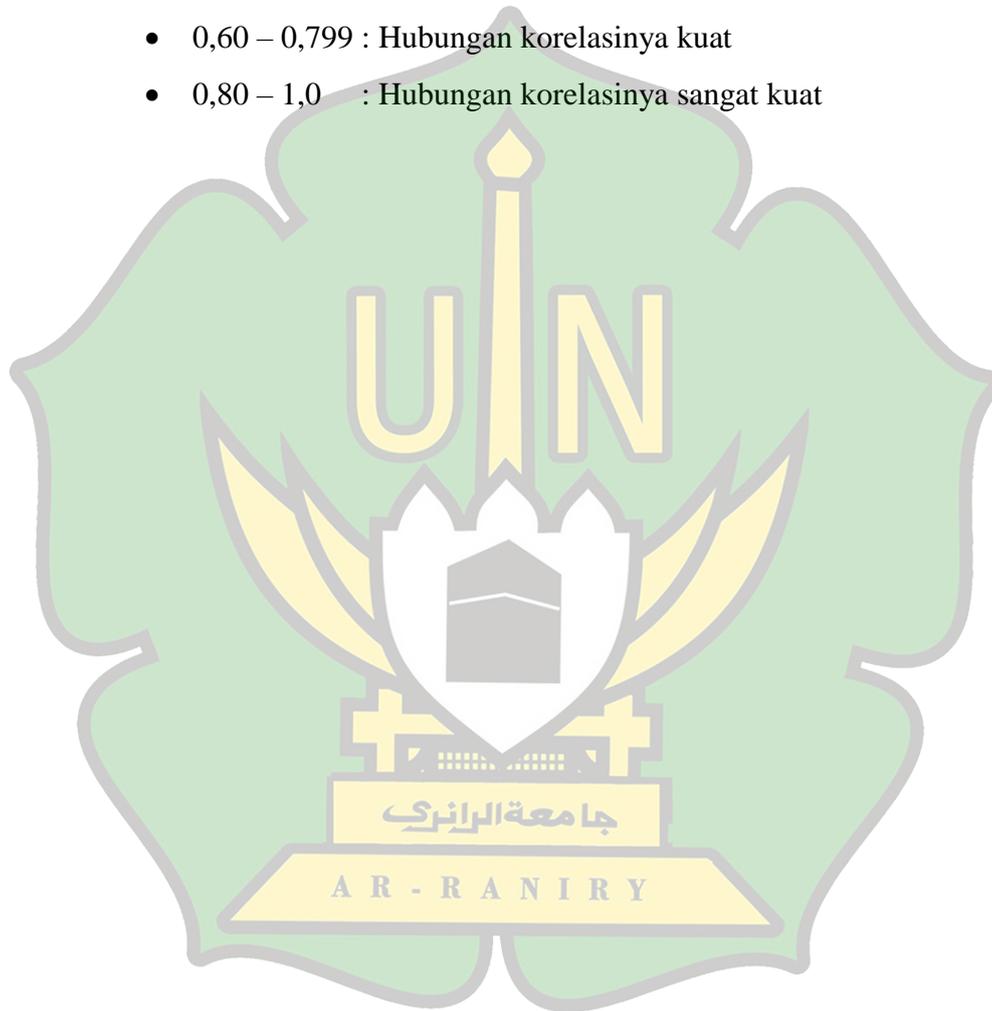
Dengan x adalah kadar sebelum pengolahan air limbah dan y adalah kadar setelah pengolahan air limbah menggunakan metode *constructed wetland*.

3.5.2 Analisis Statistik

Analisis statistik yang digunakan pada penelitian ini menggunakan sebuah *software* untuk melakukan pengolahan data dan menganalisis data yaitu Microsoft Excel. Microsoft Excel (MS-Excel) adalah suatu program aplikasi lembar kerja elektronik yang canggih dan mudah dioperasikan. Microsoft Excel berfungsi membantu dalam hal menghitung dan mempresentasikan data dalam bentuk informasi (Pratiwi, 2012). Analisis yang digunakan adalah analisis data korelasi. Analisis korelasi merupakan salah satu teknik analisis dalam statistik yang

digunakan untuk mencari hubungan antara dua variabel yang bersifat kuantitatif, sehingga diperoleh hubungan antara variabel X dengan variabel Y. Berikut adalah cara pengambilan keputusan dalam melakukan analisis korelasi yaitu sebagai berikut:

- 0,00 – 0,199 : Hubungan korelasinya sangat lemah
- 0,20 - 0,399 : Hubungan korelasinya lemah
- 0,40 – 0,599 : Hubungan korelasinya sedang
- 0,60 – 0,799 : Hubungan korelasinya kuat
- 0,80 – 1,0 : Hubungan korelasinya sangat kuat



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa limbah air lindi TPA Regional Blang-Bintang belum layak untuk dibuang langsung ke perairan karena nilai kadar parameter BOD, COD, TSS dan pH melebihi batas baku mutu limbah air lindi atau belum sesuai dengan standar baku mutu air lindi yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Baku Mutu Air Lindi No 59 Tahun 2016. Dengan demikian, air lindi perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan atau badan air.

Tabel 4. 1 Hasil uji kualitas sampel awal air lindi

No	Parameter	Hasil Pengujian	BakuMutu	Keterangan*
1	pH	8,6	6-9	Memenuhi syarat
2	BOD (mg/L)	510	150	Tidak memenuhi syarat
3	COD (mg/L)	1389	300	Tidak memenuhi syarat
4	TSS (mg/L)	826	100	Tidak memenuhi syarat

Tabel 4.1 Hasil analisis parameter COD, BOD, TSS serta pH pada air lindi setelah dilakukannya pengolahan dengan metode *constructed wetland*

Waktu Tinggal (hari)	Berat Tanaman (gram)	pH			TSS (mg/L)				COD (mg/L)				BOD (mg/L)			
		BM	HPA	HPSE	BM	HPA	HPSE	ED (%)	BM	HPA	HPSE	ED (%)	BM	HPA	HPSE	ED (%)
0	Bak Kontrol			8,6			826				1389				510	
3				7,3			668	19,13			826	40,53			372	27,06
6					7,9			659	20,22			797	42,62			357
0	200 gram	6-9	8,6	8,6	100	826	826		300	1389	1389		150	510	510	
3				7,9			602	27,12			790	43,12			362	29,02
6				7,6			597	27,72			712	48,74			312	38,82
0	400 gram	6-9	8,6	8,6	100	826	826		300	1389	1389		150	510	510	
3				7,6			596	27,85			720	48,16			320	37,25
6				7,2			566	31,48			624	55,08			289	43,33

Keterangan: *BM (Baku mutu), *HPA (hasil pengukuran awal), *HPSE (hasil pengukuran setelah eksperimen), *EP (efektivitas penyisihan). *Warna kuning menunjukkan hasil pengolahan yang memenuhi batas baku mutu, *warna biru menunjukkan efektivitas penyisihan tertinggi.



Terhadap parameter telah dilakukannya uji korelasi menggunakan *Software* Microsoft Excel, Hasil uji korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil uji korelasi menggunakan Excel

Variabel Bebas	Variabel Terikat				Interval Koefisien (Keterangan)
	BOD	COD	TSS	pH	
Waktu tinggal (Hari)					<ul style="list-style-type: none"> • 0,00-0,199 (Sangat Rendah) • 0,20-0,399 (Rendah) • 0,40-0,599 (Sedang) • 0,60-0,799 (Kuat) • 0,80-1000 (Sangat Kuat)
Berat Tanaman	0,98	0,86	0,96	0,42	

Hasil uji korelasi yang ditunjukkan pada Tabel 4.4, menunjukkan bahwa nilai BOD di angka 0,98, COD di angka 0,86, TSS di angka 0,96 dan pH di angka 0,42. Tujuan dari analisis korelasi ini adalah untuk mengetahui hubungan antara dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Dimana jika dilihat pada tabel 4.4 nilai BOD, COD dan TSS memiliki hubungan korelasi yang sangat kuat, sedangkan untuk nilai pH hubungan korelasinya di angka sedang.

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa nilai parameter pH pada sampel air lindi TPA Regional Blang-Bintang yang berlokasi di desa perumping, Kecamatan Montasik, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh, masih memenuhi baku mutu. Sementara itu, untuk parameter BOD, COD dan TSS melebihi standar baku mutu air lindi yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: 59 tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Lindi.

Hasil eksperimen diatas menunjukkan bahwa sampel awal air lindi yang digunakan memiliki kandungan BOD sebesar 510 mg/l, kandungan COD 1389 mg/l, kandungan TSS sebesar 826 mg/l, dan nilai pH sebesar 8,6 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Pada tabel 4.2 juga menunjukkan hasil eksperimen

setelah perlakuan metode *Constructed wetland*. Hasil pengukuran menunjukkan nilai COD, BOD, TSS, dan pH terjadi penurunan pada hari ke enam seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.2. Persentase penurunan parameter BOD pada hari keenam dengan berat tanaman 200 gram dan 400 gram adalah 38,82% dan 43,33%. Persentase penurunan COD pada hari keenam dengan berat tanaman 200 gram dan 400 gram adalah 43,12% dan 48,16%. Kemudian, penurunan parameter TSS pada hari keenam dengan berat tanaman 200 gram dan 400 gram adalah 27,72% dan 31,48% dan untuk hasil pengukuran pH dengan berat tanaman 200 gram dan 400 gram di hari keenam di angka 7,6 dan 7,2..



Gambar 4.1 Tampilan fisik air lindi sesudah pengolahan

Keterangan Gambar 4.1: A R - R A N I R Y

1. 200 gram Tanaman Hari keenam
2. 400 gram Tanaman Hari keenam
3. 200 gram Tanaman Hari ketiga
4. 400 gram Tanaman Hari ketiga
5. Bak kontrol Hari keenam
6. Bak kontrol Hari ketiga

Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa nilai parameter mengalami penurunan setelah dilakukan perlakuan. Metode *constructed wetland* berhasil dalam menurunkan parameter yang diuji. Waktu tinggal 6 hari dan dengan berat tanaman 400 gram terbukti lebih bagus dalam menurunkan kadar parameter BOD, COD, TSS dan pH yang tinggi pada air lindi dari pada waktu tinggal 3 hari dengan berat tanaman 200 gram. Hal ini juga membuktikan bahwa semakin lama waktu tinggal (Hari) air lindi yang diolah dengan metode *constructed wetland* maka semakin turun pula kadar pada air lindi tersebut.

4.2 Pembahasan

4.2.1. Penurunan Konsentrasi BOD Setelah perlakuan *Constructed Wetland*

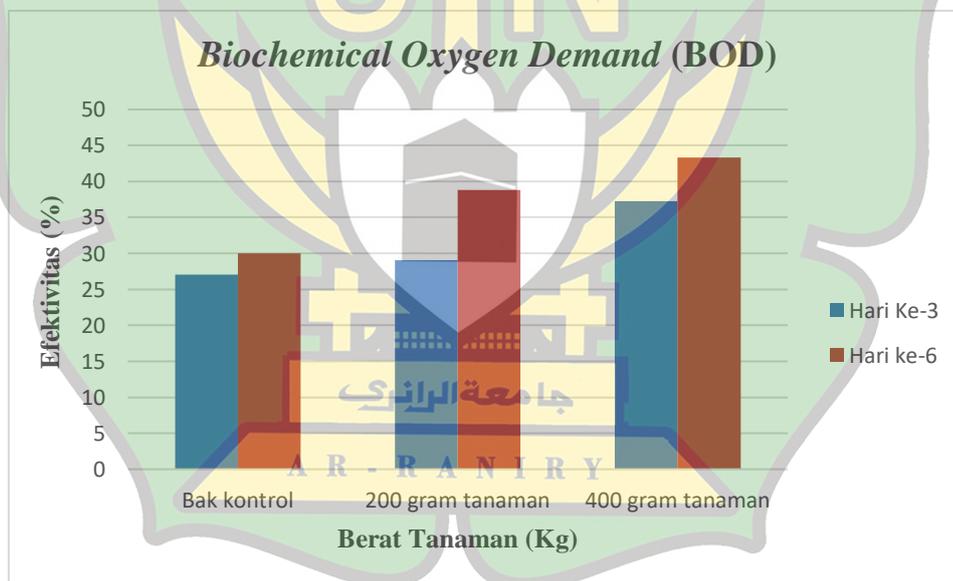
Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, kandungan BOD dari hari ke hari dan untuk persentase penyisihan kadar pencemar BOD dapat dilihat pada tabel 4.2. penurunan BOD yang paling signifikan terjadi pada hari keenam dengan berat 400 gram. Penurunan kadar parameter BOD ini terjadi melalui proses fisik dan biologis. Penyisihan fisik dari BOD terjadi melalui proses pengendapan dan penangkapan material partikulat di media tanaman. Penurunan ini terjadi oleh mikroorganisme yang memegang peranan penting dalam mengurangi bahan organik yang proses penguraiannya membutuhkan oksigen (BOD) (Usman dan Santoso, 2014).

Penyebab nilai BOD mengalami peningkatan disebabkan karena bahan organik yang telah dicerna oleh mikroorganisme yaitu dengan cara merombak limbah organik menjadi senyawa organik sederhana dan mengkonversikannya menjadi gas karbondioksida (CO₂), air (H₂O) dan energi untuk pertumbuhan dan reproduksinya dari air lindi di dalam reaktor *constructed wetland* maka kebutuhan akan oksigen semakin sedikit, berkurangnya oksigen ini sebenarnya selain digunakan untuk oksidasi bahan organik, juga digunakan dalam proses sintesa sel serta oksidasi sel dari mikroorganisme sehingga dapat menaikkan konsentrasi BOD. Selain itu, menurut Filliziati (2013), jika pertumbuhan mikroorganisme telah mencapai titik maksimal terhadap ketersediaan nutrien, maka akan mengakibatkan naiknya presentase nilai BOD, hal ini akan mengakibatkan mikroorganisme menuju

fase kematian. Untuk grafik penurunan dan presentase penurunan nilai BOD dapat dilihat pada gambar 4.2 dan gambar 4.3.



Gambar 4.2. Grafik penurunan parameter BOD menggunakan metode *constructed wetland*



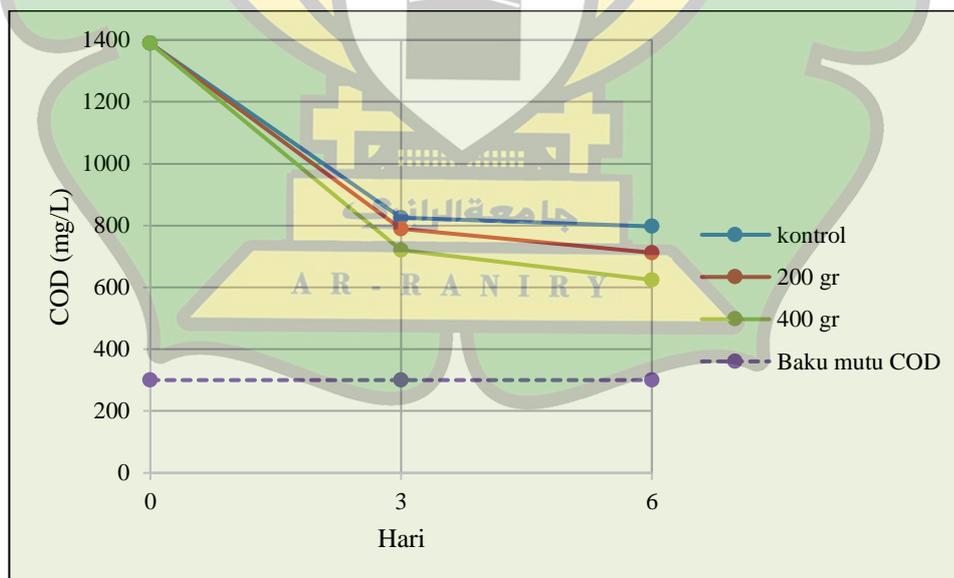
Gambar 4.3. Grafik persentase penurunan BOD

4.2.2. Penurunan Konsentrasi COD Setelah perlakuan *Constructed Wetland*

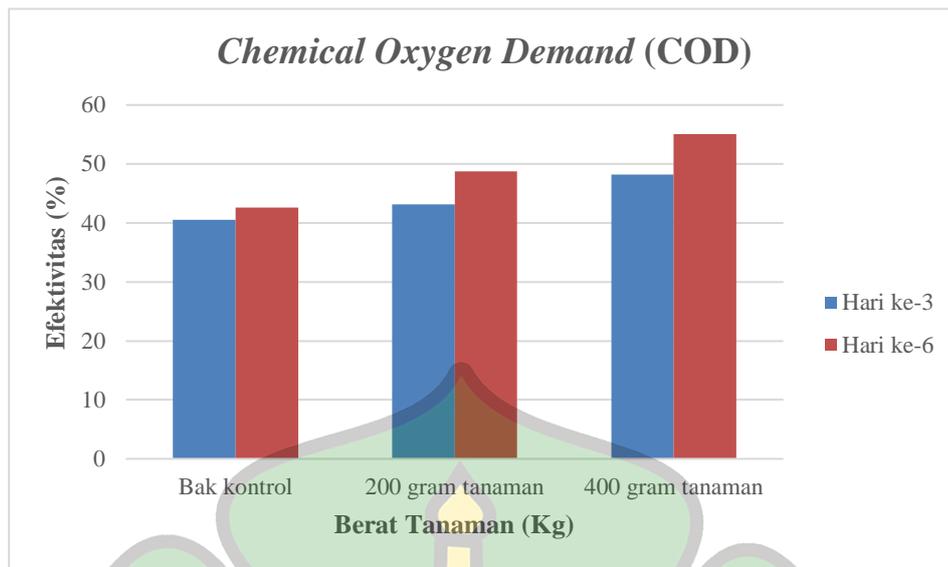
Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, kandungan COD dari hari ke hari dan untuk persentase penyisihan kadar pencemar COD dapat dilihat pada tabel 4.2. Penurunan kadar COD terjadi karena adanya proses kimia, yang disebabkan oleh adanya interaksi antara tanaman, substrat dan mikroorganisme. Proses-proses tersebut terjadi karena tanaman berperan penting karena memiliki

beberapa fungsi antara lain sebagai media tumbuh mikroorganisme dan juga menyediakan kebutuhan oksigen bagi akar dan daerah perakaran dengan proses fotosintesa, yang digunakan untuk pertanaman biologis bagi mikroorganisme yang berada di zona akar, dalam hal ini tanaman memiliki kemampuan memompakan udara melalui sistem akar. Selain itu tanaman juga menjadi komponen penting dalam proses transformasi nutrisi yang berlangsung secara fisik dan kimia mendukung proses pengendapan terhadap partikel tersuspensi (Erwin dkk., 2017).

Sedangkan kenaikan nilai parameter COD, disebabkan karena kandungan bahan organik yang tinggi hal ini menyebabkan mikroorganisme mengalami kejenuhan dan kematian sehingga materi organik tidak terurai yang ditunjukkan dengan meningkatkan nilai COD. Kemungkinan yang dapat meningkatkan nilai COD adalah waktu tinggal. Waktu tinggal merupakan lamanya waktu kontak antara tanaman dengan limbah cair domestik pada rangkaian hidroponik, karena semakin panjang waktu tinggal maka akan semakin besar penyisihan COD dan sebaliknya jika waktu tinggal pendek maka penyisihan tidak optimal (Indrayati, 2016). Untuk grafik penurunan dan persentase penurunan nilai COD dapat dilihat pada gambar 4.4 dan gambar 4.5.



Gambar 4.4. Grafik penurunan parameter COD menggunakan metode *constructed wetland*

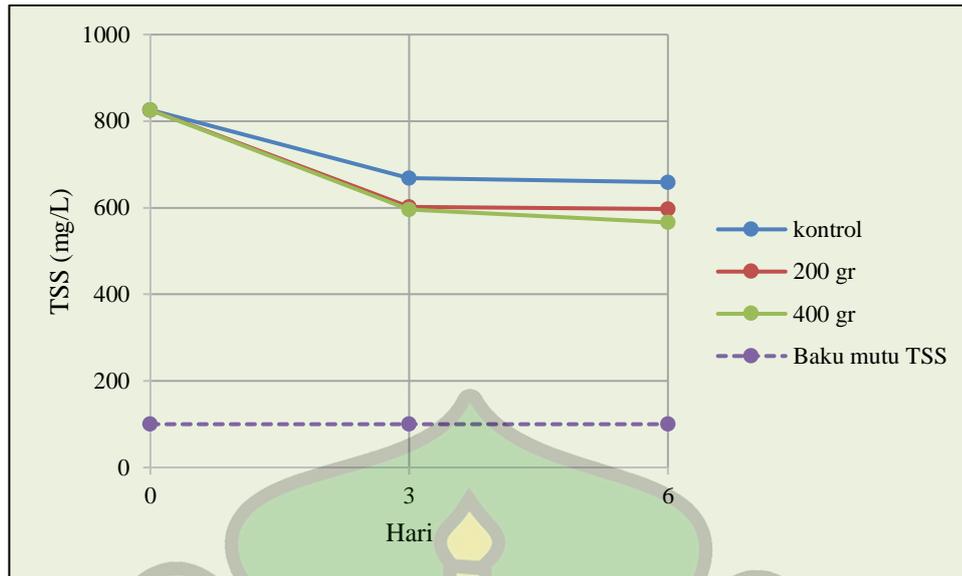


Gambar 4.5. Grafik persentase penurunan COD

4.2.3. Penurunan Konsentrasi TSS Setelah perlakuan *Constructed Wetland*

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, metode *constructed wetland* dapat menurunkan kadar TSS pada air lindi. TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan padat dan tidak terlarut yang menyebabkan terjadinya kekeruhan air. Berdasarkan sifat fisik kualitas air didasarkan pada jumlah kandungan *Total Suspended Solid* (TSS) yang pada dasarnya partikel-partikel yang terdapat di dalam air akan menyebabkan air menjadi keruh sehingga perlunya penanganan dalam menangani kekeruhan air yang terjadi (Karina, 2017).

Penurunan kandungan TSS pada reaktor lahan basah buatan terjadi melalui proses fisik seperti sedimentasi dan filtrasi. Proses sedimentasi terjadi dikarenakan air limbah harus melewati jaringan akar tanaman yang cukup panjang sehingga partikel-partikel yang melewati media dan zona akar dapat mengendap sehingga penyisihan kadar pencemar optimal (Hidayah dan Aditya, 2017). Untuk grafik penurunan dan persentase penurunan nilai TSS dapat dilihat pada gambar 4.6 dan gambar 4.7.



Gambar 4.6. Grafik penurunan parameter TSS menggunakan metode *constructed wetland*

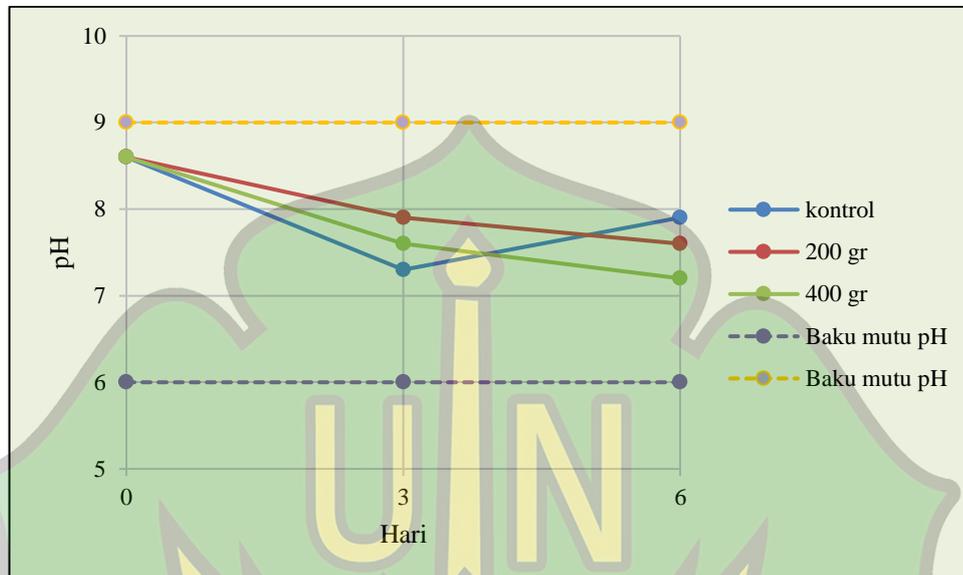


Gambar 4.7. Grafik persentase penurunan TSS

4.2.4. Perubahan nilai pH setelah perlakuan *Constructed wetland*

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, nilai pH masing-masing ditunjukkan pada Tabel 4.2. Nilai pH mengalami penurunan dari hari ke pada saat perlakuan. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.59/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Lindi, pH limbah air lindi yang diizinkan dibuang ke lingkungan adalah 6-9, sehingga nilai pH masih dalam ambang batas aman.

Penurunan kadar parameter pH umumnya terjadi karena pada pengolahan limbah terdapat proses yang menghasilkan asam sehingga menurunkan nilai pH, seperti pada proses biofilter anaerob yaitu terjadi pemecahan senyawa kompleks yang salah satunya akan menghasilkan hidrogen sulfida (Sulistia, 2019). Untuk grafik penurunan nilai pH dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4.8. Grafik perubahan nilai parameter pH menggunakan metode *constructed wetland*

Berdasarkan Gambar grafik yang telah dijelaskan diatas akselerasi penurunan konsentrasi COD, BOD , TSS dan pH sudah terjadi pada hari ketiga, penurunan nilai parameter paling optimal terjadi di hari keenam dengan variasi berat tanaman 400 gram. Tanaman telah mampu menurunkan parameter dengan baik, hal ini menunjukkan bahwa tanaman dapat menurunkan parameter dari hari ketiga hingga hari keenam. Pada hari keenam dengan variasi berat tanaman 400 gram, paling efektif dalam menurunkan parameter COD, TSS, BOD dan pH.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap bentuk fisik tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*), dari hari pertama hingga hari keenam mengalami perubahan pada bentuk fisik tanaman. Pada saat perlakuan terutama mulai hari keenam, setelah melakukan pengamatan terhadap masing-masing reaktor bak kaca tersebut memperlihatkan tanaman kayu apu mengalami perubahan pada fisik tanaman tersebut, dari warna daun yang mulai menguning, mengecil dan layu. Pada hari kedelapan tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) mati total pada semua bak reaktor

setelah perlakuan dengan metode *constructed wetland*. Hal ini kemungkinan terjadi karena kerusakan jaringan akar. Menurut Santriyana (2013), biasanya gejala toksisitas diperlihatkan oleh ukuran daun yang menjadi lebih kecil dan warna daun menjadi kuning, hal ini menunjukkan adanya penghambatan terhadap pembentukan klorofil. Kehadiran konsentrasi pencemar yang tinggi mengambil bagian terhadap terganggunya proses fotosintesis karena terganggunya enzim yang berperan terhadap biosintesis klorofil hingga menyebabkan tanaman kayu apu menjadi mati.

Penelitian ini mengkaji tentang bagaimana pengaruh variasi berat tanaman dan variasi waktu tinggal (hari) pada tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) dalam menurunkan kadar parameter BOD, COD, TSS dan pH pada air lindi dengan metode *constructed wetland* (lahan basah buatan). Hasil eksperimen menunjukkan bahwa variasi berat tanaman dan variasi waktu tinggal (hari) berpengaruh dalam menurunkan kadar parameter pencemar, dimana dengan variasi berat tanaman 400 gram dan variasi waktu tinggal hari ke-6 paling efektif dalam menurunkan parameter BOD, COD, TSS dan pH.

Pengolahan air lindi menggunakan metode *constructed wetland* dengan media tanaman kayu apu (*pistia stratiotes*) terbukti dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS, DO dan pH. Parameter yang terbukti turun memang masih belum sesuai baku mutu, tapi setidaknya dapat menurunkan kadar parameter tersebut. Belumnya tercapai angka baku mutu dikarenakan intensitas waktu yang terlalu singkat (Ramadhani dkk., 2020). Proses *constructed wetland* merupakan proses filtrasi, absorpsi oleh mikroorganisme dan absorpsi oleh akar tanaman terhadap tanah dan bahan organik, sehingga membutuhkan waktu yang optimal pada saat proses perlakuan terjadi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan pembahasan diatas maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Tanaman Kayu Apu (*pistia stratiotes*) dapat menurunkan kadar parameter pada air lindi yaitu dengan persentase BOD sebesar 43,33%, COD sebesar 55,08%, TSS sebesar 31,48% dan nilai pH sebesar 7,2.
2. Perlakuan dengan variasi berat tanaman 400 gram efektif dalam menurunkan kadar parameter BOD, COD, TSS dan pH.
3. Perlakuan dengan variasi waktu tinggal hari keenam efektif dalam menurunkan kadar parameter BOD, COD, TSS dan pH.

5.2 Saran

Adapun saran dan masukan dalam penelitian ini yaitu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan efektivitas tanaman Kayu Apu (*pistia stratiotes*) dengan lebih memperhatikan perawatan tanaman agar dapat digunakan lebih lama dan kemampuannya tidak menurun serta penambahan pengecekan parameter logam berat pada air lindi seperti Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd).

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, R. (2016). Analisa Kelayakan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah Kelurahan Gampong Jawa, Banda Aceh Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Etd Unsyiah*.
- Azmi, M., HS, E., dan Andrio, D. (2016). Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman *Typha latifolia* dengan Metode Constructed Wetland. *Jom Fteknik*, 3(2), 1–2.
- Azmi, Z., Saniman, dan Ishak. (2016). Sistem Penghitung pH Air Pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroller. *Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi*, 15(2), 101–108.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 6989.11:2019. Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Dengan Menggunakan Alat pH Meter. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 6989.2:2019. Cara Uji Kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*) dengan Refluks tertutup. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 6989.72:2009. Cara Uji Kebutuhan oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/BOD*). Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 06-6989.3:2019. Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid, TSS*) secara Gravimetri. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 6989.3:2019. Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Eceng, D. A. N., Eichhornia, G., Arum, Y., dan Hendrasarie, N. (2018). Kemampuan Adsorpsi Pb Dari Limbah Industri Oleh Tumbuhan Kayu Ambang (*Lemna minor*), Kayu Apu (*Pistia*). 11(1), 39–45.
- Elystia, S., dan Sasmita, A. (2014). Pengolahan Kandungan COD Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Oleh *Typha Latifolia* Dengan Metode Fitoremediasi.
- Erwin, E., Joko, T., dan D, H. L. (2017). Efektivitas *Constructed Wetlands* Tipe Subsurface Flow System Dengan Menggunakan Tanaman *Cyperus Rotundus* Untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan COD Pada Limbah Cair Laundry. *Jurnal*

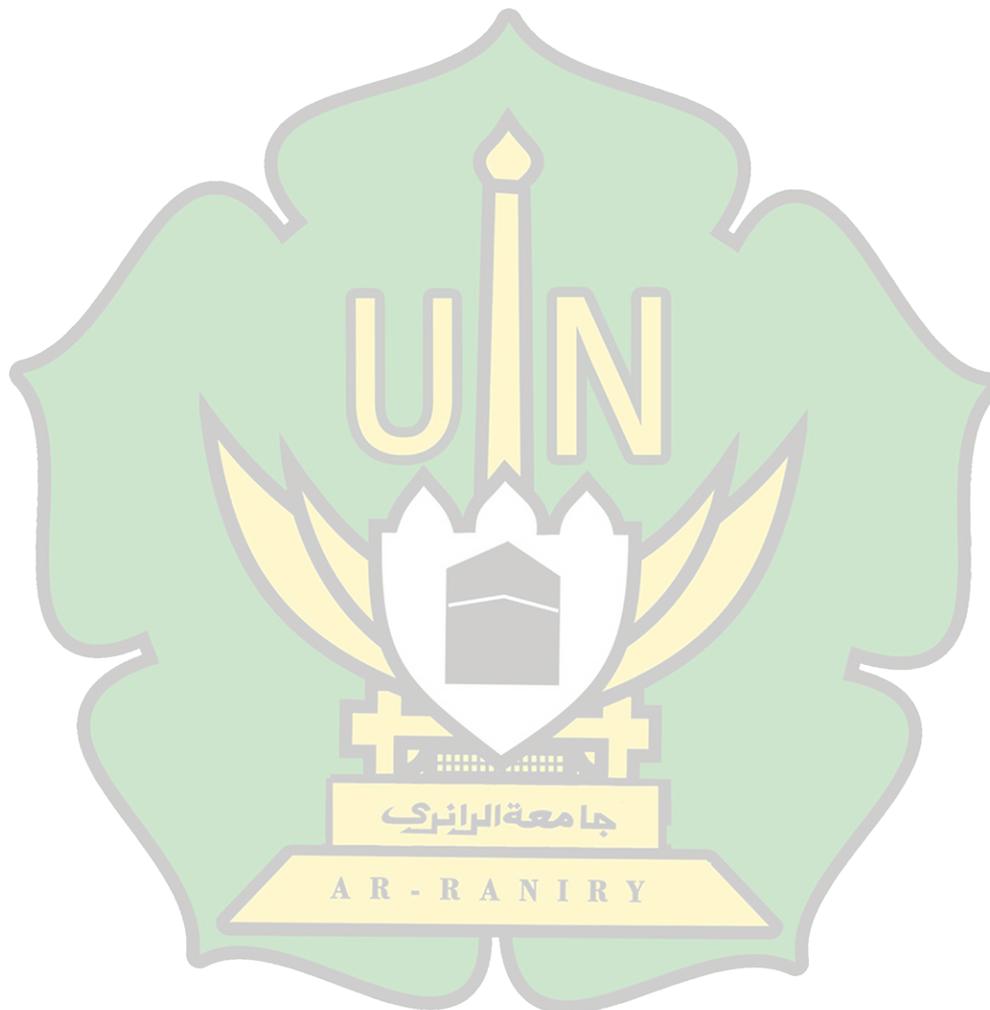
- Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 5(1), 444–449.
- Filliziati, M. (2013). Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1), 1–10. <https://doi.org/10.26418/jtllb.v1i1.4028>
- Hadiwidodo, M., Oktiawan, W., Primadani, A. R., Bernadette Nusye Parasmita, dan Gunawan, I. (2012). Pengolahan Air Lindi Dengan Proses Kombinasi Biofilter Anaerob-Aerob dan Wetland. *Jurnal Presipitasi*, 9(2), 84–95.
- Herawati, H., Kusbiantoro, B., dan Nurtama, B. (2005). Pengolahan Konsentrat Sari Buah Labu Jepang (Kobucha) dengan Menggunakan Evaporator. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian*, 588–597. <http://repo-nkm.batan.go.id/5739/2/>
- Herlambang, P., dan Hendriyanto, O. (2017). Fitoremediasi Limbah Deterjen Menggunakan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) Dan Genjer (*Limnocharis Flava L.*). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 100–114.
- Hidayah, E. N., dan Aditya, W. (2017). Potensi dan Pengaruh Tanaman pada Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Sistem Constructed Wetland. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(2), 11–18.
- Ilim Thohari dan Difya Rismawati, F. R. (2020). Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes L.*) dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Limbah Cair Industri Tahu. *Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Surabaya*, 11(April), 186–190.
- Indriyati, W., Musfiroh, I., Kusmawanti, R., Sriwidodo, dan Hasanah, A. N. (2016). *Characterization of carboxymethyl cellulose sodium (Na-CMC) from water hyacinth (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms Cellulose) growing in jatiningor and lembang. Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 100–110.
- Karina, S. (2017). *Sungai (Das) Bengawan Solo Terhadap Total Suspended*. 6, 463–473.
- Kholisah, A. N., dan Pramitasari, N. (2018). Pengolahan Limbah Tahu Menggunakan Tanaman Bambu Air Dengan Sistem *Sub Surface Flow Constructed Wetland*. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 66–73.
- Larasati, Andita, I., Susanawati, Liliya, D., dan Suharto, B. (2015). Efektivitas Adsorpsi Logam Berat Pada Air Lindi Menggunakan Media Karbon Aktif,

- Zeolit dan Silika Gel TPA Tlekung, Batu. *Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 44–48.
- Muryani, E. I. W. W. (2018). Efektivitas fitoremediasi tanaman air dalam menurunkan kadar *Total Suspended Solid (TSS) Air Lindi*.
- Ningrum, S. O. (2018). Analisis Kualitas Badan Air Dan Kualitas Air Sumur Di Sekitar Pabrik Gula Rejo Agung Baru Kota Madiun. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(1), 1–12.
- Nirmala, K., Wardani, S., Hastuti, Y. P., dan Nurussalam, W. (2016). Penentuan bobot kayu apu *Pistia stratiotes L.* sebagai fitoremediator dalam pendederan ikan gurami *Oshpronemus goramy Lac.* ukuran 3 cm *Weight determination of water lettuce Pistia stratiotes L. as phytoremediator in nursery of giant gouramy Oshpronemus g.* 15(2), 180–188.
- Nur, F. (2013). Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd). *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 1(1), 74–83. <https://doi.org/10.24252/bio.v1i1.450>
- Nurjanah, S., Zaman, B., dan Syakur, A. (2017). Penyisihan BOD dan COD Limbah Cair Industri Karet dengan Sistem Biofilter Aerob dan Plasma Dielectric Barrier Dischare (DBD). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 1–14.
- Padmi, D. dan. (2010). Pengelolaan Sampah. *Academia*, 10. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/31007687/diktatsampah-2010-bag-1-3>.
- Pratiwi, R. D. (2012). Menyusun Laporan Keuangan Sederhana Dengan Microsoft Excel. *Media Ekonomi & Teknologi Informasi*, 1(1), 64–70.
- Rahmawati, A. A., dan Azizah, R. (2005). Perbedaan Kadar BOD, COD, TSS, Dan MPN Coliform Pada Air Limbah, Sebelum Dan Sesudah Pengolahan Di RSUD Nganjuk. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(1), 97–111.
- Ramadhani, J dan Asrifah, R. R. D., (2020). Pengolahan Air Lindi Menggunakan Metode *Constructed Wetland* di TPA Sampah Tanjungrejo, Desa Tanjungrejo, Kecamatan Jekulo, Kabupaten Kudus. *Jurnal Ilmiah Lingkungan ...*, 1, 1–8. <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/kebumian/article/view/3280>
- Said, N. I. (2018). Metoda Penghilangan Logam Merkuri Di Dalam Air Limbah Industri. *Jurnal Air Indonesia*, 6(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v6i1.2447>
- Saleh, C., dan Purnomo, H. (2014). Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Limbah Lindi Di TPA Supit Urang Kota Malang. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(1), 103–109.

- Sali, G. P., Suprabawati, A., dan Purwanto, Y. (2018). Efektivitas Teknik Biofiltrasi Dengan Media Sarang Tawon Terhadap Penurunan Kadar Nitrogen Total Limbah Cair. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 15(1), 1. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v15i1.1-6>
- Santriyana, D. D., Hayati, R., dan Apriani, I. (2013). Ditumbuhkan Pada Limbah Ipal Pdam Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak. *Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1), 1–11.
- Sari, M. F. P., Loekitowati, P., dan Mohadi, R. (2017). Penggunaan Karbon Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Merah Limbah Cair Industri Songket. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 7(1), 37–40. <https://doi.org/10.19081/jpsl.2017.7.1.37>
- Sarwono, E., Harits, M., dan Widarti, N. B. (2017). Penurunan Kadar Tss, Bod5 Dan Total Coliform Menggunakan Horizontal Roughing Filter. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), 18–26.
- Sebayang, H. T., Suryanto, A., dan Dwi, I. (2010). Pengaruh Pemberian Kayu Apu (*Pistia stratiotes L.*) dan Dosis Pupuk N, P, K pada Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa L.*) The Effect of Water Lettuce (*Pistia stratiotes L.*) Application and Dosages of N, P, K Fertilizer on Growth and Yi. 38(3), 192–198.
- Suprihatin, H. (2014). Penurunan Konsentrasi BOD Limbah Domestik Menggunakan Sistem Wetland dengan Tanaman Hias Bintang Air (*Cyperus alternifolius*). *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 1(2), 80. <https://doi.org/10.31258/dli.1.2.p.80-87>
- Sulistia, S., dan Septisya, A. C. (2019). Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 12(1).
- Suswati, A. C. S. P., dan Wibisono, G. (2013). Pengolahan Limbah Domestik dengan Teknologi Taman Tanaman Air (Constructed Wetlands). *Indonesian Green Technology Journal*, 2(2), 70–77.
- Taher, J. H. T. 2015. BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemar Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science And Education*, Vol. 4(1), hal. 83–93.
- Usman, S., dan Santoso, I. (2014). Pengolahan Air Limbah Sampah (LINDI) Dari Tempat Pembuangan Akhir sampah (TPA) Menggunakan metoda Constructed Wetland. *108 Jurnal Kesehatan*, 5(2), 98–108.
- Widyasari, N. L. (2021). Kajian Tanaman Hiperakumulator Pada Teknik Remediasi

Lahan Tercemar Logam Berat. *Jurnal Ecocentrism*, 1(1), 17–24. <https://e-journal.unmas.ac.id/index.php/jeco/article/view/1748>

Wirawan, W. A., Wirosodarmo, R., dan Susanawati, L. D. (2014). Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman Kayu Apu Dengan Teknik Tanaman Hidroponik Sistem DFT. *Sumber daya Alam Dan Lingkungan*, 1(2), 63–70. <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/134>.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Mencari Nilai TSS

- Tanpa Pengolahan

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume Contoh Uji, ml}} \\ &= \frac{(0.2710 - 0.2200) \times 1000}{0.1} \\ &= 826 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

1. Bak kontrol Hari ke-3

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume Contoh Uji, ml}} \\ &= \frac{(0.2868 - 0.2200) \times 1000}{0.1} \\ &= 668 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

2. Bak kontrol Hari ke-6

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume Contoh Uji, ml}} \\ &= \frac{(0.2859 - 0.2200) \times 1000}{0.1} \\ &= 659 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

3. 200 gram Tanaman Hari ke-3

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume Contoh Uji, ml}} \\ &= \frac{(0.2802 - 0.2200) \times 1000}{0.1} \\ &= 602 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

4. 200 gram Tanaman Hari ke-6

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume Contoh Uji, ml}} \\ &= \frac{(0.2797 - 0.2200) \times 1000}{0.1}\end{aligned}$$

$$= 597 \text{ mg/L}$$

5. 400 gram Tanaman Hari ke-3

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume Contoh Uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2796 - 0,2200) \times 1000}{0,1} \\ &= 596 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

6. 400 gram Tanaman Hari ke-6

$$\begin{aligned} \text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume Contoh Uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2766 - 0,2200) \times 1000}{0,1} \\ &= 566 \text{ mg/L} \end{aligned}$$

Lampiran 2. Perhitungan Persentase Efektivitas Penurunan Bahan pencemar

a. Mencari Efektivitas penurunan COD dalam air lindi

- Bak kontrol Hari ke-3

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100\% \\ &= \frac{(1389-826)}{1389} \times 100\% \\ &= 40,53 \% \end{aligned}$$

- Bak kontrol Hari ke-6

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100\% \\ &= \frac{(1389-797)}{1389} \times 100\% \\ &= 42,62\% \end{aligned}$$

- 200 gram Tanaman Hari ke-3

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{(x-y)}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{(1389-790)}{1389} \times 100\%$$

$$= 43,14\%$$

- 200 gram Hari ke-6

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{(x-y)}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{(1389-712)}{1389} \times 100\%$$

$$= 48,74\%$$

- 400 gram Hari ke-3

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{(x-y)}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{(1389-720)}{1389} \times 100\%$$

$$= 48,16\%$$

- 400 gram Hari ke-6

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{(x-y)}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{(1389-624)}{1389} \times 100\%$$

$$= 55,08\%$$

b. Mencari efektivitas penurunan BOD dalam air lindi

- Bak kontrol Hari ke-3

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{(x-y)}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{(510-372)}{510} \times 100\%$$

$$= 27,06 \%$$

- Bak kontrol Hari ke-6

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{(x-y)}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{(510-357)}{510} \times 100\%$$

$$= 30,00\%$$

- 200 gram Tanaman Hari ke-3

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{(x-y)}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{(510-362)}{510} \times 100\%$$

$$= 29,02\%$$

- 200 gram Hari ke-6

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{(x-y)}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{(510-312)}{510} \times 100\%$$

$$= 38,82\%$$

- 400 gram Hari ke-3

$$\% \text{ Efektivitas} = \frac{(x-y)}{x} \times 100\%$$

$$= \frac{(510-289)}{510} \times 100\%$$

$$= 43,33\%$$

- 400 gram Hari ke-6

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100\% \\ &= \frac{(510-289)}{510} \times 100\% \\ &= 55,08\% \end{aligned}$$

c. Mencari efektivitas penurunan TSS dalam air lindi

- Bak kontrol Hari ke-3

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100\% \\ &= \frac{(826-668)}{826} \times 100\% \\ &= 19,13\% \end{aligned}$$

- Bak kontrol Hari ke-6

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100\% \\ &= \frac{(826-659)}{826} \times 100\% \\ &= 20,22\% \end{aligned}$$

- 200 gram Tanaman Hari ke-3

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100\% \\ &= \frac{(826-602)}{826} \times 100\% \\ &= 27,12\% \end{aligned}$$

- 200 gram Hari ke-6

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100\% \\ &= \frac{(826-597)}{826} \times 100\% \\ &= 27,22\% \end{aligned}$$

- 400 gram Hari ke-3

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100\% \\ &= \frac{(826-596)}{826} \times 100\% \\ &= 27,85\% \end{aligned}$$

- 400 gram Hari ke-6

$$\begin{aligned} \% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100\% \\ &= \frac{(826-566)}{826} \times 100\% \\ &= 31,48\% \end{aligned}$$

Lampiran 3. Hasil Uji korelasi menggunakan Microsoft Excel

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00-0,199	Sangat Rendah
0,20-0,399	Rendah
0,40-0,599	Sedang
0,60-0,799	Kuat
0,80-1000	Sangat Kuat

- BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD	Berat Tanaman	Waktu Tinggal
Hari ke-3	1	
Hari ke-6	0,985055249	1

- COD (*Chemical Oxygen Demand*)

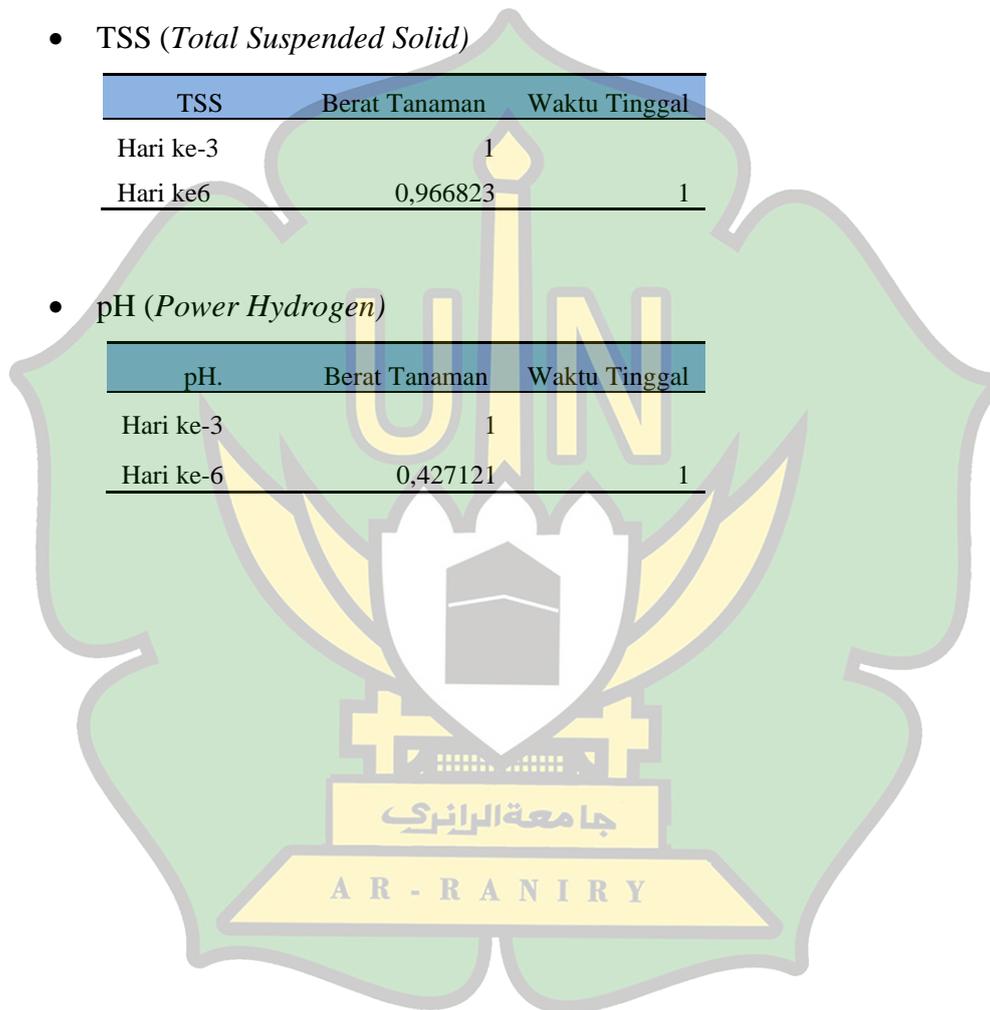
COD	Berat Tanaman	Waktu Tinggal
Hari Ke-3	1	
Hari ke-6	0,8648	1

- TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS	Berat Tanaman	Waktu Tinggal
Hari ke-3	1	
Hari ke6	0,966823	1

- pH (*Power Hydrogen*)

pH.	Berat Tanaman	Waktu Tinggal
Hari ke-3	1	
Hari ke-6	0,427121	1



Lampiran 4. Hasil Uji Laboratorium



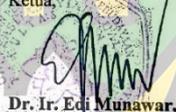
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA
LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: ltpk@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI
Nomor: 675/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rahmadian Fattayat
 Alamat Pelanggan : Baet, Banda Aceh
 Tanggal di Terima : 04 November 2022
 Jenis Contoh Uji : Limbah Lindi
 Parameter Analisa : BOD
 Tanggal di Analisa : 04 November 2022
 Untuk Keperluan : Penelitian
 Baku Mutu : PermenLH Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Uji Pendahuluan Sampel Air Lindi	mg/l	150	510	

Darussalam, 10 November 2022
Ketua,


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



جامعة الرانيري
A R - R A N I R Y

03-FR-LTPKL ver. 4 Jan 2022 Hal. 1 dari 1



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: tpkl@che.unsyiah.ac.id

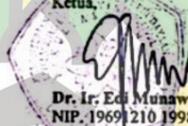
LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 676/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Rahmadian Fattayat
Alamat Pelanggan : Baet, Aceh Besar
Tanggal di Terima : 06 November 2022
Jenis Contoh Uji : Limbah Lindi
Parameter Analisa : BOD
Tanggal di Analisa : 06 November 2022
Baku Mutu : PemmenLH Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016 Tentang Baku Mutu
Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Bak kontrol Hari ke-3	mg/L	150	372	
2.	Bak kontrol Hari ke-6	mg/L	150	357	
3.	Tanaman (200 gram) Hari ke-3	mg/L	150	362	
4.	Tanaman (200 gram) Hari ke-6	mg/L	150	312	
5.	Tanaman (400 gram) Hari ke-3	mg/L	150	320	
6.	Tanaman (400 gram) Hari ke-6	mg/L	150	289	

Darussalam, 10 November 2022
Ketua,


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

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian

GAMBAR	KETERANGAN
	<p>Pengambilan Sampel air lindi TPA Regional Blang-bintang</p>
	<p>Pengambilan Tanaman Kayu Apu</p>
	<p>Proses pembersihan Tanaman Kayu Apu (<i>Pistia Stratiotes</i>) sebelum dilakukann perlakuan metode <i>constructed wetland</i></p>



Proses aklimatisasi hari ke-1



Proses aklimatisasi hari ke-2



Proses aklimatisasi hari ke-3



Proses aklimatisasi hari ke-4



Proses aklimatisasi hari ke-5



Proses aklimatisasi hari ke-6



Proses aklimatisasi hari ke-7



Pemasukan sampel air lindi ke dalam bak reaktor



Pemasukan Tanaman Kayu Apu
kedalam bak reaktor



Bak reaktor setelah terisi tanaman
Kayu Apu



Bak kontrol



Proses analisis nilai pH menggunakan pH meter di Lab Teknik Lingkungan



Proses pengecekan TSS menggunakan vacum filrasi di Lab Teknik Lingkungan



Tanaman Kayu Apu (*pistia stratiotes*) pada hari pertama (200 gram) setelah perlakuan metode *constructed wetland*

	<p>Tanaman Kayu Apu (<i>pistia stratiotes</i>) pada hari pertama (400 gram) setelah perlakuan metode <i>constructed wetland</i></p>
	<p>Tanaman Kayu Apu (<i>pistia stratiotes</i>) pada hari Ketiga (200 gram) setelah perlakuan metode <i>constructed wetland</i></p>
	<p>Tanaman Kayu Apu (<i>pistia stratiotes</i>) pada hari Ketiga (400 gram) setelah perlakuan metode <i>constructed wetland</i></p>
	<p>Tanaman Kayu Apu (<i>pistia stratiotes</i>) pada hari Keenam (200 gram) setelah perlakuan metode <i>constructed wetland</i></p>



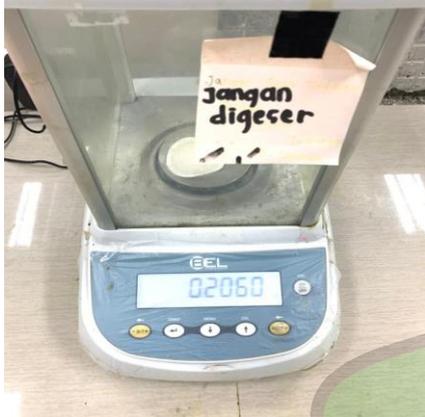
Tanaman Kayu Apu (*pistia stratiotes*) pada hari Keenam (400 gram) setelah perlakuan metode *constructed wetland*



Tanaman Kayu Apu (*pistia stratiotes*) pada hari Kedelapan setelah perlakuan metode *constructed wetland*



Hasil sampel setelah perlakuan metode *constructed wetland*



Proses penimbangan kertas saring



Sampel COD yang sudah dilakukan proses pemanasan dengan suhu 150°C selama 2 jam



Proses Analisis nilai COD di laboratorium Biologi



Proses oven kertas saring whatman pada suhu 105°C selama 1 jam



Lampiran 6. Prosedur Pengukuran Parameter Air Lindi

1. Pengukuran pH

Cara pengukuran pH dijelaskan sesuai (SNI 6989.11:2019) sebagai berikut:

- a. Sampel air limbah dikocok hingga homogen.
- b. Sebuah gelas *beaker pyrex* digunakan untuk menampung hingga 100 mL sampel.
- c. pH meter diaktifkan dan ujung elektroda pH meter dicelupkan kedalam sampel.
- d. Pembacaan pada pH meter ditunggu hingga stabil.
- e. Nilai pH yang terbaca dicatat.

2. Pengukuran COD

Cara pengukuran COD dijelaskan sesuai (SNI 6989.2:2019) sebagai berikut:

- a. Sampel dimasukkan kedalam tabung COD 2,5 mL, selanjutnya 1,5 mL larutan campuran $K_2Cr_2O_7$ dan 3,5 mL larutan H_2SO_4 ditambahkan kedalam tabung COD dan kemudian ditutup.
- b. COD reaktor diambil, selanjutnya tombol start pada COD reaktor ditekan dan ditunggu suhu naik hingga $150^{\circ}C$.
- c. Tabung COD dimasukkan ke dalam reaktor COD dengan temperatur $150^{\circ}C$ selama 2 jam.
- d. Tabung didinginkan, kemudian pengukuran sampel dilakukan menggunakan COD Meter.

3. Pengukuran TSS

Cara pengukuran TSS dijelaskan sesuai (SNI 6989.3:2019) sebagai berikut:

- a. Penyaringan dilakukan melalui penggunaan peralatan penyaringan. Kertas saring dibasahi dengan sedikit air bebas mineral.

- b. Sampel uji diaduk sampai homogen, kemudian sampel volume tertentu diambil secara kuantitatif dan ditempatkan pada media filter. Sistem vakum harus dihidupkan.
- c. Bilas media filter 3 kali dengan 10 mL air bebas mineral setiap kali, kemudian vakum filter sampai air habis.
- d. Tempatkan filter serat kaca dengan hati-hati ke dalam media penimbangan setelah melepaskannya dari perangkat filter.
- e. Keringkan media timbang atau cawan yang berisi media saring dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama minimal 1 jam, kemudian didinginkan dalam desikator sebelum ditimbang.
- f. Dihitung TSS dan dilaporkan hasil.

4. Pengukuran BOD

Cara pengukuran BOD dijelaskan sesuai (SNI 6989.72:2009) sebagai berikut:

- a. Botol winkler disiapkan 2 buah dan ditandai masing-masing A1 dan A2.
- b. Larutan sampel diuji dan larutan air pengencer dimasukkan ke dalam masing-masing botol winkler A1 dan A2 sampai meluap. Kemudian masing-masing botol ditutup secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara.
- c. Pengocokan dilakukan beberapa kali, kemudian aquades ditambahkan pada sekitar mulut botol winkler yang telah ditutup.
- d. Botol A2 disimpan dalam lemari inkubator 20°C ± 1°C selama 5 hari.
- e. Botol A1, ditambahkan 1 ml larutan MnSO₄ ditambahkan 1 ml larutan alkali iodida azida dan ditambahkan 1 ml larutan H₂SO₄ serta ditambahkan 1-2 tetes indikator amilum.
- f. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode titrasi secara iodometri.
- g. Pengerjaan tahap e dan f diulangi untuk botol A2 yang telah diinkubasi 5 hari. Hasil pengukuran diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut 5 hari.
- h. Penetapan kontrol standar dilakukan dengan menggunakan larutan glukosa asam glutamat. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari dan nilai oksigen terlarut.