

**EFEKTIVITAS SISTEM *CONSTRUCTED*
WETLANDS DENGAN KELADI SINGONIUM
(*Syngonium polophyllum*) DAN BIOCHAR TATAL
KARET DALAM MENURUNKAN PARAMETER
PENCEMAR AIR LINDI**

TUGAS AKHIR



IWAN SAPUTRA

1700825201072

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2021**

**EFEKTIVITAS SISTEM *CONSTRUCTED*
WETLANDS DENGAN KELADI SINGONIUM
(*Syngonium Polophyllum*) DAN *BIOCHAR* TATAL
KARET DALAM MENURUNKAN PARAMETER
PENCEMAR AIR LINDI**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik



IWAN SAPUTRA

1700825201072

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

EFEKTIVITAS SISTEM *CONSTRUCTED WETLANDS* DENGAN KELADI SINGONIUM (*Syngonium Polophyllum*) DAN *BIOCHAR* TATAL KARET DALAM MENURUNKAN PARAMETER PENCEMAR AIR LINDI

TUGAS AKHIR

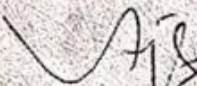
Oleh

IWAN SAPUTRA
1700825201072

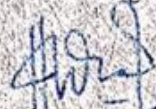
Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi, menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul Penyusun sebagaimana tersebut diatas telah di setujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku pada program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Jambi, Desember 2021

Pembimbing I


Anggrika Riyani, S.T., M.Si
NIDN. 1010028704

Pembimbing II


Hadiroh, S.T., M.T
NIDN. 1020088802

HALAMAN PENGESAHAN

EFEKTIVITAS SISTEM *CONSTRUCTED WETLANDS* DENGAN KELADI SINGONIUM (*Syngonium Polophyllum*) DAN *BIOCHAR* TATAL KARET DALAM MENURUNKAN PARAMETER PENCEMAR AIR LINDI

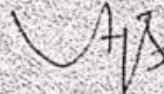
Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Pada Sidang Tugas Akhir Komprhensif
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Nama : Iwan Saputra
NPM : 1700825201072
Hari/ Tanggal : Jumat / 10 Desember 2021
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

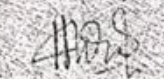
Ketua:

1. Anggrika Riyanti, S.T., M.Si
NIDN. 1010028704


()

Anggota:

2. Hadrah, S.T. M.T.
NIDN. 1020088802
3. Monik Kasman, S.T. M.Eng.Sc
NIDN. 0003088001
4. Marhadi, ST, M.Si
NIDN.1008038002
5. Peppy Herawati, ST, MT
NIDN. 1012027402

()

()

()

()

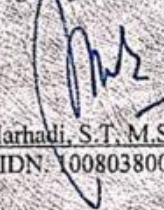
Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME
NIDN. 1015128501

Ketua Program Studi Teknik
Lingkungan



Marhadi, S.T. M.Si
NIDN. 1008038002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :



Nama : Iwan Saputra

NPM 1700825201072

Judul : Efektivitas Sistem
Constructed Wetlands Dengan Keladi Singonium
(*Syngonium Polophyllum*) Dan *Biochar* Tatal Karet Dalam
Menurunkan Parameter Pencemar Air Lindi

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan 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, Desember 2021



Iwan Saputra

ABSTRAK

EFEKTIVITAS SISTEM CONSTRUCTED WETLANDS DENGAN KELADI SINGONIUM (*SYNGONIUM POLOPHYLLUM*) DAN BIOCHAR TATAL KARET DALAM MENURUNKAN PARAMETER PENCEMAR AIR LINDI

Iwan Saputra; Dibimbing oleh Anggrika Riyanti,ST,M.Si.*) dan Hadrah,ST,M.T

xvi + 70 halaman, 9 tabel,11 gambar, lampiran

ABSTRAK

Air lindi adalah air yang terbentuk dalam timbunan sampah yang melarutkan banyak senyawa sehingga memiliki kandungan pencemar khususnya zat organik yang tinggi. Tingginya kandungan pencemar berdampak pada kesehatan masyarakat dan ekosistem di sekitar lokasi TPA sampah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *constructed wetlands* tipe *subsurface flow system* dengan keladi singonium (*syngonium polophyllum*) dan *biochar* tatal karet dalam menurunkan parameter BOD₅, COD, TSS air lindi. Metode yang digunakan adalah *grab sampling* dan uji laboratorium. Pengujian kualitas air lindi dilakukan di laboratorium dengan parameter untuk air lindi adalah BOD, COD dan TSS berdasarkan Baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI No P.59/MenLHK/Setjen/Kum.1/7/2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan TPA Sampah. Metode pengolahan air lindi menggunakan metode *constructed wetland* dengan waktu tinggal 10 hari menggunakan tanaman *syngonium polophyllum* dan kombinasi media tanam menggunakan *biochar* dan pasir. Variasi ketebalan *biochar* tatal karet adalah 0%, 10%, 20% dan 30%. Data awal kualitas air lindi parameter air lindi BOD₅ 445,17 mg/L, COD 727,60 mg/L, TSS 274,12 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan pengolahan *Constructed wetland* tipe *subsurface flow system* dengan keladi singonium dan *biochar* dari tatal karet efektif dalam menurunkan konsentrasi parameter air lindi seperti BOD₅, COD dan TSS. Ketebalan *biochar* dengan variasi 0%, 10%, 20% dan 30% memberikan pengaruh dalam penurunan konsentrasi BOD₅, COD dan TSS dengan hasil rata-rata persentase penurunan pada 0% sebesar 71,50%, untuk ketebalan variasi 10% sebesar 78,29%, ketebalan 20% memberikan hasil 81,90% dan ketebalan 30% sebesar 85,69% Semakin besar persentase ketebalan *biochar*, penurunan konsentrasi BOD₅, COD dan TSS pada air lindi juga semakin tinggi.

Kata kunci : *constructed wetland;Biochar;Air lindi*

ABSTRACT

The Constructed Wetland system is an artificial wastewater treatment that is designed and made in the form of a pond or channel planted by aquatic plants and the process of purifying liquid waste is carried out biologically with the help of microorganisms, physical and chemical processes. In this study, the leachate will be treated with a constructed wetland system with a combination of taro singonium and biochar. This study aims to determine the effectiveness of subsurface flow system constructed wetlands with taro singonium (*syngonium polophyllum*) and biochar tatal rubber in reducing the parameters of BOD₅, COD, TSS of leachate. Preliminary Data of Leachate Water Quality Parameters of Leachate Water BOD₅ 445.17 mg/L, COD 727.60 mg/L, TSS 274.12 mg/L. Constructed wetland type subsurface flow system with taro singonium and biochar from rubber tatal is effective in reducing the concentration of leachate parameters such as BOD₅, COD and TSS. The thickness of biochar with variations of 0%, 10%, 20% and 30% gave an effect in decreasing the concentration of BOD₅, COD and TSS with the average percentage reduction at 0% of 71.50%, for thickness variations of 10% of 78.29 %, 20% thickness gives 81.90% yield and 30% thickness is 85.69% The greater the percentage of biochar thickness, the lower the concentration of BOD₅, COD and TSS in leachate is also higher.

Keywords: constructed wetland; Biochar; Leachate.

PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sehingga penyusunan Tugas Akhir dengan judul **Efektivitas Sistem *Constructed Wetlands* dengan Keladi *Syngonium Polophyllum* dan Biochar Tatal Karet dalam Menurunkan Parameter Pencemar Air Lindi** dapat terselesaikan. Penyusunan Tugas Akhir ini ditujukan untuk memenuhi persyaratan kurikulum program pendidikan Strata 1 (S-1) pada Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari Jambi.

Selama penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, doa dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala rasa hormat penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir Fakhrol Rozi Yamali, ME. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Batanghari.
2. Bapak Marhadi, ST., M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Batanghari Jambi.
3. Ibu Anggrika Riyanti, ST., M.Si selaku Dosen Pembimbing I.
4. Ibu Hadrah, ST., M.T selaku Dosen Pembimbing II
5. Orang tua, keluarga, serta saudara yang telah membantu baik moril maupun materil.
6. Seluruh teman-teman teknik lingkungan yang saling memberikan motivasi dan saran selama proses penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis berharap semoga segala bentuk bantuan yang telah diberikan menjadi amal kebaikan dihadapan Allah SWT. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangannya dan jauh dari sempurna. Karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Jambi, Desember 2021



Iwan Saputra
NPM. 1700825201072

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Iwan Saputra

NPM : 1700825201072


Judul : Efektivitas Sistem *Constructed Wetlands* Dengan Keladi Singonium (*Syngonium Polophyllum*) Dan *Biochar* Tatal Karet Dalam Menurunkan Parameter Pencemar Air Lindi

Memberi izin kepada pembimbing dan Universitas Batanghari untuk mempublikasi 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 paksaan dari siapapun.

Jambi, Desember 2021

Penulis



Iwan Saputra

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Persetujuan.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Pernyataan Keaslian	iv
Abstrak.....	v
Prakata.....	vii
Pernyataan Persetujuan Publikasi	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah Penelitian	5
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air Lindi	7
2.1.1 Pengertian	7
2.1.2 Karakteristik Air Lindi TPA.....	7
2.1.3 Parameter Air Lindi (<i>leachete</i>).....	8
2.1.4 Baku Mutu Air Lindi TPA	9
2.1.5 Dampak Air Lindi TPA.....	9
2.2 Lahan Basah Buatan (<i>Constructed Wetlands</i>).....	11
2.2.1 Definisi <i>Constructed Wetland</i>	11
2.2.2 Mekanisme <i>Constructed Wetland</i>	11
2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja <i>Constructed Wetland</i>	13
2.3 Tanaman Keladi singonium.....	14

2.4 Biochar.....	15
2.4.1 Pengertian <i>Biochar</i>	15
2.4.2 Prinsip <i>Biochar</i>	16
2.4.3 Fungsi <i>Biochar</i>	16
2.4.4 Manfaat <i>Biochar</i>	17
2.4.5 Teknologi <i>Biochar</i>	18
2.5 Hasil Penelitian Terdahulu	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian	26
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
3.3 Data Penelitian.....	26
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	27
3.5 Pengumpulan Data.....	28
3.6 Proses Pembuatan <i>Biochar</i> Dari Tatal Karet	28
3.7 Aklimatisasi Tanaman	30
3.8 Variasi Penelitian.....	31
3.9 Pengujian Sampel	32
3.10 Analisis Data.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kualitas Awal Air Lindi TPA.....	34
4.2 <i>Biochar</i> Tatal Karet	35
4.3 Aklimatisasi Tanaman Keladi Singonium	36
4.4 Kondisi Keladi Singonium dalam <i>Constructed Wetland</i>	37
4.5 Hasil Analisis Air Lindi dengan Pengolahan Sistem <i>Constructed Wetlan</i> ..	39
4.5.1 Hasil Penurunan Parameter BOD5 (<i>biological oxygen demand</i>).....	41
4.5.2 Hasil Penurunan Parameter COD (<i>chemichal oxygen demand</i>)	43
4.5.3 Hasil Penurunan Parameter TSS (<i>total suspended solid</i>).....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Mekanisme <i>Constructed Wetland</i>	13
Gambar 2.2 Keladi Singonium.....	14
Gambar 3.1 Alur penelitian.....	27
Gambar 3.2 Rangkaian alat pirolisis	30
Gambar 3.3. Desain <i>Constructed Wetlands</i> tipe <i>Subsurface Flow System</i>	32
Gambar 4.1 Morfologi biochar	35
Gambar 4.2 Pengolahan Air Lindi dengan Sistem <i>Constructed Wetlands</i>	39
Gambar 4.3 Grafik Penurunan Kadar BOD ₅ Terhadap Variasi <i>Biochar</i>	42
Gambar 4.4 Grafik Penurunan Kadar COD Terhadap Variasi <i>Biochar</i>	44
Gambar 4.5 Grafik Penurunan Kadar TSS terhadap Variasi <i>Biochar</i>	46
Gambar 4.6 Grafik Efisiensi Penurunan Parameter BOD ₅ , COD Dan TSS	48

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Baku Mutu Air Lindi.....	9
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3.1 Variasi constructed wetlands	31
Tabel 4.1 Data Awal Kualitas Air Lindi	34
Tabel 4.2 kondisi keladi singonium dalam <i>constructed wetland</i>	37
Tabel 4.3 Penurunan Kadar BOD5, COD dan TSS	40
Tabel 4.4 Persentase Penurunan BOD5	41
Tabel 4.5 Persentase Penurunan Kadar COD	43
Tabel 4.6 Persentase Penurunan TSS.....	45

DAFTAR ISTILAH

BOD : *Biochemical Oxygen Demand*

COD : *Chemical Oxygen Demand*

TSS : *Total Suspended Solid*

Lahan Basah Buatan : *Constructed wetland*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Seiring bertambahnya penduduk, keberadaan sampah semakin hari semakin meningkat. Timbunan sampah dapat menghasilkan air lindi yang menyebabkan tanah, air dan udara tercemar serta dapat merusak estetika kota. Pengelolaan air lindi hasil timbunan sampah merupakan salah satu komponen yang dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat, sehingga membutuhkan penanganan yang benar (Usman dan Santosa, 2014).

Menurut Ramadhani et al (2019) air lindi TPA memiliki kandungan BOD (*Biological Oxygen Demand*) sebesar 230 mg/L, COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebesar 662,256 mg/L dan kadar TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 64 mg/L. Air lindi TPA Kabupaten Tanjung Jabung Timur (Saputra, 2021) secara umum mengandung BOD nya sebesar 445,17 mg/L, nilai COD 727,60 mg/L dan nilai TSS adalah 274,12 mg/L. Nilai ini melebihi baku mutu PermenLH No 59 tahun 2016 tentang baku mutu air lindi pada kegiatan proses akhir sampah dimana baku mutu BOD sebesar 150 mg/L, COD 300 mg/L, dan TSS 100 mg/L. Tingginya angka parameter tersebut merupakan ukuran tingkat pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat teroksidasi melalui proses mikrobiologis dan menyebabkan penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan yang dapat mengakibatkan kematian organisme akuatik seperti ikan (Riyanti et al, 2019).

Pengolahan lindi dengan *constructed wetland* dilakukan dengan tiga mekanisme yakni proses fisika, kimia dan biologis (Khapre, 2015) yang terjadi antara media, tumbuhan dan mikroorganisme. Proses fisik terdiri dari proses penyaringan dan sedimentasi. Setelah lindi masuk ke *constructed wetland*, lindi mengalir secara perlahan melalui media dalam *wetland*. Aliran lambat ini membuat padatan tersuspensi, filtrasi oleh akar tumbuhan dan media terhadap patogen dan zat organik. Pengolahan air lindi juga meliputi proses biologi melalui peranan tanaman keladi singonium. Zat organik yang terkandung dalam air lindi diserap melalui akar tanaman kemudian didistribusikan kedalam jaringan tanaman sebagai nutrisi untuk proses fotosintesis.

Mikroorganisme yang hidup pada perakaran tanaman berperan menguraikan partikel-partikel organik dalam air dengan bantuan transfer oksigen oleh tanaman keladi singonium. Oksigen tersebut mengalir ke akar melalui batang setelah berdifusi dari atmosfer melalui pori-pori daun. Pengoptimalan proses fisik-kimia yaitu melalui penambahan karbon aktif dimana sebagai adsorban karbon dapat menjerap substansi terlarut ke dalam porinya. Adsorpsi yang terjadi pada karbon aktif dengan limbah cair merupakan adsorpsi fisik. Peristiwa adsorpsi pada karbon aktif terjadi karena adanya gaya Van der Waals yaitu gaya tarik-menarik intermolekuler antara molekul padatan dengan solut yang diadsorpsi lebih besar daripada gaya tarik-menarik sesama solut itu sendiri di dalam larutan, maka solut akan terkonsentrasi pada permukaan padatan.

Metode lahan basah buatan saat ini cukup banyak dimanfaatkan dalam pengolahan limbah. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa metode lahan basah buatan efektif dalam menurunkan senyawa organik dalam air limbah (Setiyanto et al, 2016). Menurut Setiyanto et al (2016), Perlakuan *constructed wetlands* pada kontrol, dan perlakuan *constructed wetlands* melati air, dan gabungan melati air dan karbon aktif, dan sudah efektif dalam menurunkan kadar COD limbah cair Rumah sakit ditunjukkan dari nilai efisiensi yang diperoleh sudah dibawah baku mutu.

Constructed wetlands (lahan basah buatan) adalah sistem pengolahan limbah cair dengan cara memanfaatkan sinergis antara tumbuhan, mikroorganisme dan media tanam pada reaktor (Triwiswara, 2019). Ada dua jenis lahan basah buatan, yaitu jenis aliran permukaan (*surface flow*) dan aliran bawah permukaan (*sub surface flow*). Namun jenis aliran permukaan (*surface flow*) dapat meningkatkan populasi nyamuk, maka aliran bawah permukaan (*sub surface flow*) lebih layak digunakan sebagai alternatif sistem pengolahan air lindi. Sistem lahan basah aliran bawah permukaan (*sub surface flow – wetlands*) menggunakan tumbuhan yang memiliki keragaman akar, yaitu jenis tumbuhan air seperti keladi singonium dimana pada setiap akar tumbuhan terdapat mikroba akar yang mengonsumsi eksudat tumbuhan untuk menyerap polutan (Supradata, 2005).

Keladi singonium (*syngonium polophyllum*) merupakan tumbuhan yang memiliki daun berwarna hijau dengan tepi helaian daun rata, memiliki perakaran yang banyak dan tahan hidup di air yang tergenang. Menurut penelitian Hamdani (2013), tanaman yang mempunyai *rhyzosfera* dan sistem perakaran yang banyak,

dapat menyerap zat organik. Penelitian mengenai pemanfaatan keladi singonium dalam lahan basah buatan belum banyak ditemukan. Selain itu tanaman ini juga banyak ditemukan dilokasi penelitian. Untuk dapat menambah kemampuan tumbuhan dalam menyerap polutan, dapat dikombinasikan dengan adsorpsi *biochar*, salah satunya *biochar* dari limbah tatal karet (Setriani, 2019).

Limbah tatal karet merupakan limbah padat organik hasil pembuangan dari industri karet menjadi *crumb rubber* yang mengandung sebagian besar pasir, serpihan kayu karet, daun-daun karet dan karet. Pemanfaatan limbah tatal karet sebagai *biochar* telah diteliti oleh Fitria (2021) yang menunjukkan hasil cukup signifikan dalam menurunkan senyawa organik dalam air gambut *biochar* berfungsi sebagai adsorben karena memiliki kekuatan mekanik dan porositas yang tinggi sehingga efektif dalam menurunkan polutan organik. Penambahan *biochar* dalam *constructed wetland* efektif dalam menurunkan COD, nitrogen, fosfat dalam air limbah hingga 80% (Deng et al, 2019).

Berdasarkan uraian di atas maka pada penelitian ini akan menguji efektifitas metode lahan basah buatan (*constructed wetland*) menggunakan kombinasi keladi singonium (*syngonium polophyllum*) dan *biochar* tatal karet untuk menurunkan parameter pada air lindi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis merumuskan beberapa permasalahan yang terkait dengan penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas *constructed wetlands* tipe *subsurface flow system* dengan

keladi singonium (*syngonium polophyllum*) dan *biochar* tatal karet dalam menurunkan parameter BOD₅, COD dan TSS air lindi?

2. Bagaimana pengaruh variasi ketebalan *biochar* sebagai media *constructed wetlands* terhadap penurunan parameter BOD₅, COD dan TSS pada air lindi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang dibuat maka tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui efektivitas *constructed wetlands* tipe *subsurface flow system* dengan keladi singonium (*syngonium polophyllum*) dan *biochar* tatal karet dalam menurunkan parameter BOD₅, COD, TSS air lindi.
2. Mengetahui pengaruh variasi ketebalan *biochar* sebagai media *constructed wetlands* terhadap penurunan parameter BOD₅, COD dan TSS air lindi.

1.4 Batasan Masalah Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Eksperimen penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
2. Sampel air lindi diambil dari TPA di Kelurahan Parit Culum 1 Kecamatan Muara Sabak Barat Kabupaten Tanjung Jabung Timur.
3. Tumbuhan keladi singonium (*syngonium polophyllum*) yang digunakan diambil di habitat lahan basah Kabupaten Tanjung Jabung Timur.
4. Parameter air limbah yang diuji adalah *Biological Oxygen Demand* (BOD₅), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS).
5. Komposisi *biochar* yang digunakan pada penelitian ini yaitu 0%, 10%, 20%

dan 30% dengan waktu tinggal selama 10 hari.

6. *Biochar* tatal karet menggunakan hasil penelitian terdahulu (Fitria, 2021).

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

Berisikan informasi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, ruang lingkup, manfaat penelitian serta sistematika penulisan laporan tugas akhir.

BAB II Tinjauan Pustaka

Menjelaskan teori-teori yang berhubungan dengan fakta yang sedang dibahas dan juga menyajikan berbagai pendapat dan diuraikan teori pendukung yang berkaitan dengan pengolahan air lindi TPA, pengelolaan limbah padat industri karet remah (*crumb rubber*), dan sitem lahan basah buatan.

BAB III Metode Penelitian

Menjelaskan tentang metode penelitian yang akan digunakan.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Menjelaskan tentang hasil yang telah didapatkan selama penelitian dan menyajikan data berdasarkan fakta.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Menjelaskan kesimpulan dari hasil penelitian yang mencakup isi dari keseluruhan skripsi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Lindi

2.1.1 Pengertian

Lindi adalah cairan yang memiliki bau tidak sedap dan warna gelap yang kaya akan kandungan organik dan anorganik. Warna air lindi menggambarkan besarnya kandungan konsentrasi bahan organik pada lindi. Semakin pekat warna lindi maka semakin tinggi kandungan bahan organik didalamnya (Moravia *et al*, 2013).

2.1.2 Karakteristik Air Lindi TPA

Berdasarkan Permen PU No 03/2013, lindi adalah cairan yang timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam urugan atau timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi terlarut termasuk materi organik hasil proses dekomposisi biologis. Menurut Friadi et al (2012), lindi diakibatkan oleh terjadinya presipitasi cairan ke TPA yang berasal dari resapan air hujan maupun kandungan air dari dalam sampah yang ditimbun.

Karakter air lindi atau 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 maka karakter air lindi yang dihasilkan akan mengandung zat organik tinggi, yang disertai bau

2.1.3 Parameter Air Lindi (*leachete*)

1) pH

Potential Hydrogen (pH) adalah untuk menyatakan suatu larutan atau intensitas keasaman atau kebasaan. Air yang bersifat netral memiliki nilai pH 7. Larutan pH yang dibawah pH 7 bersifat asam sedangkan diatas pH 7 bersifat basa. Untuk pH limbah cair memiliki keasaman yang cukup rendah yakni 3-4 (Yudhistira, 2016)

2) BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Biochemical Oxygen Demand adalah jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang terdapat dalam air pada keadaan aerobik yang diinkubasi pada suhu 20°C selama 5 hari, sehingga sering disebut BOD .

3) COD (Chemical Oxygen Demand)

COD menyatakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi semua bahan organik yang terdapat di perairan, menjadi CO₂ dan H₂O₂ .

4) TSS (*Total suspended demand*)

Total padatan tersuspensi atau TSS (Total Suspended Solid) adalah segala macam zat padat dari padatan total yang tertahan pada saringan dengan ukuran

partikel maksimum 2,0 µm dan dapat mengendap (Widyaningsih, 2011). Zat tersuspensi yang terkandung dilimbah industri cair tahu yang menyebabkan air menjadi keruh atau kotor.

2.1.4 Baku Mutu Air Lindi TPA

Air lindi yang di buang atau dialirkan ke sungai atau badan air harus sesuai dengan baku mutu yang telah di tentukan oleh pemerintah harus sesuai dengan standar baku mutu air lindi. Berdasarkan 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, seperti pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1. Baku Mutu Air Lindi

Parameter	Kadar paling tinggi	
	Nilai	Satuan
Ph	6-9	-
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 : PermenLHK Nomor P.59 / 2016

2.1.5 Dampak Air Lindi TPA

Air lindi sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan jika tidak adanya pengolahan yang tepat. Bisa dibayangkan jika Pemerintah dan Instansi terkait tidak

tanggap atas dampak yang telah ditimbulkan oleh adanya TPA yang masih menerapkan sistem open dumping, maka sudah pasti akan berdampak negatif terhadap lingkungan baik terhadap sifat fisik-kimia-biologis maupun berdampak pada kesehatan masyarakat khususnya yang bermukim di sekitar TPA. Pengaruh pencemaran lindi terhadap lingkungan disekitar TPA antara lain dapat berpengaruh pada perubahan sifat fisik air, suhu air, rasa, bau dan kekeruhan. Suhu limbah yang berasal dari lindi umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan air yang tidak tercemar lindi. Hal ini dapat mempercepat reaksi kimia dalam air, mengurangi kelarutan oksigen dalam air, mempercepat pengaruh rasa dan bau. Disamping itu pula tercemarnya air bawah permukaan yang diakibatkan oleh lindi berpengaruh terhadap kesehatan penduduk terutama bagi penduduk yang bermukim di sekitar TPA.

Air lindi yang semakin lama semakin banyak volumenya akan merembes masuk ke dalam tanah yang nantinya akan menyebabkan terkontaminasinya air bawah permukaan yang pada akhirnya akan menyebabkan tercemarnya sumur-sumur dangkal yang dimanfaatkan oleh penduduk sebagai sumber air minum. Adanya TPA yang tidak jauh dari kali/sungai, harus diwaspadai adanya pencemaran oleh lindi. Adanya rembesan lindi yang telah mencemari lingkungan disekitar TPA berarti melanggar pasal 29 ayat 1 point f Undang-Undang Nomor 18 tahun 2008 tentang pelarangan pembuangan sampah dengan sistem open dumping. Disamping itu juga telah melanggar Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup.

2.2 Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands*)

2.2.1 Definisi *Constructed Wetland*

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, 2011).

2.2.2 Mekanisme *Constructed Wetland*

Pengolahan lindi dengan *constructed wetland* dilakukan dengan tiga mekanisme yakni proses fisik, kimia, dan biologis (Khapre, 2015) yang terjadi antara media, tumbuhan, dan mikroorganisme sebagai berikut:

- Proses fisik; terdiri dari proses penyaringan dan sedimentasi. Setelah lindi masuk ke *constructed wetland*, lindi mengalir secara perlahan melalui media dalam *wetland*. Aliran lambat ini memungkinkan padatan tersuspensi, filtrasi oleh akar tumbuhan dan media terhadap patogen dan zat organik.
- Proses biologis; melibatkan serapan oleh tumbuhan, dekomposisi, denitrifikasi, transformasi dan penyimpanan nutrisi. Penyerapan oleh tumbuhan merupakan proses penyerapan secara langsung kontaminan ke dalam akar tumbuhan yang

disebut proses fitodegradasi (*phytodegradation*). Fitodegradasi terjadi karena adanya penguraian kontaminan yang terserap melalui proses metabolik dalam tumbuhan atau pemecahan kontaminan melalui senyawa enzimatik yang dihasilkan oleh tumbuhan. Kontaminan yang telah didegradasi, kemudian didistribusikan ke dalam jaringan tumbuhan atau digunakan sebagai nutrisi bagi tumbuhan. Mikroorganisme di dalam tanah menggunakan karbon dari bahan organik sebagai sumber energi dan mengubahnya menjadi CO₂ dalam kondisi aerobik dan CH₄ dalam kondisi anaerobik. Proses dimana kontaminan telah memasuki biomassa tumbuhan dan terjadi di bagian daun, kemudian terjadi pelepasan kontaminan ke udara dalam bentuk uap setelah terserapnya kontaminan disebut proses fitovolatilisasi (*phytovolatilization*) (Khapre, 2015).

- Proses kimia; terdiri dari proses penyerapan (adsorpsi dan curah hujan), foto-oksidasi, pertukaran ion, penguapan, dan transformasi kimia.



Gambar 2.1 Mekanisme *Constructed Wetland* (Khapre, 2015)

2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kinerja *Constructed Wetland*

Menurut Suswati dan Wibisono (2013), beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja *constructed wetland* adalah sebagai berikut:

1. Kecepatan proses yang tergantung pada kondisi suhu, ketersediaan oksigen, pH, dan lain-lain.
2. *Hydraulic overload* ketika arus melebihi kapasitas desain sehingga mengakibatkan HRT yang terlalu singkat.
3. Keterbatasan lahan sehingga dimensi CWs tidak memenuhi waktu tinggal.

Menurut Lavrova dan Koumanova (2010), *constructed wetland* tergantung pada desain dan karakteristik media yang digunakan. Selain itu pemilihan tumbuhan yang tepat dapat menghasilkan lebih banyak kontaminan yang bisa diturunkan (Ujang *et al*, 2005) dan tumbuhan dalam *wetland* dapat membantu proses sedimentasi, mengurangi kecepatan air dan turbulensi sehingga menyebabkan pengendapan (Yuniarmita *et al*, 2014).

2.3 Tanaman Keladi singonium



Gambar 2.2 Keladi Singonium

Klasifikasi ilmiah

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyte

Sub divisi : Angiospermase

Kelas : Monocotyledonea

Ordo : Araceales

Family : Araceae

Genus : Caladium

Spesies : *Syngonium polophyllum*

Tanaman *Syngonium* merupakan tanaman berbunga tropis yang tumbuh subur di dalam ruangan. Daya tarik spesies *Syngonium* adalah daunnya yang berbentuk panah yang bisa berwarna hijau, merah muda, kuning, atau putih. Spesies utama tanaman ini adalah *Syngonium polophyllum*. Juga disebut arrowhead plants,

goosefoot, atau American evergreen. Tanaman syngonium memiliki daun berbentuk berlian yang tumbuh secara merambat. Meskipun merupakan jenis tanaman berbunga, jarang syngonium mekar di dalam ruangan. Kebanyakan orang menanam tanaman tropis ini karena dedaunan berwarna-warninya yang menarik. Beberapa varietas tanaman syngonium memiliki daun yang berwarna merah muda dusty, ada pula yang berwarna hijau dengan warna putih krem, dan ada pula yang daunnya beraneka warna dengan corak hijau dan merah muda.

2.4 Biochar

2.4.1 Pengertian Biochar

adalah bahan padat yang kaya karbon. *Biochar* merupakan hasil konversi dari limbah organik dengan menggunakan metode pembakaran tidak sempurna dengan suplai oksigen terbatas (*pyrolysis*). *Pyrolysis* dapat diartikan sebagai proses dekomposisi dengan menggunakan energi panas atau pembakaran tetapi dengan oksigen terbatas. Hasil utama dari *pyrolysis* ini adalah energi panas, energi listrik atau bahkan bahan bakar nabati (*biofuel*).

Pembakaran tidak sempurna dilakukan dengan alat pembakaran atau *pirolisator* dengan suhu 250-350 °C selama 1-3,5 jam, bergantung pada jenis biomassa dan alat pembakaran yang digunakan. Pembuatan *biochar* terdiri dari proses karbonasi terhadap bahan baku dan proses *aktifasi* hasil proses *karbonisasi* pada suhu tinggi. Proses *karbonasi* adalah proses penguraian selulosa menjadi unsur karbon dan pengeluaran unsur-unsur nonkarbon yang berlangsung pada suhu 600 - 700 C.

2.4.2 Prinsip Biochar

Prinsip ramah lingkungan *biochar* dapat dijelaskan dalam beberapa hal. Dari segi bahan asal, *biochar* termasuk bahan yang dapat diperbaharui (*renewable*). Lebih lanjut, *biochar* dapat dikatakan sebagai salah satu alternatif pengelolaan limbah.

Limbah pertanian yang selama ini belum dimanfaatkan dan sulit dikomposkan dapat dimanfaatkan untuk *biochar*. Proses penanganan limbah yang tidak ramah lingkungan, seperti pembakaran (menghasilkan CO₂) dapat dihindari. Pembuangan limbah pada kondisi anaerob dan aerob juga memiliki resiko. Limbah yang tidak dikelola dengan baik pada kondisi aerob akan menghasilkan CO₂, sedangkan pada kondisi anaerob dapat menghasilkan CO₂ dan CH₄ (*methane*). Dipastikan juga limbah yang digunakan sebagai bahan baku *biochar* tidak dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sehingga tidak terjadi persaingan antara *biochar*-ternak.

Menurut Bambang (2012), Bahan baku pembuatan *biochar* umumnya adalah residu biomassa dari limbah organik yang dapat digunakan dalam proses pembuatan *biochar*. Bila limbah tersebut mengalami pembakaran dalam keadaan oksigen yang rendah atau tanpa oksigen akan dihasilkan 3 substansi, yaitu; metana dan hidrogen yang dapat dijadikan bahan bakar, bio-oil yang dapat diperbaharui, dan arang hayati (*biochar*) yang mempunyai sifat stabil dan kaya karbon (>50%).

2.4.3 Fungsi Biochar

Fungsi *biochar* sebagai pembenah tanah, dan sebagai bentuk sekuestrasi (penghambatan) karbon juga dapat dikatakan sebagai fungsi *biochar* terhadap

lingkungan. Pembuktian secara empirik sudah banyak dilakukan, menunjukkan bahwa *biochar* dapat meningkatkan kesuburan dan C organik tanah. Peningkatan kesuburan tanah tentu saja berkorelasi positif terhadap upaya pengurangan deforestasi (Bambang, 2012),.

2.4.4 Manfaat *Biochar*

1. Sebagai bahan ameliorasi ke dalam tanah dapat meningkatkan total organik karbon
2. Dapat memperbaiki sirkulasi air dan udara di dalam tanah.
3. Dapat merangsang pertumbuhan akar dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan hayati tanah.
4. Membantu menurunkan kekerasan tanah-tanah berliat dan mempertinggi kemampuan pengikatan air tanah, sehingga berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas mikroorganisme tanah.
5. Dalam tanah, *biochar* berperan sebagai shelter atau rumah untuk mikroorganisme.
6. Dapat meningkatkan nilai pH (bila tanah asam) dan menurunkan pH (bila tanah basa), meningkatkan KTK tanah, dan populasi mikroba pendegradasi pencemar.
7. *Biochar* yang diketahui memiliki daya serap tinggi dan mampu menyerap/mengikat zat pencemar dengan baik.
8. *Biochar* sebagai komponen media tumbuh dapat meningkatkan secara nyata pertumbuhan tinggi, diameter batang, dan biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai briket atau arang,

9. Begitu juga dengan cangkang biji karet, mengingat komponen kendaga tersusun oleh selulosa yang memiliki kandungan karbon yang cukup dan dapat dijadikan sebagai *biochar*.

2.4.5 Teknologi *Biochar*

Biochar diyakini dapat menjadi salah satu strategi mitigasi perubahan iklim. Kombinasi energi alternatif dari *pyrolysis* dan aplikasi *biochar* sebagai pembenah tanah diharapkan mampu mengurangi CO₂ dari atmosfer. Titik kritis dari upaya ini adalah pada proses produksi *biochar*.

Pada umumnya, alat produksi *biochar* sederhana dan berskala kecil merupakan alat produksi yang lambat dan sumber pencemaran. Lambat dalam artian memerlukan waktu lama untuk menghasilkan arang, bisa dalam ukuran hari atau jam, tergantung bahan bakunya. Dikatakan sumber pencemaran karena tidak ada perlakuan terhadap *syngas* (sintesis gas) hasil *pyrolysis*.

Sifat dan kualitas *biochar* bergantung pada proses pembuatan, bahan baku yang digunakan dan penanganan setelah proses pembuatannya. Kualitas serapan dan luas permukaan *biochar* banyak dipengaruhi oleh temperatur pembuatannya sedangkan kandungan nutrisi tanaman pada *biochar* bervariasi tergantung pada bahan baku yang digunakan.

posisi *syngas* (*campuran bahan bakar gas*) yaitu CO₂, CO, dan H₂. Proses pembuatan *biochar* juga dapat melepaskan gas-gas lain seperti CH₄, NO, N₂O, NO_x, dan aerosol (asap ataupun debu-debu sangat halus/*particulate matter*/PM_{2,5} dan PM₁₀). Komponen-komponen tersebut berbahaya bagi kesehatan manusia, dan juga

merupakan penyumbang efek rumah kaca. Pada skala industri, kualitas *biochar* memang sangat baik dan dengan proses produksi yang bersih (rendah polusi dan emisi), tetapi investasi pada alat semacam ini sangat tinggi.

Biochar berguna sebagai alat yang penting untuk meningkatkan keamanan pangan dan keragaman tanaman di wilayah dengan tanah yang miskin hara, kekurangan bahan organik, dan kekurangan air dan ketersediaan pupuk kimia. *Biochar* juga meningkatkan kualitas dan kuantitas air dengan meningkatnya penyimpanan tanah bagi unsur hara dan agrokimia yang digunakan oleh tumbuhan dan tanaman. (Bambang, 2012).

2.5 Hasil Penelitian Terdahulu

Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

NAMA	JUDUL	METODE ANALISIS	HASIL ANALISIS
Muhammad Al Kholif, Pungut, Sugito, Joko Sutrisno, Winda Sulistyo Dewi (2020)	Pengaruh Waktu Tinggal dan Media Tanam pada <i>Constructed Wetland</i> untuk Mengolah Air Limbah Industri Tahu	Analisis BOD5 dan COD dengan <i>sub surface wetland</i> aliran kontinu. Waktu tinggal 12-18 jam. Tanaman yang digunakan melati air.	Efisiensi BOD5 dan COD terbesar terjadi pada reaktor yang menggunakan media <i>biochar</i> dan waktu tinggal 18 jam dengan efisiensi BOD5 sebesar 50,52% dan COD sebesar 55,02%.
Restu Andri Setiyanto, Yusniar Hanani Darundiati, Tri Joko	Efektivitas Sistem <i>Constructed Wetlands</i> Kombinasi Melati Air (<i>Echinodorus Palaefolius</i>) Dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>) Limbah Cair Rumah Sakit Banyumanik Semarang	Analisis penurunan COD dengan Sistem <i>Constructed Wetlands</i>	Efisiensi perlakuan <i>constructed wetlands</i> kontrol sebesar 30,37%, pada perlakuan <i>constructed wetlands</i> melati air sebesar 53,98%, dan pada gabungan melati air dan karbon aktif sebesar 69,76%. Perlakuan <i>constructed wetlands</i> pada kontrol, dan perlakuan <i>constructed wetlands</i> melati air, dan gabungan melati air dan karbon aktif, dan sudah efektif dalam menurunkan kadar COD limbah cair Rumah sakit Banyumanik Semarang ditunjukkan dari nilai efisiensi yang diperoleh sudah dibawah NAB.

<p>Jennyamor Ramadhani, Rr. Dina Asrifah, dan Ika Wahyuning W.</p>	<p>Pengolahan Air Lindi Menggunakan Metode <i>Constructed Wetland</i> di TPA Sampah Tanjungrejo, Desa Tanjungrejo, Kecamatan Jekulo, Kabupaten Kudus</p>	<p>Analisis pengolahan air lindi dengan <i>constructed wetland</i>. waktu tinggal 3 hari dengan menggunakan tanaman</p>	<p>Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan menggunakan metode <i>constructed wetland</i> dengan waktu tinggal 3 hari memiliki hasil efektivitas tertinggi pada parameter TSS sebesar 65,625% dan yang terendah pada parameter pH sebesar 6,893%. 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.</p>
<p>Dyvia Ariany T, Badrus Zaman dan Titik Istirokhatun</p>	<p>Penyisihan BOD dan COD Dalam Lindi Pada <i>Constructed Wetland</i> Menggunakan <i>Typha</i> <i>Angsutifolia</i> Dengan Pengaruh Debit Dan Jumlah Tumbuhan Yang Berbeda (Studi Kasus : Tempat Pembuangan Sampah Kawasan Industri Terboyo, Semarang, Jawa Tengah)</p>	<p>Analisis penurunan COD dan BOD. Dengan waktu tinggal selama 9 hari. Menggunakan <i>typha</i> <i>austifolia</i>,</p>	<p>Reaktor yang mengalami efisiensi tertinggi untuk konsentrasi BOD terdapat pada reaktor 2 dengan 3 tumbuhan dan debit 8 liter/hari mencapai 94,60%. Sedangkan untuk konsentrasi COD terdapat pada reactor yang sama, dengan jumlah tumbuhan 3 dan debit 8 liter/hari mencapai 94,54%. debit dan jumlah tumbuhan mempengaruhi penurunan konsentrasi COD dan BOD. Tetapi untuk hubungan antara jumlah tumbuhan terhadap konsentrasi BOD dan COD sangat rendah, sedangkan besaran</p>

Ismaryanto Gunawan,
Wiharyanto
Oktiawan, Mochtar
Hadiwidodo

Studi Kemampuan *Vertical Subsurface Flow Constructed Wetlands* Dalam Menyisihkan Cod, Nitrit, Dan Nitrat Pada Air Lindi (Studi Kasus: Tpa Ngronggo, Salatiga)

Pengolahan dengan biofilter . tanaman yang digunakan yaitu lingi dengan variasi waktu tinggal 3, 6 dan 9 hari.

debit dengan konsentrasi BOD dan COD hubungannya bisa dikatakan sedang.

Sistem *Vertical Subsurface Flow Constructed Wetlands* dengan menggunakan tumbuhan *Scirpus grossius* (lingi) mampu menurunkan konsentrasi COD, nitrit, dan nitrat yang terdapat pada air lindi.

Penurunan konsentrasi COD, nitrit dan nitrat pada sistem *Vertical Subsurface Flow Constructed Wetland* dipengaruhi oleh jumlah tumbuhan dan waktu tinggal. Efisiensi pengolahan dengan menggunakan sistem *Vertical Subsurface Flow Constructed*

Anna Catharina Sri
Purna Suswati dan
Gunawan Wibisono

Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Taman Tanaman Air (*Constructed Wetlands*)

Analisis penurunan COD dan BOD dengan sistem lahan basah menggunakan berbagai tanaman air

Constructed Wetland tipe Free Surface Flow, cocok di pinggiran kota, sebagai pengolah air limbah secara terpusat dan sekaligus menjadi tempat rekreasi. Constructed Wetland tipe Horizontal Subsurface Flow (SSF) cocok untuk daerah perkotaan yang tidak terjangkau fasilitas pengolahan air limbah yang terpusat, sehingga dapat dibangun secara individual. CW tipe SSF lebih fleksibel dalam penempatannya, dan tidak memerlukan lahan yang luas. Pemilihan jenis tanaman dalam CW-SSF

Bernadette Nusye
Parasmita,
Wiharyanto
Oktiawan, Mochtar
Hadiwidodo

Studi Pengaruh Waktu
Tinggal Terhadap Penyisihan
Parameter BOD5, COD Dan
TSS Lindi Menggunakan
Biofilter Secara Anaerob-
Aerob

Analisis penurunan
BOD5, COD, TSS
menggunakan
biofilter. Dengan
menggunakan variasi
waktu tinggal yaitu
15, 20 dan 25 jam.

disesuaikan dengan lokasi tempat CW dibangun, teduh atau terpapar panas. Kinerja CW lebih baik menggunakan kombinasi berbagai jenis tanaman, dibandingkan dengan menggunakan tanaman tunggal.

Penelitian ini dilakukan variasi waktu tinggal untuk mendapatkan efisiensi penyisihan yang paling besar. Selain itu akan dilihat pula bagaimana perbedaan antara masing-masing proses pengolahan Efisiensi penyisihan parameter pencemar berdasarkan variasi waktu tinggal untuk BOD5 mencapai 65%, untuk COD mencapai 29,21% dan TSS mencapai 39,50%. Hasil dari ketiga parameter tersebut terjadi pada waktu tinggal yang paling lama, yaitu 25 jam untuk biofilter anaerob dan 17,5 jam untuk biofilter aerob. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa semakin lama waktu tinggal proses pengolahan pada biofilter, maka semakin besar nilai efisiensi penyisihan yang terjadi pada parameter BOD5, COD dan TSS.

Sarip Usman dan

Pengolahan Air Limbah Analisis menurunkan

Hasil penelitian memperlihatkan

Imam Santosa	Sampah (Lindi) Dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah (Tpa) Menggunakan Metoda <i>Constructed Wetland</i>	COD, BOD, Nitrit dan pH dengan aliran mengalir melewati media tanam. Tanaman yang digunakan adalah rumput payung.	penurunan kosentrasi COD, BOD, Nitrit dan pH air lindi dengan menggunakan aliran horizontal mengalir di atas permukaan media tanaman adalah 28 %, 27 %, 46 %, dan 4 %, aliran horizontal mengalir melewati media adalah 64 %, 64 %, 93 %, dan 5 %, dan kemampuan penurunan kosentrasi COD, BOD, Nitrit dan pH pada reaktor aliran melewati media tanaman lebih tinggi dibandingkan kemampuan penurunan reaktor <i>Constructed Wetland</i> yang menggunakan aliran mengalir di atas permukaan media tanaman.
Rahmaniar dan Nesi Susilawati	Pemanfaatan Limbah Padat <i>Crumb Rubber</i> Untuk Pembuatan Tegel Karet Menggunakan Bahan Pengisi Dari Pasir Kuarsa	Analisis dengan menggunakan pasir kuarsa. Rancangan yang digunakan RAL non factorial. Factor tunggal perlakuan variasi konsentrasi pasir kuarsa 50, 60, dan 70 phr	Penelitian menunjukkan bahwa pasir kuarsa dapat memberikan pengaruh terhadap sifat mekanik kompon untuk tegel karet dan memenuhi SNI 03-1550-1989 untuk Tegel Karet. Hasil pengujian yang terbaik di peroleh pada perlakuan A1 (Pasir kuarsa 50 phr dan limbah karet 100 phr), dengan nilai kekerasan 86 shore A, tegangan putus 81 kg/cm ² , perpanjangan putus 300%. Hasil uji secara organoleptis untuk keadaan dan kenampakan adalah mempunyai kenampakan yang merata dan tidak

Chaoren Deng, Lei
Huang, Yinkun
Liang Hongyu
Xiang, Jie Jiang
Qinghua Wang, Jie
Hou.

Response of microbes to
biochar strengthen nitrogen
removal in subsurface flow
constructed wetlands:
Microbial community
structure and metabolite
characteristics

Analisis penurunan
nitrogen dengan
sistem aliran bawah
lahan basah buatan
dengan mikroba.
Variasi *biochar* yang
digunakan adalah
0%, 10%, 20% dan
30%.

mengalami kecacatan setelah dilakukan
pencetakan.

Penelitian ini hasilnya menunjukkan
bahwa SFCW yang ditambahkan *biochar*
memberikan efisiensi penurunan untuk
ammonium (49,69 % – 63,51%) dan
nitrogen total (81,83% - 86,36%).
Penambahan *biochar* dapat meningkatkan
penurunan nitrogen dan meningkatkan
senyawa dengan berat molekul tinggi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen dengan data kuantitatif yaitu meneliti efektivitas sistem *constructed wetlands* dengan keladi singonium (*syngonium polophyllum*) dan *biochar* dari tatal karet dalam menurunkan parameter COD, BOD₅ dan TSS air lindi TPA Tanjung Jabung Timur.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah dan Pembuatan *biochar* dilakukan di Laboratorium Universitas Jambi, sampel air lindi TPA di ambil di Kelurahan Parit Culum 1, Kecamatan Muara Sabak Barat, Kabupaten Tanjung Jabung Timur. *Biochar* dibuat dari limbah tatal karet PT.Djambi Waras Jambi.

3.3 Data Penelitian

1. Data Primer

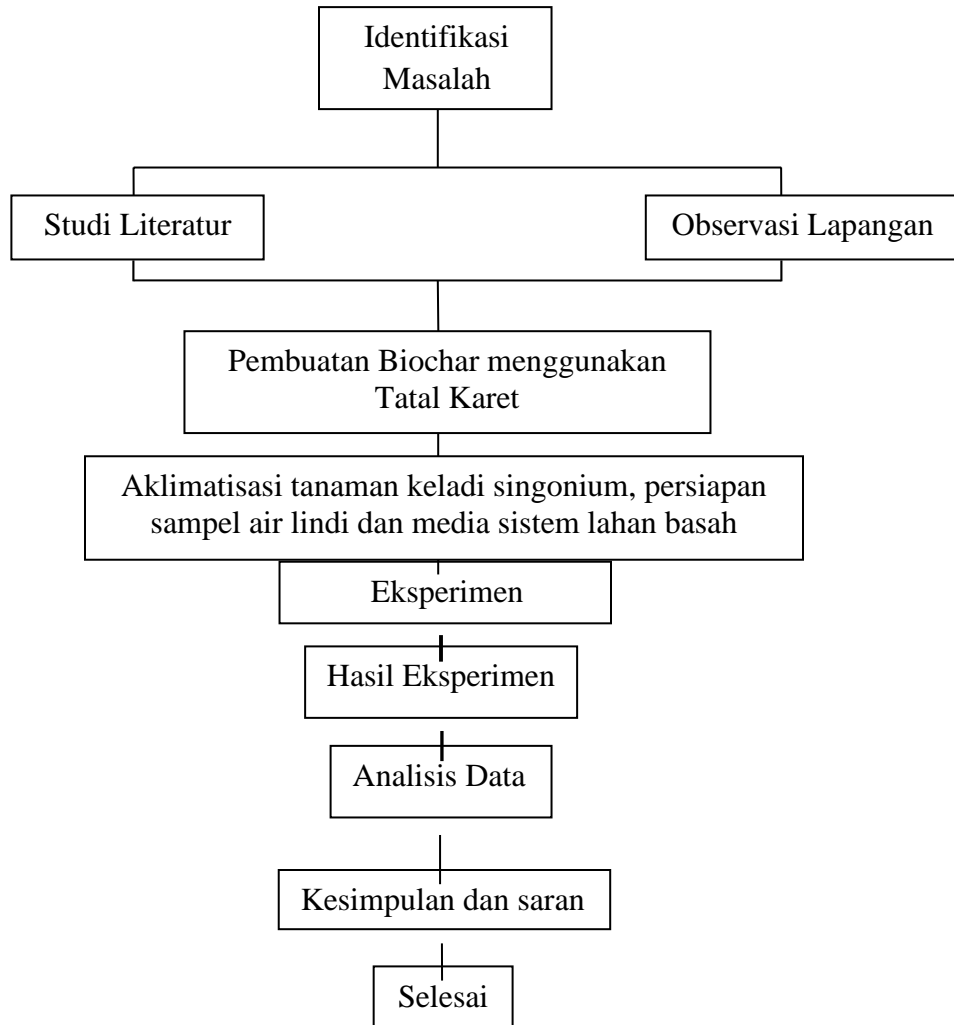
Data primer merupakan data yang di dapatkan dari hasil studi lapangan langsung, dalam penelitian ini data primernya yaitu hasil analisis nilai COD, BOD₅ dan TSS dari air lindi sebelum dan sesudah dilakukan percobaan.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data hasil studi literatur yang didapatkan dari jurnal-jurnal penelitian terdahulu terkait dengan penelitian ini.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Berikut bagan alir alur penelitian ini:



Gambar 3.1 Alur penelitian

3.5 Pengumpulan Data

Teknik Pengambilan Sampling Air Lindi

Sampling air lindi menggunakan metode *grab sampling*. Metode *grab sampling* adalah sampel yang diambil pada waktu-waktu tertentu dan sampel tersebut sudah mampu mewakili limbah atau badan air. Sampel air lindi diambil pada waktu pagi hari pada kolam penampungan TPA Tanjung Jabung Timur.

Sampel air lindi diambil dengan cara memasukan gayung ke dalam kolam penampungan air lindi kemudian dimasukkan kedalam botol sampel hingga terisi penuh dengan air lindi kemudian botol ditutup sebelum diangkat dari kolam penampung air lindi. Langkah ini bertujuan agar tidak ada gelembung udara yang masuk ke dalam botol, sehingga tidak terjadi proses aerasi didalamnya. Botol yang telah terisi kemudian diberi label sebagai tanda lokasi pengambilan sampel air.

Variabel bebas

Variable bebas pada penelitian ini yaitu ketebalan *biochar* 0%, 10%, 20% dan 30% pada *constructed wetlands*.

Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian ini merupakan parameter pencemar air lindi yaitu BOD₅, COD dan TSS.

3.6 Proses Pembuatan *Biochar* Dari Tatal Karet

***Biochar* dengan metode pirolisis**

Pembuatan *biochar* dilakukan dengan metode pirolisis. Metode ini dipilih karena tidak membutuhkan waktu yang lama yaitu hanya dengan menggunakan waktu 2 jam dan suhu yang digunakan bisa diatur sesuai kebutuhan. Metode lain untuk membuat *biochar* dapat dengan menggunakan tungku tertutup dengan kondisi minim Oksigen dimana sumber panas yang digunakan dari gas LPG selama 3 jam (Nelson et al, 2020). Namun metode dengan tungku ini akan memakan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan metode pirolisis. Proses pirolisis dilakukan di Laboratorium Universitas Jambi.

Adapun alat dan bahan yang perlu disiapkan yaitu:

- Pirolisator (alat yang digunakan dalam pembuatan *biochar*)
- Waktu yang digunakan 2 jam
- Temperatur 350 °C
- Bahan baku tatal karet
- Volume alat = 12 liter

Cara Pembuatan:

Pembuatan *biochar* dilakukan dengan cara :

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang akan di gunakan
- b. Lalu masukan tatal karet kedalam pirolisator
- c. Tunggu hingga 2 jam dengan temperatur 350 °C dengan hasil tekstur yang agak kehitaman
- d. Lalu dinginkan dan cuci terlebih dahulu sebelum digunakan



Gambar 3.2 Alat pirolisis

3.6 Aklimatisasi Tanaman

Aklimatisasi tanaman bertujuan agar tanaman dapat menyesuaikan diri dengan media tumbuhnya yang baru. Sampel air lindi yang diambil dari TPA Tanjung Jabung Timur dimasukkan kedalam bak penampung air lindi. Sampel air lindi yang diambil mempunyai sifat fisik berwarna hitam pekat dengan bau menyengat, sehingga dilakukan pengenceran. Aklimatisasi dilakukan secara bertingkat dengan perbandingan awal 1:4. Pengenceran pada saat aklimatisasi pertama yaitu 2 liter air lindi dicampur dengan 8 liter air bersih selanjutnya dilakukan pengadukan agar homogen dan pengamatan dilakukan selama 3 (tiga) hari. Setelah 3 (tiga) hari tanaman kemudian dilakukan aklimatisasi kembali dengan menggunakan perbandingan 3:2 yaitu 6 (enam) liter air lindi dan 4 liter air bersih selama 3 (tiga) hari untuk memastikan tanaman tidak layu ataupun mati. Setelah itu tanaman

dinetralkan kembali dengan air bersih selama 1 (satu) hari sebelum eksperimen dilakukan (Riyanti et al, 2019).

3.8 Variasi Penelitian

Penelitian ini merujuk pada variasi dari *biochar* sebagai berikut

Tabel 3.1 Variasi constructed wetlands

Perlakuan	Variasi Ketebalan
Constructed Wetland (CW) 0	<i>Biochar</i> 0%
Constructed Wetland (CW) 1	<i>Biochar</i> 10% (2,5 cm)
Constructed Wetland (CW) 2	<i>Biochar</i> 20% (5 cm)
Constructed Wetland (CW) 3	<i>Biochar</i> 30% (7,5 cm)

Berdasarkan Tabel 3.1 variasi ketebalan *biochar* yang digunakan adalah pada perlakuan ke-1 menggunakan 10% *biochar* + pasir dengan berat ½ kg, pada perlakuan ke-2 menggunakan 20% *biochar* + pasir dengan berat 1,5 kg, pada perlakuan ke-3 menggunakan 30% *biochar* + pasir dengan berat 2 kg.

3.9 Pengujian Sampel

a. Pengujian Air Lindi (Inlet)

Sampel air lindi sebelum pengolahan (inlet) dilakukan pengujian kadar BOD₅, COD dan TSS.

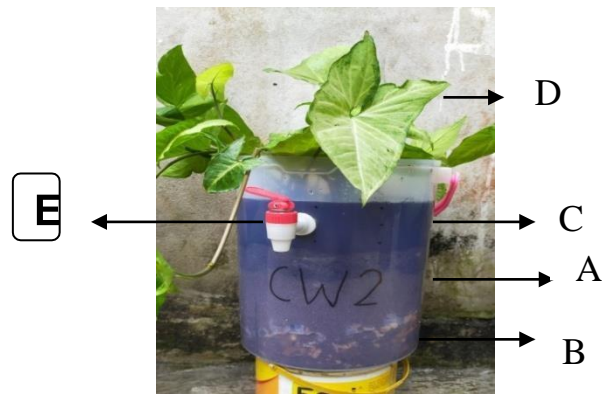
b. Pengujian Bak Kontrol (CW 0)

Bak CW mempunyai dimensi dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 20 cm. Pada CW 0 tidak dilakukan penambahan *biochar*, media tanam hanya terdiri dari campuran pasir dan kerikil yang ditanami keladi singonium. Kemudian dilakukan

penambahan sampel air lindi kedalam bak tersebut. Waktu detensi yang diambil adalah 10 hari dan pengujian hasil pada outlet dilakukan pada hari ke 10.

c. Rangkaian Instrumen Pengujian Sampel

Penyiapan 3 wadah dengan ukuran yang sama, kemudian tuangkan *biochar* dengan masing-masing variasi 10%, 20%, dan 30% dan sisanya adalah pasir dan kerikil dan ditanami keladi singonium. Lalu sampel air lindi dimasukkan ke dalam masing-masing bak. Pengujian sampel air pada outlet dilakukan pada hari ke 10.



Gambar 3.2. Desain *Constructed Wetlands* tipe *Subsurface Flow System*

Keterangan :

A = *Biochar* + pasir perbandingan 1:1

B = Gravel + pasir perbandingan 1:1

C = Air lindi

D = Keladi singonium

E = Keran outlet air lindi

3.10 Analisis Data

Analisis konsentrasi BOD₅, COD dan TSS dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Jambi. Data konsentrasi tiap parameter kemudian

dianalisis untuk melihat nilai penurunan dan efisiensi dari masing-masing variasi CW sebelum dan setelah pengolahan. Pada penelitian ini juga akan membandingkan pengaruh penambahan *biochar* antar variasi CW terhadap penurunan konsentrasi pencemar pada air lindi.

Menurut Setiyanto et al, 2016 penentuan efisiensi penyisihan pencemar dapat dengan menggunakan rumus:

$$Efektivitas (E) = \frac{kandungan\ awal - kandungan\ akhir}{kandungan\ awal} \times 100\%$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kualitas Awal Air Lindi TPA

Pada penelitian ini sebelum air lindi diolah dengan sistem *constructed wetland* tahapan pertama perlakuan adalah dengan melakukan pengujian awal terhadap parameter pencemar air lindi. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui kualitas awal air lindi tersebut sesuai dengan parameter yang akan ditinjau. Adapun hasil analisis air lindi parameter BOD₅, COD dan TSS dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Awal Kualitas Air Lindi

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu Air Lindi
BOD ₅	mg/L	445,17	150
COD	mg/L	727,60	300
TSS	mg/L	274,12	100

Ket:*) PermenLHK Nomor P.59 / 2016

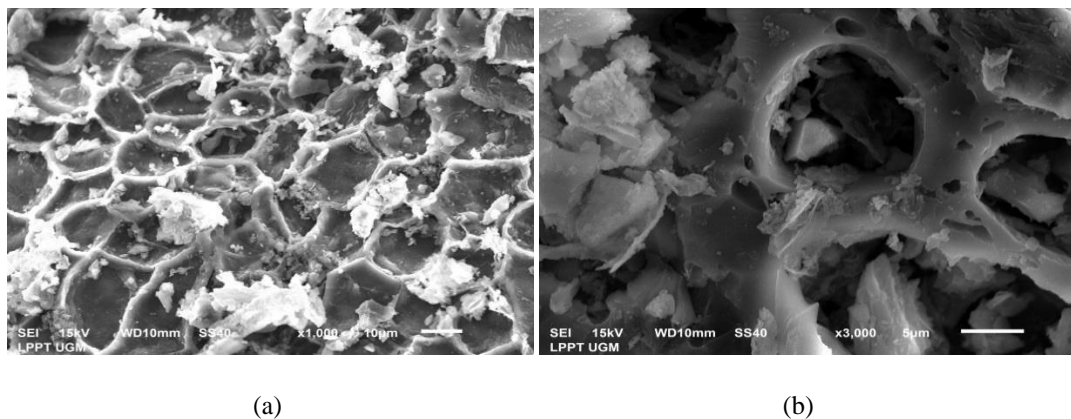
Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan bahwa kadar COD, TSS dan BOD₅ yang terdapat pada air lindi tersebut jauh melebihi baku mutu. Hal ini dapat diketahui bahwa air lindi tidak boleh dialirkan langsung keperairan atau pun tanah sekitaran. Pada penelitian ini air lindi akan diolah dengan sistem *constructed wetland* dengan kombinasi antara tanaman keladi singonium dan *biochar*.

4.2 Biochar Tatal Karet

Biochar merupakan hasil konversi dari limbah organik dengan menggunakan metode pembakaran tidak sempurna dengan suplai oksigen terbatas (*pyrolysis*). *Biochar* bisa dibuat dari berbagai bahan dasar seperti cangkang kelapa sawit, sekam

padi dan batok kelapa. Namun penelitian ini menggunakan tatal karet sebagai bahan dasar pembuatan *biochar*. Pemilihan tatal karet sebagai bahan dasar *biochar* karena tatal karet dinilai belum banyak dimanfaatkan sehingga akan menimbulkan limbah yang tidak terolah.

Berdasarkan uji SEM EDX Mapping yang dilakukan pada penelitian oleh Fitria (2021) terlihat dari perbesaran 1000x dan 3000x sebagai berikut:



Gambar 4.2 (a) Morfologi *biochar* non aktifasi ukuran pori 10µm, panjang 10 mm dan perbesaran 1000x. (b) Morfologi *biochar* non aktifasi ukuran pori 5µm, panjang 10 mm dan perbesaran 3000x.

Morfologi seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2 merupakan ciri khas dari limbah padat *crum rubber* yang dibuat menjadi *biochar*. Beberapa butiran kristal didapatkan bahwa ukuran diameter pori *biochar* sebesar kurang lebih 5µm dalam proses penyerapan absorben yang akan sedikit lambat (Alimano,2014). Klasifikasi ukuran diameter pori terbaik untuk absorben adalah 2-50 nm.

4.3 Aklimatisasi Tanaman Keladi Singonium





Sebelum perlakuan tanaman keladi singonium terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi. Tujuan aklimatisasi tanaman adalah agar tanaman dapat menyesuaikan

diri dengan media tumbuhnya yang baru. Aklimatisasi dilakukan secara bertingkat dengan perbandingan awal 1:4. Pengenceran pada saat aklimatisasi pertama yaitu 2 liter air lindi dicampur dengan 8 liter air bersih selanjutnya dilakukan pengadukan agar homogen dan pengamatan dilakukan selama 3 (tiga) hari. Setelah 3 (tiga) hari tanaman kemudian dilakukan aklimatisasi kembali dengan menggunakan perbandingan 3:2 yaitu 6 (enam) liter air lindi dan 4 liter air bersih selama 3 (tiga) hari untuk memastikan tanaman tidak layu ataupun mati. Selama 6 (enam) hari tanaman dinilai telah mampu perlahan menunjukkan apakah bisa beradaptasi dengan lingkungan barunya atau tidak. Setelah 6 (enam) hari aklimatisasi tanaman keladi singonium di netralkan dengan air bersih baru kemudian dilakukan eksperimen terhadap penurunan parameter air lindi.

4.4 Eksperimen Pengolahan Air Lindi Dengan *Constructed Wetland*

Tahapan eksperimen pengolahan air lindi pada *constructed wetland* dilakukan dengan waktu tinggal selama 10 hari. Kondisi keladi singonium dalam *constructed wetland* dari hari 0 hingga ke hari 10 dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 kondisi keladi singonium dalam *constructed wetland*

HARI KE	FOTO
0	
3	
6	
10	

Berdasarkan tabel 4.2 diatas kondisi keladi singonium dari hari 0, 3, 6 dan 10 tidak mengalami degradasi atau layu. Keladi singonium yang berada di *constructed wetland* yang berisi air lindi pada hari ke 0 hingga hari ke 10 mampu bertahan hidup

dan bisa tumbuh dengan baik dengan kondisi daerah yang tercemar. Hal ini menunjukkan bahwa keladi singonium memiliki daya tahan yang cukup kuat, tidak mudah mati serta mempunyai akar serabut yang lebat sehingga memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap unsur hara. Pada sistem perakaran keladi singonium memiliki kemampuan untuk menstabilkan substrat padat didasar bak reaktor.

Pada hari ke 0 hingga hari ke 6 keladi singonium tidak layu sedangkan pada hari ke 6 hingga hari ke 10 keladi singonium mulai mengalami perubahan dengan adanya penumbuhan pucuk daun yang baru. hal tersebut juga menunjukkan bahwa keladi singonium dapat memanfaatkan polutan yang ada pada air lindi tersebut sebagai nutrisi untuk dapat bertahan hidup dan berkembang.

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan terhadap air lindi TPA Tanjung Jabung Timur dengan menggunakan sistem *constructed wetland* tipe *sub surface flow*. sistem *constructed wetland* merupakan metode yang memanfaatkan tanaman air yang memiliki kemampuan untuk melakukan penyerapan. Penyerapan oleh tumbuhan merupakan proses penyerapan secara langsung kontaminan ke dalam akar tumbuhan yang disebut proses fitodegradasi (*phytodegradation*). Fitodegradasi terjadi karena adanya penguraian kontaminan yang terserap melalui proses metabolik dalam tumbuhan atau pemecahan kontaminan melalui senyawa enzimatis yang dihasilkan oleh tumbuhan. Kontaminan yang telah didegradasi, kemudian didistribusikan ke dalam jaringan tumbuhan atau digunakan sebagai nutrisi bagi tumbuhan (Khapre, 2015).

4.5 Hasil Analisis Air Lindi dengan Pengolahan Sistem *Constructed Wetland*

Pada penelitian ini air lindi TPA dimasukkan kedalam bak kontrol *constructed wetland* tanpa *biochar*. Adapun waktu yang digunakan untuk mengolah air lindi dalam bak kontrol adalah selama 10 hari dan sampel dianalisis pada hari ke 10. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Penurunan Kadar BOD₅, COD dan TSS

NO	Variasi % Biochar	Waktu Detensi (Hari)	Konsentrasi Lindi Awal (mg/L)	0% (Bak kontrol) (mg/L)	10% (CW1) (mg/L)	20% (CW2) (mg/L)	30% (CW3) (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)
1	BOD ₅ (mg/L)	10	445,17	104,41	83,16	74,62	52,12	150
2	COD (mg/L)	10	727,60	213,12	149,07	129,17	93,86	300
3	TSS (mg/L)	10	274,12	89,73	71,12	54,13	50,19	100

Keterangan: Baku Mutu mengacu pada PermenLHK Nomor P.59 / 2016

Pengolahan lindi dengan *constructed wetland* dilakukan dengan tiga mekanisme yakni proses fisika, kimia dan biologis (Khapre, 2015) yang terjadi antara media, tumbuhan dan mikroorganisme. Proses fisik terdiri dari proses penyaringan dan sedimentasi. Setelah lindi masuk ke *constructed wetland*, lindi mengalir secara perlahan melalui media dalam *wetland*. Aliran lambat ini membuat padatan tersuspensi, filtrasi oleh akar tumbuhan dan media terhadap patogen dan zat organik.

Berdasarkan tabel 4.3 dapat dilihat bahwa pada bak kontrol *constructed wetland* tanpa *biochar* BOD₅, COD dan TSS mengalami penurunan yang cukup signifikan. Bak kontrol terdiri dari lapisan pasir dan kerikil serta tanaman keladi singonium. Lapisan pasir dan kerikil dapat menurunkan kadar BOD₅, COD dan TSS

air lindi tanpa ditambahkan *biochar*. Hal ini terjadi karena media pasir dapat menyaring dan menghilangkan polutan organik, kekeruhan dan warna akibat padatan tersuspensi pada proses penyaringan secara fisika.

Pada penelitian ini, proses penurunan parameter pencemar seperti BOD₅, COD dan TSS dalam air lindi juga terjadi karena proses biologi melalui peranan tanaman keladi singonium. Zat organik yang terkandung dalam air lindi diserap melalui akar tanaman kemudian didistribusikan kedalam jaringan tanaman sebagai nutrisi untuk proses fotosintesis. Mikroorganisme yang hidup pada perakaran tanaman berperan menguraikan partikel-partikel organik dalam air dengan bantuan transfer oksigen oleh tanaman keladi singonium. Oksigen tersebut mengalir ke akar melalui batang setelah berdifusi dari atmosfer melalui pori-pori daun (Setiyanto, 2016).

Sementara proses kimia terjadi melalui penyerapan (adsorpsi) polutan oleh *biochar*. Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan *biochar* memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan penyisihan polutan air lindi. Penambahan jumlah *biochar* meningkatkan penyisihan BOD₅, COD dan TSS hingga 7-14% pada reaktor *constructed wetland*. Waktu tinggal juga memberikan pengaruh terhadap penurunan parameter dalam air lindi. Menurut penelitian Kholif et al (2020), efisiensi BOD₅ dan COD pada reaktor yang menggunakan media *biochar* pada waktu tinggal 18 jam lebih besar dibandingkan dengan waktu tinggal 10 jam. Semakin lama waktu tinggal zat organik akan semakin banyak terurai oleh mikroorganisme. Pada penelitian ini air lindi didiamkan selama 10 hari dalam bak *constructed wetland* air

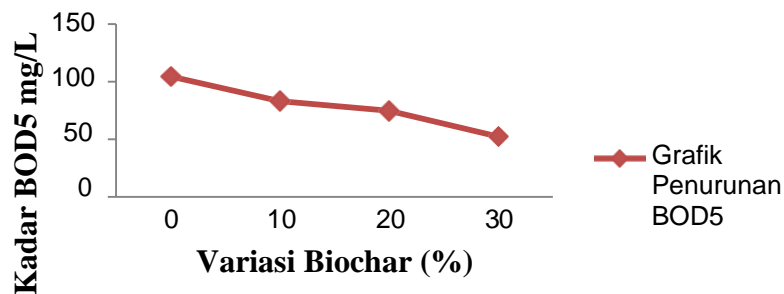
lindi dидiamkan dan parameter pencemar dapat turun secara alamiah dan berproses secara aerobik dengan memanfaatkan oksigen terlarut dalam air lindi.

4.5.1 Hasil Penurunan Parameter BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*)

Hasil pengujian kadar BOD₅ pada penelitian *constructed wetland* berhasil mengalami penurunan. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.2

Tabel 4.4 Persentase Penurunan BOD₅

Variasi Biochar	Waktu Detensi (Hari)	Kadar BOD ₅ Pada Inlet mg/L	BOD ₅ (mg/L)	Persentase Penurunan (%)	Baku Mutu
0% (CW0)	10		104,41	76,54%	
10% (CW1)	10	445,17	83,16	81,31%	150
20% (CW2)	10		74,62	83,23%	
30% (CW3)	10		52,12	88,29%	



Gambar 4.2 Grafik Penurunan Kadar BOD₅ Terhadap Variasi *Biochar*

Gambar 4.2 menunjukkan terjadi penurunan BOD₅ dengan pengolahan sistem *constructed wetland* yang signifikan antara variasi *biochar* 10%, 20% dan 30% dengan kadar BOD₅. Kadar BOD₅ yang belum diolah yaitu sebesar 445,17 mg/L dan

setelah diolah dan dilakukan penambahan *biochar* dengan variasi berbeda yaitu 10%, 20% dan 30% masing-masing penurunan kadar BOD₅ pada *constructed wetland* menjadi 83,16 mg/L, 74,62 mg/L dan 52,12 mg/L.

Perbedaan penurunan kadar BOD₅ dengan *constructed wetland* menggunakan gabungan dari keladi singonium dan *biochar* yang memiliki variasi konsentrasi berbeda. Penurunan kadar BOD₅ pada air lindi tersebut meningkat dengan penambahan *biochar* yang berbeda jumlahnya. Pada tabel ditunjukkan semakin besar jumlah *biochar* yang ditambahkan konsentrasi BOD₅ juga semakin menurun. Hal ini sejalan dengan penelitian Setyanto (2016) yang menyatakan bahwa penurunan kadar parameter pencemar dapat dipengaruhi oleh adanya penambahan *biochar* yang berperan sebagai pengabsorben dari kadar parameter pencemar tersebut. Menurut Fitria (2020) *biochar* tatal karet memiliki kandungan unsur yaitu karbon (C), oksigen (O) yang tinggi, dimana unsur karbon sebesar 34,5% dan oksigen 26,5%. Adanya kandungan unsur karbon pada *biochar* mampu menyerap polutan yang terkandung pada air lindi sehingga perlahan kadar BOD menurun. Sementara kandungan oksigen untuk respirasi mikroba aerob dalam mendegrasi BOD air limbah.

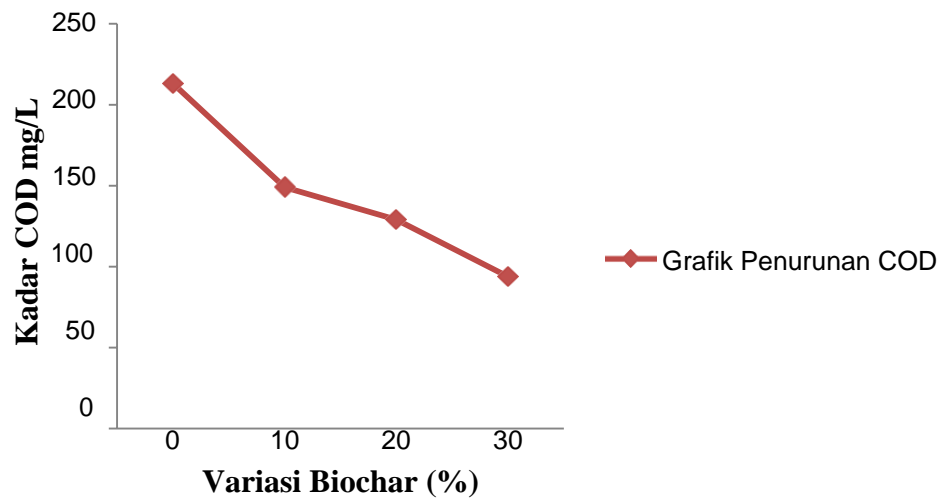
Selain itu penurunan parameter BOD₅ pada reaktor media *constructed wetland* dapat terjadi melalui proses fisik dan biologis. Penyisihan fisik dari BOD₅ terjadi melalui proses pengendapan dan penangkapan material partikulat di media tanaman (Usman dan Santosa 2014).

4.5.2 Hasil Penurunan Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Air lindi pada penelitian ini telah dilakukan pengujian awal dengan kadar COD inlet tanpa pengolahan adalah sebesar 727,60 mg/L. Berdasarkan hasil tersebut kadar parameter COD awal melebihi baku mutu yang telah ditetapkan PermenLHK Nomor 59 Tahun 2016. Hasil pengujian COD pada sistem *constructed wetlands* dapat dilihat pada tabel 4.5 dan gambar grafik 4.3.

Tabel 4.5 Persentase Penurunan Kadar COD

Variasi Biochar	Waktu Detensi (Hari)	Kadar COD Pada Inlet mg/L	COD mg/L	Persentase (%) Penurunan	Baku Mutu
0% (CW0)	10	727,60	213,12	70,71%	300
10% (CW1)	10		149,07	79,51%	
20% (CW2)	10		129,17	82,24%	
30% (CW3)	10		93,86	87,10%	



Gambar 4.3 Grafik Penurunan Kadar COD Terhadap Variasi *Biochar*

Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat dilihat penurunan konsentrasi COD terjadi secara bertahap pada setiap reaktor dan kontrol. Penurunan COD terkecil terjadi pada Reaktor CW0 dengan persen variasi *biochar* 0% dan konsentrasi COD sebesar 213,12 mg/L dengan efisiensi 70,71%. Pada Reaktor CW1 penurunan terjadi dengan variasi persen *biochar* 10% dan konsentrasi COD sebesar 149,07 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 79,51%. Kemudian pada reaktor CW2 penurunan terjadi dengan variasi *biochar* sebesar 20% dan kadar COD 129,17 mg/L dengan persen penurunan sebesar 82,24%. Pada reaktor terkhur dengan variasi *biochar* 30% dan kadar COD sebesar 93,86 mg/L serta persentase penurunannya sebesar 87,10%. Hal ini menjelaskan bahwa persen variasi *biochar* mempengaruhi kualitas penurunan COD.

Penurunan COD ini juga berkaitan dengan waktu tinggal air lindi pada reaktor dan gabungan antara *biochar* dan tanaman keladi singonium. Penurunan konsentrasi COD di dalam reaktor dapat terjadi karena aktivitas mikroorganisme yang ada dengan tanaman keladi singonium dalam *wetlands* (Mutiara et al, 2015). Selain mikroorganisme dan tanaman, terdapat faktor lain yang mendukung proses penguraian bahan organik yaitu oksigen, oksigen dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik karbon yang terkandung dalam limbah secara aerobik oleh mikroorganisme. Suplai oksigen diperoleh mikroorganisme dari hasil proses fotosintesis tanaman, air, alga, dan biofilm. Kandungan oksigen dalam *biochar* membantu dalam proses degradasi bahan organik sehingga menurunkan COD dalam air limbah. Hal inilah yang menyebabkan semakin besar jumlah *biochar* pada reaktor maka meningkatkan penyisihan pencemar. Selain itu oksigen juga berasal dari proses

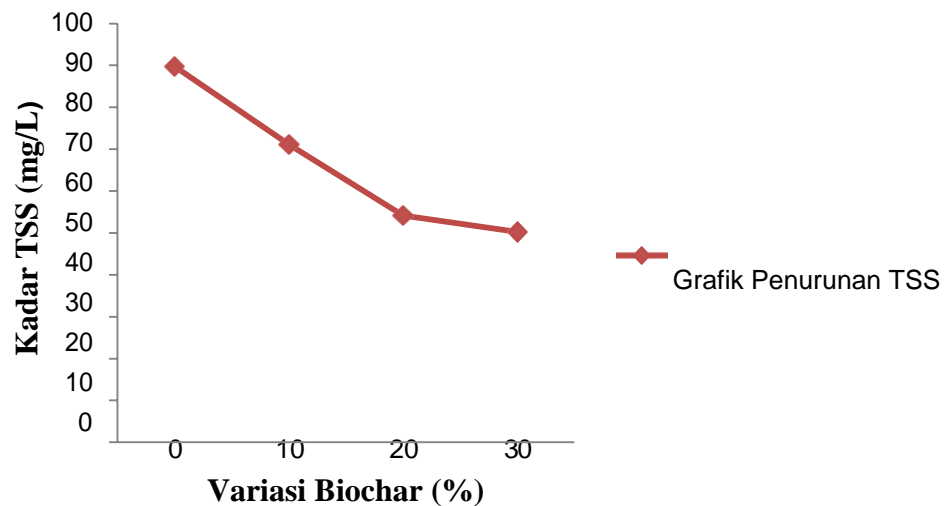
difusi langsung dari atmosfer ke permukaan air, serta adanya raerasi dan translokasi oksigen menuju lapisan rhizosfer.

4.4.3 Penurunan Parameter TSS (*total suspended solid*)

Parameter TSS juga mengalami penurunan kadar sebelum diolah dan setelah diolah. Penurunan kadar TSS dapat dilihat pada tabel 4.6 dan gambar grafik 4.4.

Tabel 4.6 Persentase Penurunan TSS

Variasi Biochar	Waktu Detensi (Hari)	Kadar TSS Pada inlet mg/L	TSS (mg/L)	Persentase Penurunan (%)	Baku Mutu
0% (CW0)	10	274,12	89,73	67,26	100
10% (CW1)	10		71,12	74,05	
20% (CW2)	10		54,13	80,25	
30% (CW3)	10		50,19	81,69	



Gambar 4.4 Grafik Penurunan Kadar TSS terhadap Variasi *Biochar*

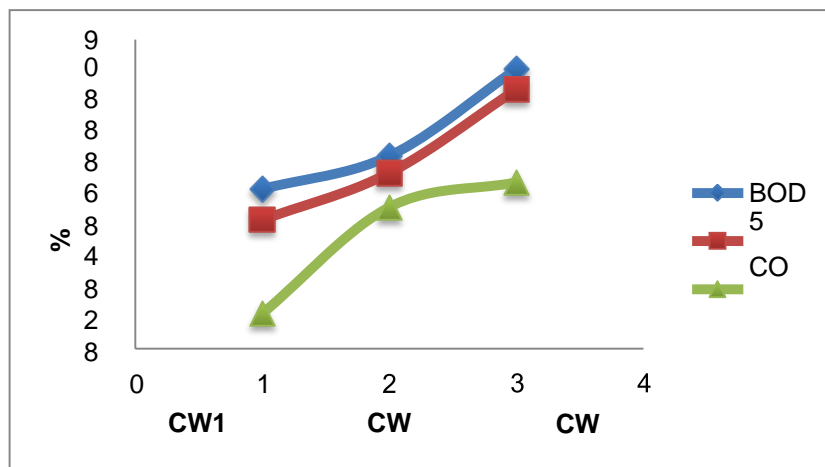
Berdasarkan tabel dan grafik diatas kadar TSS setelah diolah dengan sistem *constructed wetland* mengalami penurunan yang signifikan. Kadar awal parameter TSS adalah 274,17 mg/L menjadi dibawah baku mutu. Pada tabel juga terlihat persen penurunan terbesar pada reaktor CW3 dengan variasi *biochar* sebesar 30%. Hal ini menyatakan bahwa semakin besar variasi *biochar* maka semakin besar penurunan kadar TSS tersebut. Benda padat tersuspensi dalam air lindi akan melekat pada bagian tanaman keladi singonium dan terserap oleh *biochar* yang terendam sehingga menyebabkan penurunan kadarnya dalam air lindi. Hal ini sesuai dengan penelitian Wimbaningrum et al (2020) yang menyatakan mekanisme kerja pada *constructed wetland* menunjukkan peran tanaman dan *biochar* dalam sistem *constructed wetland* yaitu sebagai penangkap polutan.

Selain itu mengacu kepada persebaran unsur dalam morfologi *biochar*, menurut Suherman (2013) yang dapat membantu menurunkan kadar TSS adalah unsure oksigen (O), kalsium (Ca), aluminium (Al) dan Silika (Si). Unsur O dan Ca membentuk kapur tohor yang mampu menurunkan kadar TSS. Unsur Al berfungsi untuk membentuk ion-ion yang bermuatan positif agar mudah terlarut, selain unsur-unsur diatas silika juga dapat membantu menjernihkan air guna menghilangkan partikel padatan atau suspended solid dalam air. Biochar tatal karet memiliki kandungan O sebesar 26,5%, Ca 21,8%, Al 0,87% dan Si 0,85% (Fitria, 2020). Kandungan unsur tersebut pada biochar ditambah dengan adanya pasir pada media tanam meningkatkan penyisihan TSS pada reaktor uji.

Waktu tinggal air lindi juga memberikan pengaruh terhadap tingkat permeabilitas atau menembusnya media. Waktu tinggal yang cukup memberikan oksigen yang dikeluarkan tanaman serta kesempatan kontak antara organisme dengan air limbah (Suptihatin, 2014).

Keberhasilan proses pengolahan air limbah dengan menggunakan sistem *wetland* ini dapat dipengaruhi oleh media yang digunakan dalam proses pengolahan air limbah pada *constructed wetland*. Waktu tinggal air lindi sangat berpengaruh terhadap tingkat permeabilitas atau menembusnya media, dimana waktu tinggal yang cukup akan memberikan oksigen yang dikeluarkan tanaman serta kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah (Suprihatin, 2014).

Efisiensi Penurunan Parameter Pencemar Air Lindi



Gambar 4.5 Grafik Efisiensi Penurunan Parameter BOD₅, COD dan TSS Terhadap Variasi *Biochar*

Pada penelitian ini adanya tanaman keladi singonium mampu menurunkan kadar masing-masing parameter. Namun persentase penurunan kadar parameter

meningkat ketika ditambahkan gabungan dari *biochar*, variasi 0%, 10%, 20% dan 30% memberikan peningkatan penurunan konsentrasi BOD₅, COD dan TSS dengan hasil rata-rata persentase penurunan pada 0% sebesar 71,50%, untuk ketebalan variasi 10% sebesar 78,29%, ketebalan 20% memberikan hasil 81,90% dan ketebalan 30% sebesar 85,69%. Semakin besar persentase ketebalan *biochar*, penurunan konsentrasi BOD₅, COD dan TSS pada air lindi juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Setyanto et al (2016) yang menyatakan bahwa gabungan tanaman melati air dan karbon aktif dapat lebih efektif menurunkan konsentrasi COD pada limbah cair Rumah Sakit sebesar 69,76%. Menurut penelitian Muhajir (2013) semakin banyak jumlah *biochar*, maka semakin banyak bahan organik yang terserap. Penurunan parameter pencemar yang tinggi pada lindi setelah adsorpsi dengan *biochar*, disebabkan oleh senyawa-senyawa organik dalam lindi yang bereaksi dengan radikal OH kemudian teroksidasi dan menghasilkan senyawa yang lebih sederhana. Tingginya efektifitas penurunan terhadap COD lindi menggunakan karbon aktif dari tatal karet karena pori-pori *biochar* lebih banyak menyerap zat-zat organik dari lindi.

Berdasarkan hasil penelitian ini metode *constructed wetland* dengan penambahan *biochar* pada media tanam efektif untuk mengolah air lindi TPA maupun air limbah dengan konsentrasi yang tinggi. Penambahan *biochar* pada media tanam mampu meningkatkan penyisihan BOD₅, COD dan TSS dalam air lindi sehingga hasil penyisihan menjadi lebih baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. *Constructed wetland* tipe *subsurface flow system* dengan keladi singonium dan *biochar* dari tatal karet efektif dalam menurunkan konsentrasi parameter pencemar pada air lindi seperti BOD₅, COD dan TSS.
2. Ketebalan *biochar* dengan variasi 0%, 10%, 20% dan 30% memberikan pengaruh dalam penurunan konsentrasi BOD₅, COD dan TSS dengan hasil persentase penurunan rata-rata parameter BOD₅ secara berurutan sebesar 71,50%, 78,29%, 81,90% dan 85,69%. Pada parameter COD dengan ketebalan *biochar* 0%, 10%, 20% dan 30% efisiensi penurunannya secara berurutan sebesar 70,71%, 79,51%, 82,24% dan 87,10%. Pada parameter TSS, persentase penurunan rata-rata dengan ketebalan *biochar* 0%, 10%, 20% dan 30% secara berurutan sebesar 67,26%, 74,05%, 80,25% dan 81,69%. Semakin besar persentase ketebalan *biochar*, penurunan konsentrasi BOD₅, COD dan TSS pada air lindi juga semakin tinggi.

5.2 Saran

1. Sistem *constructed wetland* pada tanaman keladi singonium dan *biochar* memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan dalam pengolahan air lindi dan disarankan diaplikasikan agar dapat mencegah tercemarnya lingkungan sekitar.

2. Perlunya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jenis *biochar* dari bahan baku yang berbeda untuk melihat efektifitasnya dalam mengolah air lindi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang,S,A. (2012). Si Hitam *Biochar* yang Multiguna. PT. Perkebunan Nusantara X (Persero). Surabaya.
- Deng, C dkk. (2019). Response of microbes to *biochar* strengthen nitrogen removal in subsurface flow constructed wetlands: Microbial community structure and metabolite characteristics. *Journal science of the total environment homepage* . 6924.
- Fitria, R.R. (2021). Pemanfaatan Tatal Industri *Crum Rubber* Menjadi *Biochar* Sebagai Media Filtrasi Penjernihan Air Gambut. SKRIPSI. Universitas Batanghari.
- Friadi, Y., Marsudi., Yusuf,W. (2012). Desain Instalasi Pengolahan *Leachate* (IPL) di TPA Entikong kabupaten Sanggau. Jurusan Teknik Sipil Universitas Tanjung Pura Pontianak.
- Hamdani, A. (2013). Pengolahan Limbah Cair Industri Kerupuk engan Sistem Subsurface Flow Constructed Wetland Menggunakan Tanaman *Typha Angustifolia* (Studi Kasus Limbah Cair Sentra Industry Kerupuk Desa Kenanga). *Jurnal Lingkungan Hidup*, **3(1)**, 15-19.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2016). *PermenLHK No.59/menLHK/2016 tentang Baku Mutu Air Lindi TPA*. Jakarta: PermenLHK.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2013). *Permen PU No. 3/prt/m/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*. Jakarta: Kemen PU.
- Khapre, M.A. (2015). *Removal Of Heavy Metal From Landfill Leachate Using Vertical Flow Constructed Wetland*. *Iosr Journal Of Mechanical And Civil Engineering (IOSR-JMCE)*,46-51.
- Kurniadie, D. (2011). Teknologi Pengolahan Limbah Cair secara biologis. Universitas Padjajaran: Bandung
- Lavrova, S dan Koumanova, B. (2010). *Influence Of Resirculation In A Lab-Scale Vertical Flow Constructed Wetland On The Treatment Efficiency Of Landfill Leachate*. *Bioresource Technology*, 1756-1761.

- Lehmann. (2014). *Biochar Soil Management on Highly-Weathered Soils in The Humid Tropics*. In: N. Uphoff (ed.), *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*, Boca Raton, CRC Press. Taylor and Francis Group. Hal. 517–530.
- Muhajir, M. S. (2013) Penurunan Limbah Cair BOD dan COD Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (*Typha Angustifolia*) Dengan Sistem *Constructed Wetland*. SKRIPSI. 1-45
- Moravia, W.G., Amaral, M.C.S., Lange, L.C. (2013). *Evaluation of landfill leachate treatment by advanced oxidative process by fenton's reagent combined with membrane separation system*. *Waste management*, 89-101.
- Mutiara, V. I. dan Hakimi, R. (2012). Potensi pemanfaatan limbah *crumb rubber* sebagai biomassa di sumatera barat, *Simposium Nasional Ekonomi Karet*, Fakultas Pertanian Universitas Jambi.
- Mutiara, D., Sutrisno, E., Wardhana, I.W. Penurunan Kadar COD Dan TSS Pada Limbah Industri Pencucian Pakaian (Laundry) Dengan Metode *Constructed Wetland* Menggunakan Tanaman Bintang Air (*Cyperus Alternifolius*). *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol 4(4).
- Nelson., Fahyuan, H.D., Deswardani, F., Nurhidayah dan Afrianto, M.F. (2020). Pemberdayaan Masyarakat Dalam Pengolahan Air Sungai Batanghari Menjadi Air Bersih Menggunakan Adsorben Biochar. *Riau Journal of Empowerment*. Universitas Jambi.
- Peraturan Pemerintah. (2001). *PP No. 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta. PP 82.
- Riyanti, A., Kasman, M., dan Riwan, M. (2019). Efektivitas Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan pH Limbah Cair Industri Tahu Dengan Tumbuhan Melati Air Melalui Sistem Sub-Surface Flow *Wetland*. *Jurnal Daur Lingkungan*, **2(1)**,16-20.
- Setiyanto,R.A., Darundiati,Y.H., dan Joko, T. (2016). Efektivitas Sistem *Constructed Wetlands* Kombinasi Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) Dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) Limbah Cair Rumah Sakit Banyumanik Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, **4(1)**, 2356-3346.
- Setriani, L. (2019). *Klasifikasi Dan Jenis-Jenis Tanaman Keladi*. Diakses pada tanggal 31 Mei 2021 Wordpress.com:

<http://www.lolisetriani.web.id/2018/02/jenis-jenis-tanaman-keladi.html>

- Supradata. (2005). Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias *Cyperus alternifolius*, L. dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF- Wetlands). Thesis of Master. Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro.
- 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.
- Suswati, A.C.S.P dan Wibisono, G. (2013). Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Taman Tanaman Air (*Constructed wetland*). *Indonesia Green Technology Journal*, 70-77.
- Triwiswara, M. (2019). Penurunan BOD Dan COD Pada Limbah Cair Industri Batik Dengan Sistem Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Hippochaetes Lymenalis BOD And COD Removal From Batik Industry Wastewater With Constructed Wetland System Using Hippochaetes Lymenalis. *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan dan Batik*, 2715-7814
- Ujang, Z., Soejono, E., Salim, M.R., Shutes, R.B. (2005). *Landfill Leachate Treatment By an Experimental Subsurface Flow Constructed Wetland In Tropical Climate Countries. Water Science And Technology* , **52(12)**, 243-250.
- Usman, Sarip dan Santosa. (2014). Pengolahan Air Limbah Sampah (Lindi) Dari Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Menggunakan Metoda *Constructed Wetland*. *Jurnal Kesehatan*, **5(2)**, 98-108.
- Wimbaningrum, R., Arianti, I., Sulistyowati, H. Efektivitas Tanaman Lembang (*typha angustifolia L.*) di Lahan Basah Buatan Dalam Penurunan Kadar TSS, BOD dan Fosfat Pada Air Limbah Industri Laundri. *Jurnal berkala saintek*, **8(1)**, 25-28.
- Yuniarmita, R., Zaman, B., Istirokhatun, T. (2014). Studi Kemampuan Vertical Subsurface Flow Constructed Dalam Menyisihkan Konsentrasi TSS, TDS Dan ORP Pada Lindi Menggunakan Tumbuhan Alang-Alang (*typha austifolia*). Teknik lingkungan. Universitas diponegoro.

LAMPIRAN

Dokumentasi Penelitian

1. Tatal karet



2. Biochar



3. Keladi Singonium



4. Pasir



5. Gravel



6. Reaktor



7. Air Lindi



8. Pengambilan Sampel



9. Alat Pirolisis



10. Hasil Penelitian

a. Bak Kontrol



b. CW 1 Variasi Biochar 10%




c. CW 2 Variasi Biochar 20%



d. CW 3 Variasi 30%



11. SK Penelitian

**YAYASAN PENDIDIKAN JAMBI**
Universitas Batanghari
FAKULTAS TEKNIK

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

SURAT KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI
NOMOR : 066 TAHUN 2021
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 : Usulan Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Tentang Dosen Pembimbing Tugas Akhir.

MEMIMBANG : a. Bahwa untuk melengkapi 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 ditunjuk 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.

MENGINGAT : 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 : 04 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 dilingkungan 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.


Kempat : 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 benar dari kaidah-kaidah ilmiah.

Kenam : 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 : 28 JUNI 2021


Dekan,
Dr. Ir. H. Fakhru 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 : 066 TAHUN 2021 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.	IWAN SAPUTRA 1700825201072	"EFEKTIVITAS SISTEM CONSTRUCTED WETLANDS KOMBINASI KELADI SINGONIUM (SYNGONIUM PLOPHYLUM) DAN ARANG DARI TATAL KARET DALAM MENURUNKAN PARAMETER CODAIR LINDI"	ANGGRIKA RIYANTI, ST, M. Si	HADRAH, ST, MT

DITETAPKAN DI : JAMBI
PADA TANGGAL : 28 JUNI 2021



Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME



YAYASAN PENDIDIKAN JAMBI
Universitas Batanghari
FAKULTAS TEKNIK

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

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI
NOMOR : 06 TAHUN 2021

i r - ii i a iñ w

**°ENUNJUKAN DOSEN PENGUJI UJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA
 DILINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK**

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

- LI?MBACA** 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 : 45 Thn 2018 ttg Pemberhentian dan Pengangkatan Dekan, Kepala Biro, Lembaga dan Badan di Lingkungan

M E M U T U S K A N

MENETAPKAN
 Pertama Menunjuk Dosen sebagai n.ana dalam Surat Kep 'usan ini s a ai Olsen Penguji Ujian Tugas Akhir e axis'."a sepeii d,set 'can di oasaln Eni

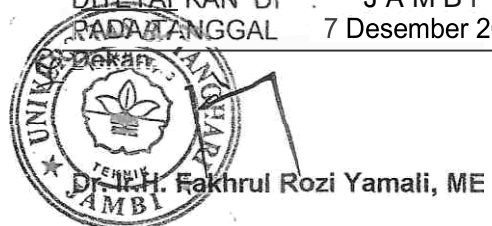
NPfvl/Program Studi	170082521072/Teknik Lingkungan
Judul Tugas Akhir	<i>Efektifitas Sistem Constructed Wetlands Dengan Keladi Singonium (Syngonium Polophyllum) Dan Biochar Tatal Karet Dalam Menurunkan Parameter Pencemar Air Lindi</i>

Nama Dosen Penguji ***even ñ- . -° a: Togss A:A:r**

Monik Kasman, ST, M. Eng, Sc	Ketua S:dang
Hadrah, ST, MT	Sekretaris Sidang
Angrika Riyanti, ST, M. Si	Penguji I
Marhadi, ST, M.Si	Penguji II
Peppy Herawati, ST, MT	Penguji III

- Ked-ia** Pelaksanaan Ujian Tuges A!<hir pada Jum'af/ 10 D°seember 2021 di Ruang Six° g Fe :ul'as T°i'. :ik
- Ketiga** Biaya yang l -.-Jul akibat keputusan ini dibeban#.an p*ta anggaran Ujian Tugas
- Keempat** Keputusan ini berlaku se,ak tanggal ditetag'L:an dan gk @n diada°:an pe\$\$sik &|q jik g dikemudian hari terdapat kekeiiruan.

DITETAPKAN DI : J A M B I
 RADA TANGGAL 7 Desember 2021



- Tembusan disarripaikan kepada
1. Yth. Bpk Rektor c.q. Wakil Rektor I Unbari
 2. Yth. Kelue Prodi Teki ikLingkungan
 3. \ th. Dosen Penguji yang bersangkutan
 4. A r s i p.



Yayasan Pendidikan Jambi
Universitas **Batanghari** **Fakultas Teknik**
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
JALAN SLAMET RIYADI BRONJATI AASB JAMBI INDONESIA TELP. (0741) 668280

Nomor /TL-UBR/XII/2021 Jambi, 7 Desember 2021
Lampiran 1 (satu) TA
Perihal **Undangan Sebagai Penguji Tugas Akhir**

Kepada Yth,
Ibu Monik Kasinawati, S.F., M. Aug.Sc (Ketika Sidang)
Ibu Hadrah, ST, MT Sekretaris Siding
Abu Anggrika Riyanti, S4, R4.Si (Penguji I)
Bapak Marhadi, ST, Ni.Si (Penguji II)
Ibu Peppy Ilerawati, ST, M.T (Penguji III)

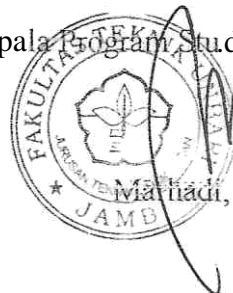
Di Tempat

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	Jum'at/10 Desember 2021
Tempat	Ruang Sidang Fakultas Teknik
Nama Mahasiswa	Iwan Saputra
NPM	1700825201072
Ujian	Offline
Program Studi	Teknik Lingkungan
Judul tugas Akhir	*Efektivitas Sistem Constructed Wetlands Dengan Keladi Singoniu (Syngonium Polophyllium) Dan Biochar Tatal Karet Dalam Menurunkan Parameter Pencemar Air Lindi*

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

Kepala Program Studi Teknik Lingkungan



Tenget Discos&km Kada :


1. Y&. De&an Fakultas Teknik
2. Ytli, Bapak Wakil Dekan I
3. Bendahara
4. Arsip.

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

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iwan Saputra
NPM : 1700825201072

Judul Tugas Akhir : Efektifitas Sistem Constructed Wetlands Dengan Keladi
Sinonium (*Sinonium polophyllum*) Dan Biokarbon Total
Karbon Dalam Menurunkan Parameter Pencemar Air Lindi.

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	26/11-21	- tabung grafik efisien - tabung payelan media pasir, keladi H2O penurunan p2 cw0	


Jambi 2021

Dosen Pembimbing I

(Anggrika Rianti, S.T., M.Si)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : hvan Sapiitra
NPM 1700825201072
Judul Tugas Akhir . Efektifitas Sistem Constructed Wetlands Dengan Keladi
Singonium (*Syngonium polos/; lili.ni*) Dan Bioch*a Tata!
Kmet Da!ani Menurunk-an Parameter Peocernar Air Lindi.

No.	Tangp•al	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	27/11-21	-Perbaiki kesimpulan & saran Taubatkan rekomendasi	

Jambi, _____ . _____ — 202!


Dcsen Pembimbing I

“i g.

(An ggrika Riyanti, S.T., M,Si)

BALAMAN ASISTENSI TUGAS AKBTR

Nama : Iwan Saputra
RPM : 1700825201072
Judul Tugas Mr : Efektifitas Sistem Constructed Wetlands Deijar Kelafi!
Singonium (S'ngotiiuti pc lopii ,!t(m) D'n Brock ar Tr. zi
Karet Dalam Menurunkan Parameter Pencemar Air Lindi

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	03/12/21	ACC Sidang TA	

Doc•cn Pembimbing I


(Anggrika Riya i, S.T., M,Si)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iwati Saputra
NPTI : 1700825201072
Judul Tugas Akhir : Efektifitas Sistem Constructed Wetlands Dengan Keladi Singoniuin (*Syngonium polos*) Dan Bioclar *Tuia* / Karet Dalam Menuiunkan Parameter Pencemar Air Lindi.

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Parai'
-----	---------	---------------------	--------

1. 29 November Perbaiki sesuai diskusi



2. 2 Desember



Jambi, 2, Desember 2021

Dosen Pembimbing II



(Hadrah, S.T, SLT)



**LABORATORIUM LINGKUNGAN
PT. JAMBI LESTARI INTERNASIONAL**

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

CERTIFICATE OF ANALYSIS

NOMOR PEKERJAAN/JOB NUMBER :

LAB-JLI-2109761A

Nama Pelanggan/C / ef:

IWAN SAPUTRA

Nama Kegiatan/Pm/éct/Yame :

Penelitian

Tanjung Jabung Tirnur

Personil Penghubung/*Contact Person* : Iwan Saputra

Tanggal/*Date* : 28 September 2021

PT. JAMBI LESTARI INTERNASIONAL

Jl. Nusa Indah I No. 59E-F Kel. Rawasari Kec. Alam Barajo Provinsi Jambi

Telepon : 0741-3071716

WA: 08117447787

Laporan ini dibuat berdasarkan hasil observasi yang objektif dan independen terhadap sampel pelanggan yang bersifat khusus dan rahasia. Data hasil pengujian, interpretasi, dan pendapat-pendapat yang ada di dalamnya mewakili penilaian terbaik dari PT. Jambi Lestari Internasional. Dalam hal penggunaan laporan ini, PT. Jambi Lestari Internasional tidak membuat jaminan secara tersirat maupun tersurat dan tidak bertanggung jawab terhadap produktivitas, kegiatan operasional, ataupun kerugian lainnya yang bersifat material maupun imaterial. Laporan ini tidak diperbolehkan untuk digandakan, kecuali secara utuh keseluruhannya dan atas persetujuan tertulis dari PT. Jambi Lestari Internasional.



SURATPENGANTAR LAPORAN HASIL PENGUJIAN
NOIYI0R PEKERJAAN/JOB NUMBER: LAB-JLI-2109761A

Bersca ini disampaikan laporan hasil pengujian, untuk:

Nama Petanggan : IWANSAPUTRA
Personil Penghubung : Iwan Sagutra
Alamat LmgLag : Tanjung Jaburtg Timur

Nama Kegs an : Peneitian

Tujuan Pengujian : Pendifian
Pengarrbilan Contort Uji Oleh : Pelanggan
TanggalContoh Uji Di Terima : 13 September 2021
TanggalContoh Uji Di Andisis : 13 September-22 September 2021
Tanggal Dâaporkan : 27 September 2021
Jumlah Contort Uji : 1
Jumlah Total Halaman : 4 Halarnan
(Termasuk sampul depan)

Jambi, 27 Septembc 2021
Manajer Teknis
PT-JAMBI LESTARI INTERNASIONAL





LABORATORIUM LINGKUNGAN PT. JAMBI LESTARI INTERNASIONAL

INFORMASI CONTOH UJI SAMPLE INFORMATION

Nomor Pekerjaan/Job Number : LAB-JU-2T@61A
Nama Pelanggan/Customer :
Personil Penghubung/Contact Person : Iwan Saputra
Tanggal Dilaporkan/Reported Date : 27 September 2021

Identifikasi Laboratorium/ Laboratory Identification	Identifikasi Contoh Uji/ Sample Identification	Matriks/ Matrix	Tm < gW Pengambilan / Date of Sampling	Waktu Pengambilan / Time of Sampling	Tanggal Penerimaan / Date of Received	Waktu Penerimaan/ Time of Received	Waktu Analisis/ Time of Analysis	Koordinat	
								Lintang/ Latitude	—
LAB-JLI-2109761A 1/1	AL-1	AT Lili+ah	—	—	13/09/2021	10:00	13/09 - 22/09	—	—



LAPORAN HASIL
PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS
LAB-JEI-2I09761A

Identifikasi Laboratorium/		Identifikasi Contoh		Matrix	Tanyal
LiB-JLI*2J09761A 1/1		Sampel Identification AL-1			
NO	PARAMETER	RESULT	BML / EQS	SATUAN	ME*ODE / METtOD
		AE-1			
I	FISIKA/PHYSICS				
1	Padatan Tersuspensi Total/ <i>Total Suspended Solids</i> , (TSS) [#]	274,12'		mg/L	APHA 23rd Edition, 2540-D, 2017
2	Kebutuhan Oksigen Biokimia/ <i>Biochemical Oxygen Demand</i> ,	445,17			SNI 6989.72:2009
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi/ <i>Chemical Oxygen Demand</i> , (COD) [#]	727.60		m ³ L	IKM.JLI-12 (Spektrofotometer)

(*): BML adalah Baku Mutu Lingkungan untuk Air Limbah,
EQS is Environmental Quality Standard for Waste Water.

(#): Parameter terakreditasi LP-1129-IDN/ v

(^): Laboratorium tidak bertanggungjawab terhadap proses pengambilan contoh uji/ *The laboratory is not responsible for sampling process*



**LABORATORIUM LINGKUNGAN
PT. JAMBI LESTARI INTERNASIONAL**

LAPORAN HASIL PENGUJIAN

CERTIFICATE OF ANALYSIS

NOMOR PEKERJAAN/JOB NUMBER:

LAB-JLI•210914A

Nama Pelanggan/Customer:

IWAN SAPUTRA

Nama Kegiatan/Activity Name:

Penelitian

Tanjung Jabung Timur

Personil Penghubung/Contact Person : Iwan S@

Tanggal/Date : 02 November 2021

PT. JAMBI LESTARI INTERNASIONAL

Jl. Nusa Indah I No. 59E-F Kel. Rawasari Kec. Alam Barajo Provinsi Jambi

Telepon : 0741-3071716

WA: 08117447787

Website : www.jli.co.id

Laporan ini dibuat berdasarkan hasil observasi yang objektif dan independen terhadap sampel pelanggan yang bersifat khusus dan rahasia. Data hasil pengujian, interpretasi, dan pendapat-pendapat yang ada di dalamnya mewakili penilaian terbaik dari PT. Jambi Lestari Internasional. Dalam hal penggunaan laporan ini, PT. Jambi Lestari Internasional tidak membuat jaminan secara tersirat maupun tersurat dan tidak bertanggung jawab terhadap produktivitas, kegiatan operasional, ataupun kerugian lainnya yang bersifat material maupun imaterial. Laporan ini tidak diperbolehkan untuk digandakan, kecuali secara utuh keseluruhannya dan atas persetujuan tertulis dari PT. Jambi Lestari Internasional.



SURAT PENGANTAR LAPORAN HASIL PENGUJIAN NOMOR PEKERJAAN/JOB *ft*UMBER:LAB-JLI-2110914A

Bersama ini disampaikan laporan hasil pengujian, untuk:

Nama Pelanggan : IWAN SAPUTRA
Personil Penghubung : Iwan Saputra
Alamat Lengkap : Tanjung Jabung Timur
Nama Kegiatan : Penelitian
Tujuan Pengujian : Penelitian
Pengambilan Contoh Uji Oleh : / Pelanggan
Tanggal Contoh Uji Di Terima : 18 Oktober 2021
Tanggal Contoh Uji Di Analisis : 18-28 Oktober 2021
Tanggal Dilaporkan : 02 November 2021
Jumlah Contoh Uji : 4
Jumlah Total Halaman : 5 Halaman

. (Termasuk sampul depan)

Jambi, 02 November 2021

Manajer Mutu

PT. JAMBI LESTARI INTERNASIONAL



(Ria Pratwi, ST)



INFORMASI CONTOH UJI

SAMPLE INFORMATION

Nomor Pekerjaan/Job Number : LAB-JLI- 210S14A
Nama Pelanggan/Customer : IWANSAPUTRA
Personil Penghubung/Contact Person : Iwan Saputra
Tanggal Dilaporkan/Reported Date - 02 November 2021

Identifikasi Laboratorium/ Laboratory Identification	Identifikasi Contoh Uji/ Sample Identification	Matriks/ Matrix	Tanggal Pengambilan/ Date of Sampling	Waktu Pengambilan/ Time of Sampling	Tanggal Penerimaan/ Date of Received	Waktu Penerimaan/ Time of Received	Waktu Analisis/ Time of Analysis	Koordinat/Coordinate	
								Lintang/Latitude	Bujur/Longitude
LAB-JLI-2110914A 1/4	AL-1 (Limbah Bak Kontrol)	Air Limbah	--	--	18/10/2021	11:00	18/10 - 28/10	--	--
LAB-JLI-211111A 2/4	AL-2 (Limbah CW 1)	Air Limbah	--	--	18/10/2021	11:00	18/10 - 28/10	--	--
LAB-JLI-211111A 4	AL-3 (Limbah CW 2)	Air Limbah	--	--	18/10/2021	11:00	18/10 - 28/10	--	--
LAB-JLI-2110914A 4/4	AL-4 (Limbah CW 3)	Air Limbah	--	--	18/10/2021	11:00	18/10 - 28/10	--	--



LAPORAN HASIL PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS
LAB6LI-210914A

Identifikasi Laboratorium/ <i>Laboratory Identification</i>		Identifikasi Contoh Uji/ <i>Sample Identification</i>		Matriks/ <i>Matrix</i>		Tanggal Pengambilan/ <i>Sampling Date</i>
LAB-JLI-2110914A 1/4 LAB-JLI-2110914A 2Y4		AL-1 (Limbah Bak Kontrol) AL-2 (Limbah CW 1)		Air Limbah Ajr Limbah		
NO	PARAMETER	HASIL / <i>Result</i>	HASIL / <i>Result</i>	BML / EQS	SATUAN / UNIT	METODE / METHOD
		AL-1	AL-2			
1	FISIKA/PHYSICS					
1	Padatan Tersuspensi Total/Tota/ <i>Suspended Solids</i> , (TSS)	89.73	71.12		mg/L	APHA 23rd Edition,2540-D,2017
2	Kebutuhan Oksigen Biokimia/Biochemical <i>Oxygen Demand</i> , (BODs)	104.41	83.16		mg/L	SNI 6959.72:2009
3	Kebutuhan Oksigen Kimiawi/C/chem/ <i>Oxygen Demand</i> . (COD)	213.12	149.07	-	mg/L	IKM.JLI-12 (Spektrofotometer)

Keterangan/Note :

(*) BML -
EQS -

(^) Laboratorium tidak bertanggungjawab terhadap proses pengambilan contoh uji/ *The laboratory is not responsible for sampling process*

Hasil hanya berhubung dengan kondisi yang di uji dan tidak dapat di reproduksi kecuali seluruhnya.
The result relate only to the samples tested and this report shall not be reproduced except in

LAPORAN HASIL PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS
LAB-JLI-210914A

Identifikasi Laboratorium/ <i>Laboratory Identification</i>	Identifikasi Contoh Uji/ <i>Sample Identification</i>	Matriks/ <i>Matrix</i>	Tanggal Pengambilan <i>Date of</i>
LAB-JLI-2110914A 3/4	AL-3 (Limbah CW 2)	AirLimbah	-
LAB-JLI-2110914A 4/4	AL-4 (Limbah CW 3)	AirLimbah	-

NO	PARAMETER	HASIL / RESULT	HASIL / RESULT	BNIL / **	SATUAN / UNIT	METODE / METHOD
		AL-3	AL-4			
1	FISIKA/PHYSICS					
1	Padatan Tersuspensi Total / TSS	54.13	50.19		mgs	APMA 23rd Edition, 2540-D, 2017
II	KIMIA/CHEMICAL					
2	Kebutuhan Oksigen Biokimia / Demand . (BODs)	74.62	52.12	-	+5+	SNI 6989.72:2009
3	Kebutuhan Oksigen Kimia / (COD)	429.17	93.86	-	mg/L	IKM.JLJ-12 (Spektrofotometer)

Kejelasan/Note :

(*) BML -

- (*) Laboratorium tidak bertanggungjawab terhadap proses pengambilan contoh uji/ belev-ri is l .s, :*b*./or sampling process

Hasil hanya berhubungan dengan contoh yang di uji dan laporan ini tidak boleh digandakan kecuali seTuruhnya.

The /esuff re/afe only Qtfie set fested and Els regals/taJf nay 6e reproctuce-d etc ept in



KOMITE AKREDITASI NASIONAL

Jakarta, 19 Agustus 2021

Nomor	4073/4.b1/LP/08/2021	Yth.	Direktur PT Jambi Lestari
Lampiran			Internasional
Perihal	Info Proses Akreditasi		Jl. Nusa Indah I FJo 59E Kelurahan Ra'wasari Kecamatan Alam Barajo Kota Jambi Jambi

Sehubungan dengan surat Saudara L/o. 127/SP/LAB-JLI/VIII/2021 tanggal 6 Agustus 2021, perihal permohonan surat keterangan proses akreditasi, bersama ini kami informasikan bahwa proses reakreditasi PT Jambi Lestari Internasional adalah dalam tahap tindakan perbaikan atas asesmen^{*)} yang telah dilaksanakan pada 8-11 Juni 2021.

Demikian disampaikan. Atas perhatian dan kerjasama yang baik, diucapkan terima kasih.

Wom'le Akred.tasi Nasional
D:'re!ktur AT.red.'asi Laboratorium



Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan Sertifikat Elektronik yang diterbitkan BSR E

Fajarina Budiantari
NIP. 19751 ^ 2? 2C0003 2 001

^{*)} Remote assessment dilakukan sebagai tindak lanjut Kebijakan Komite Akreditasi Nasional Nomor 001/KAN.03/2020 tanggal 16 Maret 2020 terkait Antisipasi Dampak Covid-19 (Novel Corona Virus) terhadap Proses Akreditasi dan Penelitian Keselamatan