

**PENURUNAN PARAMETER BOD₅ AMONIAK
DAN TOTAL COLIFORM AIR LIMBAH
DOMESTIK DENGAN SISTEM *SURFACE
FLOW WETLAND***

TUGAS AKHIR



Iptahul Jannah

1700825201031

**PROGAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2022**

**PENURUNAN PARAMETER BOD₅ AMONIAK
DAN TOTAL COLIFORM AIR LIMBAH
DOMESTIK DENGAN SISTEM *SURFACE FLOW*
*WETLAND***

TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi salah satu syarat
Memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Iptahul Jannah

1700825201031

**PROGAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
JAMBI
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENURUNAN BOD_5 , AMONIAK DAN TOTAL COLIFORM AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN SISTEM *SURFACE FLOW WETLAND*

TUGAS AKHIR

Oleh

Iptahul Jannah
1700825201031

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, Oktober 2022

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

HALAMAN PENGESAHAN

PENURUNAN BOD_5 AMONIAK DAN TOTAL COLIFORM AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN SISTEM *SURFACE FLOW WETLAND*

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

Nama : Iptahul Jannah
NPM : 1700825201031
Hari/ Tanggal : Selasa/16 Agustus 2022
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua:

1. Monik Kasman, S.T. M.Eng.Sc
NIDN. 0003088001

Anggota:

2. Anggrika Riyanti, S.T. M.Si
NIDN. 1010028704
3. Marhadi, S.T. M.Si
NIDN. 1008038002
4. Hadrah, ST,MT
NIDN. 1020088802
5. Drs. G. M. Saragih, M.Si
NIDN. 0001126110

Disalihkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME
NIDN. 1015126501

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

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

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :



Nama : Iptahul Jannah

NPM : 1700825201031

Judul : PENURUNAN BOD₅ AMONIAK DAN
TOTAL COLIFORM AIR LIMBAH
DOMESTIK DENGAN *SISTEM SURFACE
FLOW WETLAND*

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

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

Jambi, Oktober 2022

Iptahul Jannah

ABSTRAK

PENURUNAN BOD₅ AMONIAK DAN TOTAL COLIFORM AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN *SISTEM SURFACE FLOW WETLAND*

Iptahul Jannah; Dibimbing Oleh Pembimbing I Anggrika Riyanti, ST,M. Si dan Pembimbing II Marhadi, ST,M.Si

xvi + 62 Halaman + 12 Tabel + 14 Gambar + Lampiran

ABSTRAK

Air limbah domestik terbagi menjadi air (*grey water*) dan air (*black water*). *Greywater* berasal dari kegiatan aktivitas memasak dan mencuci di rumah permukiman atau industri dan *black water* berasal dari kegiatan air buangan toilet. Pengolahan air limbah domestik pada penelitian ini menggunakan sistem *Surface flow wetland* dengan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes l*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dan pengaruh waktu tinggal pada sistem *Surface flow wetland* terhadap penurunan BOD, Amoniak dan Total Coliform pada air limbah domestik berdasarkan efisiensi penyisihan. Variasi waktu tinggal air limbah didalam reaktor *Surface flow wetland* adalah 12, 24, 36, 48, 60 dan 72 jam. Penurunan konsentrasi dan pengaruh waktu tinggal dianalisis dengan membandingkan konsentrasi BOD, Amoniak dan Total Coliform sebelum dan sesudah eksperimen. Persentase efisiensi penurunan konsentrasi tertinggi pada BOD terjadi pada waktu tinggal ke-72 jam sebesar 97,42% sementara amoniak dan total coliform mulai terjadi penurunan pada waktu tinggal ke-72 jam sehingga diperlukan penambahan waktu tinggal untuk mengoptimalkan penyisihan Amoniak dan Total Coliform.

Kata Kunci : *Surface flow wetland*, Air Limbah Domestik, Kayu Apu.

ABSTRACT

REDUCTION OF BOD5 AMMONIA AND TOTAL COLIFORM OF DOMESTIC WASWATER WITH SURFACE FLOW WETLAND SYSTEM

*Domestic wastewater is divided into water (grey water) and water (black water). Greywater comes from cooking and washing activities in residential or industrial homes and black water comes from toilet wastewater activities. Domestic wastewater treatment in this study used a Surface flow wetland system with Apu Wood Plants (*Pistia Stratiotes* L). This study aims to determine the effectiveness and effect of residence time on the Surface flow wetland system on the reduction of BOD, Ammonia, and Total Coliform in domestic wastewater based on removal efficiency. The variation of the residence time of wastewater in the Surface flow wetland reactor is 12, 24, 36, 48, 60, and 72 hours. The decrease in concentration and the effect of residence time were analyzed by comparing the concentrations of BOD, Ammonia, and Total Coliform before and after the experiment. The highest percentage of efficiency reduction in BOD occurred at 72 hours residence time of 97.42% while ammonia and total coliform began to decrease at 72 hours residence time so additional residence time was needed to optimize the removal of Ammonia and Total Coliform.*

Keywords: *Surface flow wetland, Domestic Wastewater, Apu Wood*

PRAKARTA

Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT, atas karunia dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Penurunan BOD₅ Amoniak dan Total Coliform Air Limbah Domestik dengan Sistem *Surface flow Wetland***”. Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan Tugas Akhir pada program Strata-1 di program studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Batanghari Jambi.

Selama proses penyusunan Laporan 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. H. Fakrul Rozi Yamali, ME Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Bapak Marhadi, S.T, M.Si. Selaku Ketua Progam Studi Teknik Lingkungan dan Dosen Pembimbing II.
3. Anggrika Riyanti, ST, M.Si. Selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang selalu memberikan arahan serta bimbingan.
4. Almarhuma Ibu dan bapak saya Samsul Bahri, S.Pd tercinta yang telah membesarkan dan mendidik saya dengan kasih sayang dan kesabaran hingga saat ini, serta doa dan dukungannya selama ini untuk keberhasilanku bisa dapat mengerjakan ini dengan baik dan lancar.

5. Agustian Saputra, S.Tr.Pi dsn Tri Wirianti Adinda, S.Farm selaku kakak saya dan adik saya Ade Irwanda dan seluruh keluarga besar saya yang telah membantu baik moril maupun materil serta selalu memberikan dukungan dalam melakukan penelitian tugas akhir ini.
6. Julian Chrishandy yang selalu membantu dan memberikan semangat dalam melakukan penelitian tugas akhir ini.
7. Seluruh Dosen pengajar yang telah memberikan ilmu sejak awal perkuliahan di jurusan Teknik Lingkungan Universitas Batanghari.
8. Seluruh karyawan dan tata usaha yang membantu dalam bidang administrasi selama perkuliahan.
9. Seluruh teman – teman Teknik
10. Dan terimakasih untuk diri sendiri yang telah sabar melewati semua sampai dengan detik ini. Kamu hebat.

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

Jambi, Oktober 2022

Iptahul Jannah
NPM. 1700825201031

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Iptahul Jannah

NPM : 1700825201031

Judul : PENURUNAN BOD₅ AMONIAK DAN TOTAL COLIFORM
AIR LIMBAH DOMESTIK DENGAN *SISTEM SURFACE
FLOW WETLAND*

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

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

Jambi, Oktober 2022

Penulis

Iptahul Jannah

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PRAKATA	vii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi Air Limbah	7
2.1.1 <i>Grey Water</i>	8
2.1.2 <i>Black Water</i>	8
2.1.3 Baku Mutu Air Limbah Domestik	10
2.2 Sumber Dan Karakteristik Air Limbah.....	10
2.2.1 Karakteristik Fisik.....	11
2.2.2 Karakteristik Kimia	13
2.3 <i>Constructed Wetland</i>	17
2.3.1 Definisi <i>Constructed Wetland</i>	17
2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan <i>Constructed Wetland</i>	21
2.4 Waktu Tinggal	22
2.5 Perhitungan Efisiensi Penyisihan.....	23
2.6 Kriteria Efektivitas.....	23
2.6 Tumbuhan Kayu Apu.....	24
2.7 Penelitian Terdahulu	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian.....	28
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	28
3.3 Diagram Alir Penelitian	30
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.5 Variabel Penelitian.....	31

3.6	Persiapan Eksperimen	32
3.7	Analisis Data	36
3.7.1	Pengujian Kualitas BOD ₅ NH ₃ dan Total Coliform	36
3.7.2	Analisis Pengaruh Waktu Retensi Terhadap Penyisihan	36
3.7.3	Kriteria Efektivitas	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Pengujian Awal Parameter Air Limbah Domestik	38
4.2	Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Sistem <i>Surface Flow Wetland</i>	38
4.2.1	Aklimatisasi Tumbuhan	39
4.2.2	Eksperimen <i>Surface Flow Wetland</i>	41
4.3	Penyisihan Parameter Air Limbah	45
4.3.1	Efisiensi Penyisihan Parameter BOD ₅	45
4.3.2	Parameter Amoniak	49
4.3.3	Parameter Total Coliform	53
4.4	Efektivitas Sistem <i>Surface Flow Wetland</i>	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Lahan Basah Buatan Teknologi <i>Free Water Constructed Wetland</i> ..	19
Gambar 2.2 Lahan Basah Buatan Teknologi <i>Sub-surface Constructed Wetland</i>	20
Gambar 2.3 Tumbuhan Kayu Apu	24
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian	29
Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian.....	30
Gambar 3.3 Desain Gambar <i>Surface flow Wetland</i>	35
Gambar 4.1 Gambar Warna Air Limbah Awal.....	3
Gambar 4.2 Gambar Warna Air Limbah Pada Waktu Tinggal 12 dan 24 Jam	49
Gambar 4.3 Gambar Warna Air Limbah Pada Waktu Tinggal 36 dan 48 Jam	44
Gambar 4.4 Gambar Warna Air Limbah Pada Waktu Tinggal 60 dan 72 Jam	45
Gambar 4.5 Parameter BOD ₅	46
Gambar 4.6 Efisiensi Penyisihan Parameter BOD ₅	47
Gambar 4.7 Parameter Amoniak (NH ₃).....	50
Gambar 4.8 Parameter Total Coliform.....	54

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik	10
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu.....	26
Tabel 3.1 Sampel Eksperimen.....	32
Tabel 3.2 Parameter Uji Kualitas Air Limbah.....	36
Tabel 3.3 Kriteria Efektivitas	37
Tabel 4.1 Hasil Uji Awal BOD ₅ Amoniak Dan Total Coliform.....	38
Tabel 4.3 Kondisi Tumbuhan Kayu Apu Selama Aklamatisasi	40
Tabel 4.3 Kondisi Tumbuhan Kayu Apu Selama Eksperimen	42
Tabel 4.4 Penyisihan Parameter BOD ₅	45
Tabel 4.5 Penyisihan Parameter Amoniak (NH ₃).....	50
Tabel 4.6 Penyisihan Parameter Total Coliform.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 : Hasil Uji Sampel Awal	63
Lampiran 2 : Hasil Uji Sampel Akhir	64
Lampiran 3 : Hasil Uji Sampel Akhir	65
Lampiran 4 : Hasil Uji Sampel Akhir	66
Lampiran 5 : Perhitungan Efisiensi Penyisihan Konsentrasi BOD.....	67
Lampiran 6 : Dokumentasi Penelitian.....	69
Lampiran 7 : Surat Keputusan Tugas Akhir	71
Lampiran 8 : Halaman Asistensi Tugas Akhir	73
Lampiran 9 : Undangan Tugas Akhir.....	84
Lampiran 10 : Penunjukkan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir Mahasiswa.....	85
Lampiran 11 : Berita Acara Sidang Tugas Akhir.....	86
Lampiran 12 : Lembar Revisi Sidang Tugas Akhir	87
Lampiran 13 : Form Penilaian Sidang Tugas Akhir	88

DAFTAR ISTILAH

1. COD : *Chemical Oxygen Demand*
2. BOD : *Biological Oxygen Demand*
3. CW : *Constructed Wetland*
4. SSF : *Sub Surface flow*
5. FSF : *Free Surface flow*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 tentang baku mutu air limbah domestik, bahwa air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan. Sedangkan yang dimaksud dengan air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air.

Air limbah domestik terbagi menjadi air (*grey water*) dan air (*black water*). *Greywater* berasal dari kegiatan aktivitas memasak dan mencuci di rumah permukiman atau industri dan *black water* berasal dari kegiatan air buangan toilet. Pengolahan air limbah domestik dilakukan dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik yang merupakan sistem pengolahan air limbah domestik skala permukiman. Salah satu IPAL domestik yang terdapat di Kota Jambi yang terletak di Desa Olak Kemang Kec. Danau Teluk yang dibangun untuk mengolah air limbah domestik masyarakat RT.04. Berdasarkan hasil uji laboratorium awal pada air limbah domestik parameter BOD₅ sebesar 654,77 mg/l, amoniak 3,86 mg/l dan total coliform sebesar 3500/100 ml.

Salah satu alternatif pengolahan air limbah domestik dengan menggunakan Sistem (*Construted wetland/CW*). Sistem *wetland* menjadi pilihan karena bekerja

alami dengan menggunakan aktivitas mikroorganisme dalam tanah dan aktivitas tanaman.(Suprihhatin, 2014). Selain itu, sistem *wetland* ini juga tidak memerlukan lahan yang besar, penempatannya dapat disesuaikan, dapat menjadi taman di halaman rumah bahkan gedung, biaya operasional yang sedikit serta tidak menimbulkan bau dan tidak menjadi tempat berkembangnya nyamuk, karena saluran air berada di bawah tanah dengan melewati media berpori Suswati (2012).

Contrusted wetland dibagi dalam dua jenis berdasarkan alirannya, yaitu sistem aliran permukaan (*surface flow wetland*) merupakan kolam dengan aliran atas permukaan air limbah mengalir melewati di atas permukaan tanah. Pada sistem ini kolam atau saluran dilapisi oleh lapisan *impermeable* pada bagian dasar kolam yang berfungsi untuk mencengah merembesnya air keluar kolam atau saluran. *Surface flow wetland* sangat mirip dengan kondisi *wetland* secara alami berisi tanah sebagai tempat hidup tanaman air terapung. Pada sistem *surface flow wetland* diperlukan area lahan yang lebih luas dan estetika pada sistem ini kurang baik dapat menimbulkan bau dan sistem ini dapat menjadi sarang bagi vektor penyakit (seperti nyamuk). Sedangkan sistem *sub surface flow* yaitu sistem aliran yang mengalir melalui bawah tanah terdiri atas saluran kolam dengan dasar yang kedap air, diisi pasir atau batu. Pada sistem ini menggunakan tanaman *makrophyta* yang akarnya tenggelam *sub surface flow* memiliki keunggulan dimana tumbuhan dapat hidup pada lahan yang basah. pada setiap akar tumbuhan terdapat mikroba akar yang mengonsumsi eksudat tumbuhan untuk menyerap polutan. Pada sistem ini tidak terjadi genangan air, sehingga nyamuk tidak dapat bersarang. (Supradata, 2005).

Kayu Apu (*Pistia stratiotes l*) adalah jenis tumbuhan yang hidup dengan mengapung di permukaan air. Tumbuhan ini dapat diaplikasikan pada sistem *surface flow wetland* karena tumbuhan Kayu Apu memiliki kemampuan untuk mengolah limbah, baik itu berupa logam berat, zat organik maupun anorganik dengan bantuan bakteri aktif rhizosfer (Fachrurozi dkk, 2014). Firmanda (2021) menyatakan bahwa sistem *wetland* menggunakan tanaman Kana (*Canna indica sp*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes l*) mampu menurunkan air limbah domestik dengan penyisihan sebesar 84% untuk BOD. Sementara itu penelitian Sili (2017) menunjukkan bahwa tanaman *Cyperus alternifolius* dan *Cyperus papyrus* dapat menurunkan kadar BOD, NO₃, dan bakteri coliform pada limbah cair domestik pada sistem *wetland* dapat menurunkan kadar sebesar BOD (46,92%), nitrat (67,20%), dan coliform (91,52%).

Berdasarkan uraian di atas maka pada penelitian ini akan melakukan penurunan parameter air limbah domestik dengan *constructed wetlands* tipe *Surface flow Wetland* dengan tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes l*) untuk menurunkan parameter kualitas air limbah domestik sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah adalah sebagai berikut

1. Bagaimana efektivitas sistem *Surface flow Wetland* dalam menurunkan Parameter pencemar pada air limbah domestik ?
2. Bagaimana pengaruh waktu tinggal *Surface flow Wetland* terhadap penurunan parameter pencemar pada air limbah domestik ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian adalah:

1. Mengetahui efektivitas sistem *Surface flow Wetland* dalam menurunkan Parameter pencemar pada air limbah domestik.
2. Mengetahui pengaruh waktu tinggal *Surface flow Wetland* terhadap penurunan parameter pencemar pada air limbah domestik

1.4 Batasan Masalah Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Sampel air limbah domestik diambil di IPAL komunal RT. 04, Kelurahan Olak Kemang Kecamatan Danau Teluk, Kota Jambi pada bak outlet.
2. Tumbuhan yang digunakan Kayu Apu (*Pistia striotes l*)
3. Parameter air limbah BOD₅, NH₃ dan Total coliform Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016.

4. Reaktor pada penelitian ini menggunakan *contrusted wetland* tipe *Surface flow Wetland* yang merupakan batch reactor.
5. Variasi waktu tinggal pada *sistem Surface flow Wetland* adalah 12, 24, 36, 48, 60, 72 jam.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penyusunan laporan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab I, menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab II, deskripsi teori pendukung yang berkaitan dengan Air limbah IPAL komunal, BOD₅, amoniak (NH₃) dan total *coliform*, *Contracted Wetland*, tanaman Kayu Apu, dan penelitian terdahulu menggunakan Kayu Apu.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab III berisi penjelasan metode serta prosedur pelaksanaan penelitian.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV, dibahas mengenai proses dan hasil penelitian, perhitungan dan pengolahan data, serta pembahasan hasil penelitian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab V berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Air Limbah

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016. Air limbah adalah air yang telah mengalami penurunan kualitas karena pengaruh manusia. Air limbah perkotaan biasanya dialirkan di saluran air kombinasi atau saluran sanitasi, dan diolah di fasilitas pengolahan air limbah atau *septic tank*. Air limbah mengandung senyawa-senyawa polutan yang dapat merusak ekosistem air. Air limbah bila tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan gangguan, baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada. (Sugiarto, 2008) Scundaria (2000) menyebutkan bahwa limbah merupakan sumber daya alam yang telah kehilangan fungsinya, yang keberadaannya mengganggu kenyamanan dan keindahan lingkungan. Limbah dihasilkan dari sisa proses produksi baik industri maupun domestik/rumah tangga.

Air limbah yang bersumber dari rumah tangga, menurut Notoatmodjo (2003), dalam Angreni (2009), yaitu buangan yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah terdiri dari excreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi dan umumnya terdiri dari bahan-bahan organik. Air dikatakan tercemar jika adanya penambahan makhluk hidup, energi atau komponen lainnya baik sengaja maupun tidak, kedalam air baik oleh manusia

ataupun proses alam yang menyebabkan kualitas air turun sampai tingkat yang menyebabkan air tidak sesuai peruntukannya. Limbah adalah bahan sisa yang dihasilkan dari suatu kegiatan dan proses produksi, dari berbagai skala rumah tangga layaknya industri pertambangan, dan hasil produksi lainnya. Limbah dianggap lebih banyak menghasilkan hal negatif dibandingkan positif sehingga menjadi limbah yang mengganggu. Air limbah terbagi menjadi 2 jenis yaitu *black water* dan *grey water*.

2.1.1 Grey Water

Greywater adalah air buangan yang berasal dari yang berasal dari pembuangan sink dapur, *wastafel* dan *floor drain* kamar mandi. *Greywater* ini biasanya masih mengandung lemak, berupa sisa makanan dari dapur, sedangkan buangan dari dapur banyak mengandung sabun didalamnya. *Greywater* ini apabila didiamkan dalam jangka waktu lama akan menyebabkan sumbatan pada saluran pembuangan air kotor, dan juga kerak – kerak makanan yang menempel dari buangan dapur. *Greywater* memiliki kandungan nitrogen yang jauh lebih rendah dibanding *blackwater*, *greywater* mengandung pathogen yang lebih rendah daripada *blackwater*, *greywater* jauh lebih mudah didekomposisi daripada *blackwater*.

2.1.2 Black Water

Black water adalah air buangan dari kloset yang menyertai limbah padat yang dibuang, serta air dari dibet dan urinior (tempat buang air kecil)juga termasuk dalam *black water*.

Black water mengandung empat komponen berbahaya antara lain :

- a. Mikroba (seperti bakteri salmonella typhi penyebab demam tifus dan bakteri vibrio cholera penyebab bakteri kolera, hepatitis A, dan vius penyebab polio). Tinja manusia mengandung puluhan miliar mikroba termasuk bakteri koli – tinja (E – coli).
- b. Materi organik berupa sisa dan ampas makanan yang tidak tercerna dalam bentuk karbohidrat, enzim, lemak, mikroba, dan sel – sel mati. Satu liter tinja mengandung materi organik yang setara dengan 200 – 300 mg BOD₅. Kandungan BOD yang tinggi mengakibatkan air mengeluarkan bau tak sedap dan berwarna hitam.
- c. Telur cacing. Prevalensi anak cacingan yang diakibatkan cacing cambuk dan cacing gelak bias mencapai 70 persen dari balita di Indonesia.
- d. Nutrien yang umumnya merupakan senyawa nitrogen (N) dan Fosfor (P) yang dibawa oleh sisa – sisa protein dan sel – sel mati. Nitrogen keluar dalam bentuk senyawa ammonium, sedangkan fosfor dalam bentuk fosfat. Satu liter tinja manusia mengandung ammonium sekitar 25 mg dan fosfat seberat 30 mg. Senyawa nutrient mamcu pertumbuhan ganggang (algea). Akibatnya warna air jadi hijau. Ganggang menghabiskan oksigen dalam air sehingga ikan dan hewan air lainnya mati. Fenomena yang disebut eutrofikasi ini mudah dijumpai, termasuk di waduk danau, maupun balong – balong.

2.1.3 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Baku mutu air limbah merupakan ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan. Baku mutu air limbah domestik yang diatur Menurut peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Nomor P.68/Menlhk/Setjen/kum.1/8/2016 sebagai berikut.

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
PH	-	6 – 9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak & Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total Coliform	Jumlah / 100 MI	3000
Debit	L/orang/hari	100

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016.

2.2 Sumber dan Karakteristik Air Limbah Domestik

Tjokrokusumo (1999) mengatakan bahwa sumber-sumber air limbah dapat berasal dari air limbah rumah tangga adalah berasal dari perumahan dan daerah perdagangan, daerah perkantoran atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi, air limbah industri dan air limbah rembesan.

Air buangan berasal dari berbagai sumber menurut Notoatmodjo (2003) dalam Angreni 2009, secara garis besar air buangan dapat dikelompokkan menjadi sebagai berikut:

- a. Air buangan yang bersumber dari rumah tangga (*Domestic Waste Water*), yaitu air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri dari ekskreta (tinja dan air seni), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dan umumnya terdiri bahan- bahan organik.
- b. Air buangan industri (*Industrial Waste Water*), yang berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi. Zat-zat yang terkandung di dalamnya sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri.

Prinsip dasar pengolahan air limbah adalah untuk menghilangkan bahkan mengurangi kontaminan yang terdapat dalam air limbah (Mara, 1978). Adapun karakteristik yang terdapat pada air limbah perlu diketahui karena hal ini akan menentukan cara pengolahan yang tepat, sehingga tidak mencemari lingkungan hidup. Kualitas air buangan dibedakan menjadi tiga karakteristik yaitu karakteristik fisik, karakteristik kimia dan karakteristik biologi.

2.2.1. Karakteristik Fisik

a. Temperatur

Temperatur adalah ukuran panas atau dinginnya air limbah. Temperatur merupakan parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air dan penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari-hari. Terjadinya reaksi kimia yang sejalan dengan meningkatnya

temperatur, ditambah dengan terjadinya penurunan kuantitas oksigen pada air permukaan, dapat menyebabkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam air limbah (Metcalf and Eddy, 2003).

b. Padatan

Total padatan adalah semua bahan yang terdapat dalam contoh air setelah dipanaskan pada suhu 103°C - 105°C selama kurang lebih 1 jam. Total padatan ini terdiri dari total padatan terlarut (*total dissolved solid*) dan total padatan tersuspensi (*total suspended solid*).

- TSS (*Total Suspended Solid*)

Total suspended solid dapat berupa komponen biotik seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri dan fungi, maupun komponen abiotik seperti detritus dan partikel anorganik lainnya. Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi kimia yang heterogen dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan (Intan, 2012).

- TDS (*Total Dissolved Solid*)

Total Dissolved Solid merupakan bagian dari *total solid* yang berupa padatan terlarut. Pada umumnya analisis total dissolved solid menggunakan suhu 180°C agar air yang tersumbat dapat dihilangkan secara mekanis.

2.2.2 Karakteristik Kimia

a. Derajat Keasaman / pH

pH merupakan derajat keasaman suatu perairan. Nilai pH akan berpengaruh terhadap kelangsungan hidup organisme perairan. Nilai pH dalam suatu perairan dapat dijadikan indikator dari adanya keseimbangan unsur kimia dan unsur hara yang bermanfaat bagi kehidupan vegetasi akuatik.

b. *Biological Oxygen Demand*

Biological Oxygen Demand (BOD) atau kebutuhan oksigen biologis (KOB) adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan organik didalam air. Apabila kadar BOD₅ tinggi menunjukkan bahwa jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan organik dalam air tersebut tinggi maka didalam air telah terjadi defisit oksigen. Berdasarkan P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik kadar maksimum BOD yaitu 30 mg/L.

Menurut (Fachrurozi dkk., 2010), BOD didefinisikan sebagai oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecahkan bahan-bahan organik yang ada di dalam air. Uji BOD dilakukan untuk mengetahui beban pencemaran akibat air buangan penduduk maupun perindustrian. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik dibutuhkan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya dari proses oksidasi.

Banyaknya oksigen yang diperlukan untuk memecah atau mendegradasi senyawa organik dengan bantuan mikroorganisme disebut dengan kebutuhan oksigen biologis (BOD - *Biochemical Oxygen Demand*). Oleh karena itu kondisi limbah organik dinyatakan dalam bentuk BOD. Standart pengukuran BOD adalah pada temperatur 20°C dan waktu 5 hari dikenal dengan BOD₅ karena melibatkan mikroorganisme (bakteri) sebagai pengurai bahan organik, maka analisis BOD₅ memang cukup memerlukan waktu.

Proses oksidasi biokimia terjadi lambat. Dalam waktu 20 hari, oksidasi bahan organik karbon mencapai 95 – 99 %, dan dalam waktu 5 hari sekitar 60 – 70 % bahan organik telah terdekomposisi (Metcalf dkk., 1991). Bisa saja BOD ditentukan dengan menggunakan waktu inkubasi yang berbeda, asalkan dengan menyebutkan lama waktu tersebut dalam nilai yang dilaporkan (misal BOD₇, BOD₁₀) agar tidak salah dalam interpretasi atau membandingkan.

BOD₅ merupakan penentuan kadar BOD baku yaitu pengukuran jumlah oksigen yang dihabiskan dalam waktu lima hari oleh mikroorganisme pengurai secara aerobik dalam suatu volume air pada suhu 20⁰ C. BOD₅ 500mg/liter (atau ppm) berarti 500 mg oksigen akan dihabiskan oleh mikroorganisme dalam satu liter contoh air selama waktu lima hari pada suhu 20°C.

Apabila kadar BOD₅ semakin tinggi maka kehidupan di perairan semakin terancam dapat mengakibatkan kematian ikan secara total yang disebabkan kekurangan oksigen terlarut. Habisnya oksigen terlarut menyebabkan

tumbuhnya mikroorganisme anaerob beserta hasil metabolismenya yang akan menyebabkan bau.

c. Amoniak (NH_3)

Salah satu parameter pencemaran air ialah amoniak (NH_3). Amoniak (NH_3) merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH_4^+ pada pH rendah yang disebut dengan ammonium. Amoniak dalam air permukaan berasal dari air seni, tinja dan juga dari oksidasi zat organik secara mikrobiologis, yang berasal dari air alam atau buangan industri ataupun limbah domestik. Amoniak dalam air limbah domestik berasal dari air seni, tinja, mencuci, mandi dan kegiatan lainya yang menghasilkan air limbah domestik. Sumber amoniak yang lain adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari limbah. Kadar amoniak yang tinggi selalu menunjukkan adanya pencemaran.

Berdasarkan P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016. Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik kadar maksimum pada amoniak yaitu 10 mg/L. Keberadaan amoniak dalam air sungai yang melebihi baku mutu dapat menyebabkan terganggunya ekosistem perairan dan makluk hidup lainnya sehingga amoniak sangat beracun bagi hampir semua organisme.

Amoniak (NH_3) dapat dihilangkan sebagai gas melalui aerasi atau reaksi hipoklorit. Limbah yang mengandung amoniak sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Pada konsentrasi lebih tinggi yaitu 400-700 ppm dapat mengakibatkan kerusakan permanen akibat iritasi pada organ mata dan pernafasan (Effendi, 2003). Jika terlarut di perairan akan meningkatkan

konsentrasi amoniak yang menyebabkan keracunan bagi hampir semua organisme perairan (Murti & Purwanti, 2014).

Dampak amoniak yang cukup tinggi dapat bersifat racun bagi ikan karena mengganggu proses pengikatan oksigen dalam darah. Kadar maksimum amoniak dalam perairan yakni 0,2 mg/L, selebihnya itu maka amoniak dapat bersifat racun (Minggawati & Saptono, 2012).

d. Total coliform

Total coliform adalah suatu kelompok bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran. Total coliform berada di dalam perairan menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan atau toksigenik yang berbahaya bagi Kesehatan. Total coliform dibagi menjadi dua golongan yaitu koliform fekal, seperti *E.coli* yang berasal dari tinja manusia, hewan berdarah panas, dan kloriform nonfecal, seperti *Aerobacter* dan *Klebsiella* yang bukan berasal dari tinja manusia, tetapi berasal dari hewan atau tanaman yang telah mati (Brandt, 2017).

e. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi. Hasil analisis COD menunjukkan kandungan senyawa organik yang terdapat dalam air limbah.

Ada beberapa alasan dilakukannya analisis COD pada air limbah, antara lain (Metcalf & Eddy, 2003) :

1. Ada beberapa materi yang tidak dapat dioksidasi biologi, seperti glukosa dan lignin, akan teroksidasi secara kimiawi.
2. Nilai COD yang tinggi akan disebabkan oleh tingginya kadar materi organik yang dioksidasi oleh dikromat.

f. Minyak dan Lemak

Minyak adalah lemak yang bersifat cair. Keduanya mempunyai komponen utama karbon dan hidrogen yang mempunyai sifat tidak larut dalam air. Sifat dari minyak dan lemak relatif stabil dan tidak mudah terdekomposisi oleh bakteri. Dalam pengolahan air limbah, kandungan minyak dan lemak harus disisihkan agar tidak mengganggu kehidupan biologi atau ekosistem air pada badan air penerima.

2.3 Construted Wetland

2.3.1 Pengertian Contrusted Wetland

Contrusted wetland atau lahan basah buatan adalah sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang didesain menggunakan proses alami. Proses ini melibatkan vegetasi, media dan mikroorganisme untuk mengolah air limbah (Risnawati dan Damanhuri, 2009). Sistem pengolahan yang direncanakan, seperti untuk debit limbah, beban organik, kedalaman media, jenis tanaman lainnya, sehingga kualitas air limbah yang keluar dari sistem tersebut dapat dikontrol sesuai dengan yang dikehendaki oleh pembuatnya, *constructed wetland* terbagi menjadi dua tipe, yaitu sistem aliran permukaan atau *FWS- wetland (Free Water*

System Constursted Wetland) dan sistem aliran bawah permukaan atau SSF-Wetland (*Sub-Surface Flow Contrusted Wetland*).

Sedangkan klasifikasi *contrusted weland* berdasarkan jenis tanaman yang digunakan terbagi menjadi tiga kelompok:

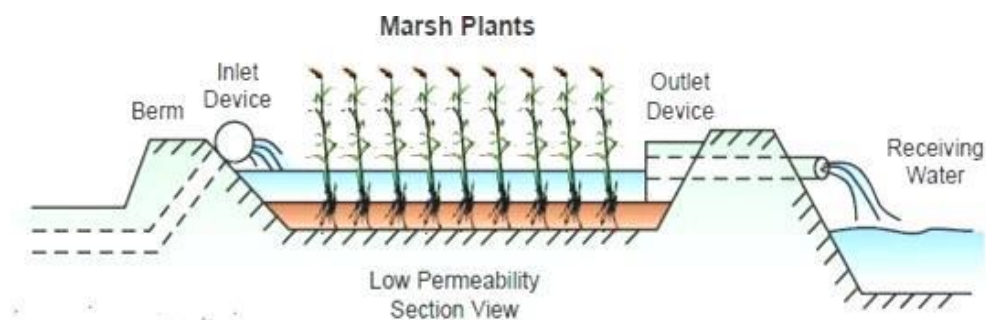
1. Sistem yang menggunakan tanaman makrophyta megambang atau sering disebut dengan lahan basah sistem tanaman air mengambang (*Floating Aquatic Plants System*).
2. Sistem yang menggunakan tanaman marophyta dalam air (*submerged*) dan umumnya digunakan pada sistem lahan basah buatan tipe aliran permukaan (*Surface Flow Wetlands*).
3. Sistem yang menggunakan tanaman makrophyta yang akarnya tenggelam atau sering disebut juga amphibious plants dan biasanya digunakan untuk lahan basah buatan tipr aliran bawah permukaan (*Subsurface Flow Wetlands*) *SSF- Wetlands* (Suriawiria, 1993).

Contrusted wetland terbagi menjadi dua jenis yaitu, aliran permukaan (*Surface Flow Contrusted Wetland*) atau *FWS (Free Water System)*) dan aliran bawah permukaan (*Sub – Surface Flow Contrusted Wetland*) atau dikenal dengan *SSF-Wetlands* (Kadelc, Knight, 1996).

1. *Free Water Surface flow*

Free water surface flow disebut juga rawa buatan dengan aliran di atas permukaan tanah. Sistem ini berupa kolam atau saluran yang dilapisi oleh lapisan impermeable di bawah saluran ata kolam yang berfungsi untuk mencegah

merembesnya air ke luar kolam atau saluran. *Free water surface* tersebut berisi tanah sebagai tempat hidup tanaman air tergenang (emergent plant) dengan kedalaman 0,1 – 0,6 (Tchobanoglous, et.al., 2003). Pada sistem ini air limbah mengalir melewati (di atas) permukaan tanah. Pengolahan terjadi ketika air limbah melewati akar tanaman yang berisi bakteri (Crites, dkk 1998).



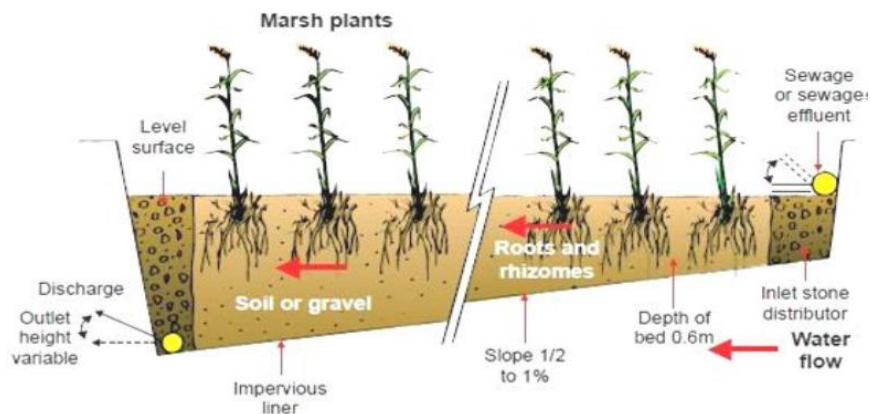
Gambar 2. 1 Lahan Basah Buatan Teknologi *Free Water Constructed Wetland*

Sumber: Sim, 2003

2. *Subsurface Flow (SSF)*

Sub-surface constructed Wetland menggunakan media tanah, pasir atau kerikil yang ditanami dengan vegetasi tumbuhan. Air limbah akan dialirkan dibawah permukaan dari media tanam. Karena air limbah berada dibawah permukaan media tanam, resiko terkena paparan manusia atau organisme patogen dapat diminimalisir (Wallace dan Robert, 2006). Sistem *Sub-surface Constructed Wetland* paling sesuai untuk pengolahan primer dari air limbah, karena tidak ada kontak langsung dengan kolom air dan atmosfer (Suswati et al., 2013). Kelebihan sistem ini, tidak terjadi genangan air, sehingga nyamuk tidak dapat bersarang.

Media yang digunakan di dalam sistem ini berfungsi sebagai filter dan tempat hidup mikroorganisme.



Gambar 2.2 Lahan Basah Buatan Teknologi *Sub-surface Constructed Wetland*

Sumber: Sim, 2003

Pada *Sub-Surface Contrusted Wetland*, pola alirannya dibagi menjadi 2 macam yaitu *vertical Flow System* dan *Horizontal Flow System*.

1. *Vertikal Flow System*

Sistem pengaliran *flow system* tidak dilakukan secara kontinu tetapi dengan sistem batch. Air limbah mengalir dari atas ke bawah dengan melewati zona akar dan keluar dari dasar media. Sistem ini baik digunakan untuk proses nitrifikasi karena kemampuan transfer oksigen, dan penyisihan BOD dan COD yang tinggi. Kekurangan dari *Vertical Flow System* adalah kurang bagus dalam penyisihan partikel tersuspensi apabila pemilihan media yang kurang tepat karena akan terjadi clogging.

2. *Horizontal Flow System*

Horizontal flow system adalah sistem aliran pada *sub-surface wetland* dengan mengalirkan air limbah secara *horizontal* dibawah tanaman yang ditanam di media lapisan paling atas. Tanaman tersebut memiliki kemampuan dalam mengadsorpsi oksigen dengan menggunakan daun dan batang yang berada di atas permukaan media. Oksigen terserap akan ditransfer ke akar. *Aerobic microsites* yang ada pada akar dapat membantu proses aerobik pada mikroorganisme, seperti proses nitrifikasi.

Kelebihan dari sistem ini adalah tidak adanya genangan air yang dapat menimbulkan bau dan menjadi tempat berkembang biak nyamuk. Selain itu, *Horizontal Flow System* juga baik didalam penyisihan partikel tersuspensi karena kemampuan di dalam menyaring dan penyisihan BOD. Kekurangan dari sistem ini adalah tidak bagus di dalam proses nitrifikasi karena kemampuan di dalam transfer oksigen yang terbatas dan sering terjadi aliran pendek yang menyebabkan menurunnya efisiensi pengolahan. Oleh karena itu, sistem ini tidak cocok untuk pengolahan air limbah yang mengandung *Suspended Solid* yang tinggi (Soleh, 2007).

2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan Contrusted Wetland.

Kelebihan contrusted wetland dibandingkan dengan teknologi konvensional ialah :

1. Biaya pembangunan dan operasinya lebih murah.
2. Operasi dan perawatan lebih mudah.
3. Efisiensi relative tinggi.

4. Toleran terhadap konsentrasi tinggi pencemar.
5. Mampu mengolah zat beracun (termasuk logam berat) yang tidak bias dilakukan oleh teknologi konvensional.
6. Zat pencemar dapat dimanfaatkan kembali dan didaur ulang (reuse – recycle) menjadi biomassa yang bernilai ekonomi.

Adapun kekurangan dari constructed wetland sebagai berikut:

1. Perlu lahan luas.
2. masih banyak karakteristik yang belum diketahui berkaitan dengan kriteria desain dan operasinya.
3. Kompleksitas biologis dan hidrologis.
4. kemungkinan berkembang vector penyakit seperti nyamuk.

2.4 Waktu Tinggal (Waktu Detensi)

Menurut Ruslin (2008), waktu detensi (td) yaitu waktu yang diperlukan oleh suatu tahap pengolahan agar tujuan pengolahan dapat tercapai secara optimal, yang merupakan perbandingan antara volume bangunan dan debit yang mengalir. Jika waktu detensi dari suatu bangunan cukup baik (memenuhi kriteria desain) berarti kapasitas bangunan yang ada masih mencukupi.

Rumus menghitung waktu tinggal (waktu detensi)

$$T_d = V/Q \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

V = Volume kerja reaktor (ml)

Q = debit (ml/menit)

T = menit

2.5 Perhitungan Efisiensi Penyisihan.

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai efisiensi penyisihan adalah dengan menggunakan rumus efektivitas berikut ini:

$$\text{Efektivitas (E)} = \frac{\text{Kandungan Awal} - \text{Kandungan Akhir}}{\text{Kandungan Akhir}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

2.6 Kriteria Efektivitas

Menurut 3.7.3 Kriteria Efektivitas

Menurut Soeparman dan Suparmin (2001), Kriteria Efektivitas IPAL dapat dilihat Sebagai berikut.

Tabel 3.3 Kriteria Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah

Nilai Presentase Efisiensi	Keterangan
$X > 80\%$	Sangat Efektif (SE)
$60 \% < X \leq 80 \%$	Efektif (E)
$40 \% < X \leq 60 \%$	Cukup Efektif (CE)
$20 \% < X \leq 40 \%$	Kurang Efektif (KE)
$X \leq 20 \%$	Tidak Efektif (TE)

Sumber: Soeparman dan Suparmin (2001)

2.7 Tumbuhan Kayu Apu

Tumbuhan Kayu Apu adalah tumbuhan air yang memiliki kemampuan dalam menurunkan konsentrasi pencemar air limbah yang konsentrasi organiknya tinggi. Tak jarang tanaman ini dikembangbiakkan untuk pakan ternak. Tanaman ini memiliki khasiat sebagai obat disentri, haematurie, antiseptik, insektisida, obat asma. Tanaman ini juga dimanfaatkan sebagai pembersih air sungai yang kotor karena kemampuan akarnya yang dapat mencengkram lumpur yang ada di badan air (Fachrurozi dkk., 2014).



Gambar 2.3 Tumbuhan Kayu Apu

Tumbuhan kayu apu adalah satu-satunya anggota marga dari pistia. Orang juga menyebut kayu apu sebagai apu-apu ataupun kapu kapu. Berikut ini klasifikasi dari kayu apu (Surjowinoto dalam Farihatin, 2018).

Kingdom : *Plantae* (tumbuhan)

- a) Subkingdom : *Tracheobionta*
- b) Superdivisi : *Spermatophyta*
- c) Divisi : *Magnoliophyta*

- d) Kelas : *Liliopsida*
- e) Subkelas : *Arecidae*
- f) Ordo : *Arales*
- g) Family : *Araceae*
- h) Genus : *Pistia*
- i) Spesies : *Pistia stratiotes l.*

Tumbuhan Kayu Apu biasanya memiliki tinggi 5-10 cm. Akarnya menggantung dalam air dan tidak memiliki batang. Berdaun tunggal berbentuk seperti bunga. Ujung daun membulat dan pangkal daun meruncing tepi daun melekok dengan panjang 2-10 cm. Daun Kayu Apu bewarna hijau kebiruan, pertulangan sejaja, dan monokotil (Mamonto dalam Farihatin, 2018). Menurut penelitian yang dilakukan Fachrurozi M dkk (2010) tanaman Kayu Apu dapat menurunkan BOD 90,70%, COD 96,05% dan TSS 84,64% dan penelitian yang dilakukan Wirawan dan kawan-kawan (2014) tentang pengolahan air limbah domestik menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes l*) dengan teknik tanam hidroponik dapat menurunkan COD sebesar 65,05% , menurunkan TSS sebesar 19,99% serta penurunan minyak dan lemak sebesar 37,10% dengan perlakuan waktu retensi selama 6 hari dengan aerasi.

2.8 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.3 Daftar penelitian terdahulu yang digunakan sebagai rujukan dalam penelitian ini.

No	Penulis	Judul	Tujuan	Hasil
1	Mutiara, Dwiratna, dan Setyobudiarso(2008)	Penurunan COD, TSS dan Total Fosfat Pada <i>Septic Tank</i> Limbah Mataram Citra Sembada <i>Catering</i> Dengan Menggunakan <i>Wasterwater Garden</i>	Untuk mengetahui kemampuan tanaman eceng gondok (<i>Eichornia crassipes</i>), dan Kayu Apu (<i>Pistia Stratiotes l</i>) dalam menurunkan konsentrasi ammonia dan fosfat.	Penurunan COD dengan efektivitas optimum 40,81 % pada hari ke – 6, penurunan TSS 89,12 % Pada hari ke -12 dan Fosfat pada hari ke-6 yaitu sebesar 99,73%.
2	Fibrian, Sunoko, dan Izzati (2014)	Aplikasi Sistem <i>Vertical</i> Dan <i>Horizontal Sub Surface Flow Wetland</i> Dalam Pengolahan Kembali <i>Effluent</i> IPAL Perusahaan Obat Dan Obat Tradisional	Mengkaji peningkatan kualitas <i>effluent</i> IPAL perusahaan obat yang telah diolah dengan menggunakan metode lahan basah buatan aliran bawah permukaan vertikal (<i>VSSF Wetland</i>) dan lahan basah buatan aliran bawah permukaan horizontal (<i>HSSF Wetland</i>) serta mengkaji Efektifitasnya	<i>VSSF Wetland</i> secara efektif dapat menurunkan BOD, COD, nitrit dan amonia dengan Efektifitas berturut-turut sebesar 89.38%, 91.78%, 54.84% dan 71.58%; sedangkan Efektifitas <i>HSSF Wetland</i> berturut-turut 93.56%, 94.64%, 74.19% dan 59.93%
3	Ratnawati dan Talarima (2017)	<i>Subsurface (SFF) Construted Wetland</i> Untuk Pengolahan Air Limbah <i>Laundry</i>	Mengkaji kemampuan tumbuhan melati air (<i>Echinodorus Palaefolius</i>) dan Kayu Apu (<i>Pistia Stratiotes l</i>) dalam penurunan kadar NH ₃ dan PO ₄	Efisiensi penurunan kadar NH ₃ adalah sebesar 70-82%, sedangkan penurunan Kadar PO ₄ mencapai 83 – 88 % jenis tumbuhan yang paling efektif dalam menurunkan kadar NH ₃ dan PO ₄ pada air limbah laundry dengan menggunakan <i>SSF Construted Wetland</i> adalah tumbuhan melati air

4	Widya, Zaman, dan Syafrudin (2015)	Pengaruh Waktu Tinggal Dan Jumlah Kayu Apu (<i>Pistia stratiotes</i> L.) Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD, COD dan warna	Mengetahui Pengaruh Waktu Tinggal Dan Jumlah Kayu Apu (<i>Pistia stratiotes</i> L. Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD, COD dan warna	Efisiensi penyisihan tertinggi untuk COD, BOD, dan warna semuanya Berada pada reaktor dengan 6 Tumbuhan di hari ke 15 yaitu sebesar 97,96% untuk COD, 95,91% untuk BOD, dan 95,60% Untuk warna
5	Firmanda (2021)	Reduksi COD dan BOD Air Limbah Domestik Dengan Konsep Taman <i>Contrusted Wetland</i>	Untuk mengetahui efektivitas dan pengaruh waktu tinggal taman dengan konsep <i>constructed wetland</i> terhadap penurunan BOD dan COD pada air limbah domestik dilihat dari efisiensi penyisihan.	Persentase efesiensi penurunan konsentrasi tertinggi COD dan BOD tertinggi terjadi pada hari ke-1 sebesar 86% untuk COD dan 84% untuk BOD. Waktu tinggal tidak terlalu berpengaruh terhadap penurunan konsentrasi parameter COD dan BOD.

BAB III

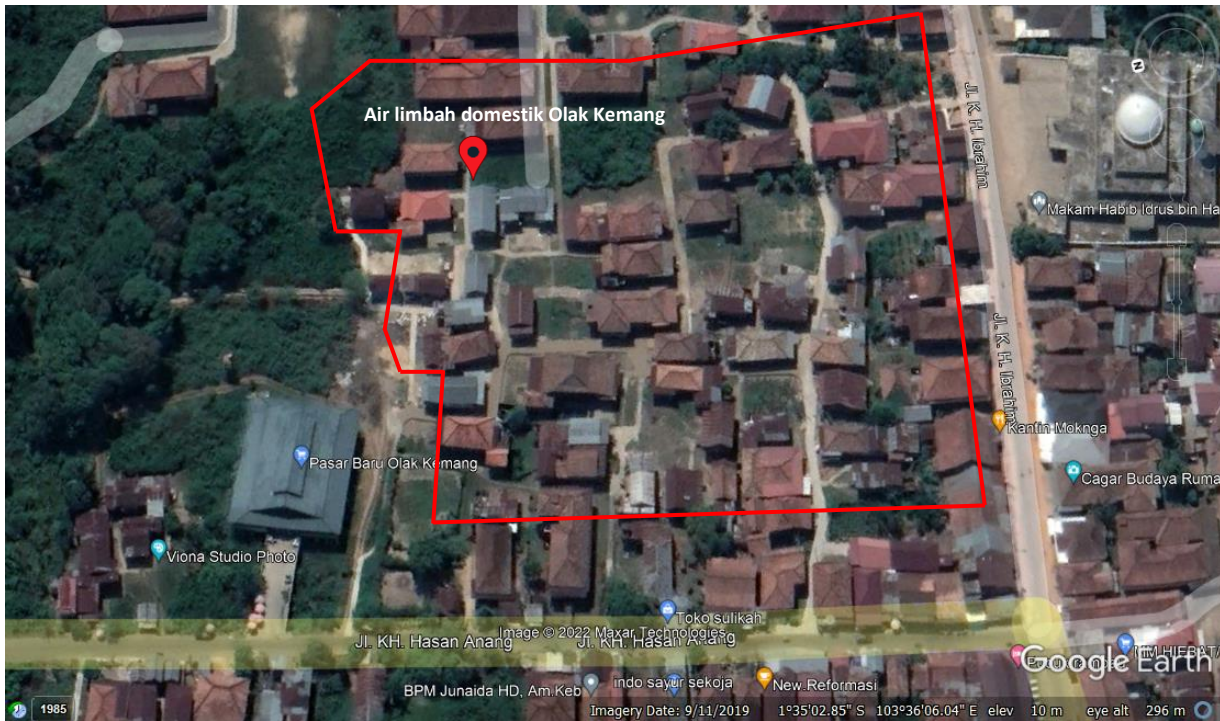
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yaitu metode eksperimen dengan menganalisis BOD₅, Amoniak (NH₃) dan Total Coliform dari air limbah domestik sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan. Penelitian tugas akhir ini meliputi lima tahap kegiatan yaitu studi pendahuluan, persiapan eksperimen, sampling, eksperimen dan analisis data.

3.2 Lokasi dan waktu Penelitian

Lokasi pengambilan sampel air limbah domestik diambil dari outlet IPAL domestik di Desa Olak Kemang RT. 04, Kelurahan Olak Kemang Kecamatan Danau Teluk , Kota Jambi. Pengujian Parameter BOD₅, Amoniak dan Total Coliform dilakukan di Laboratorium Jambi Lestari Internasional (JLI). Penelitian dilakukan mulai Januari 2022 hingga Mei 2022.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah Domestik



**PETA LOKASI, DESA OLAK
KEMANG, DANAU TELUK
RT.04 KOTA JAMBI**

**PENURUNAN BOD5 NH3 DAN TOTAL
COLIFORM AIR LIMBAH DOMESTIK
DENGAN SISTEM SURFACE FLOW
WETLAND**

Dibuat Oleh : Iptahul Jannah

LEGENDA :



**Lokasi Desa Olak
Kemang, Danau Teluk
RT.04 Kota Jambi**

**Sumber : Google Earth,
2022**

Diketahui Dosen Pembimbing I

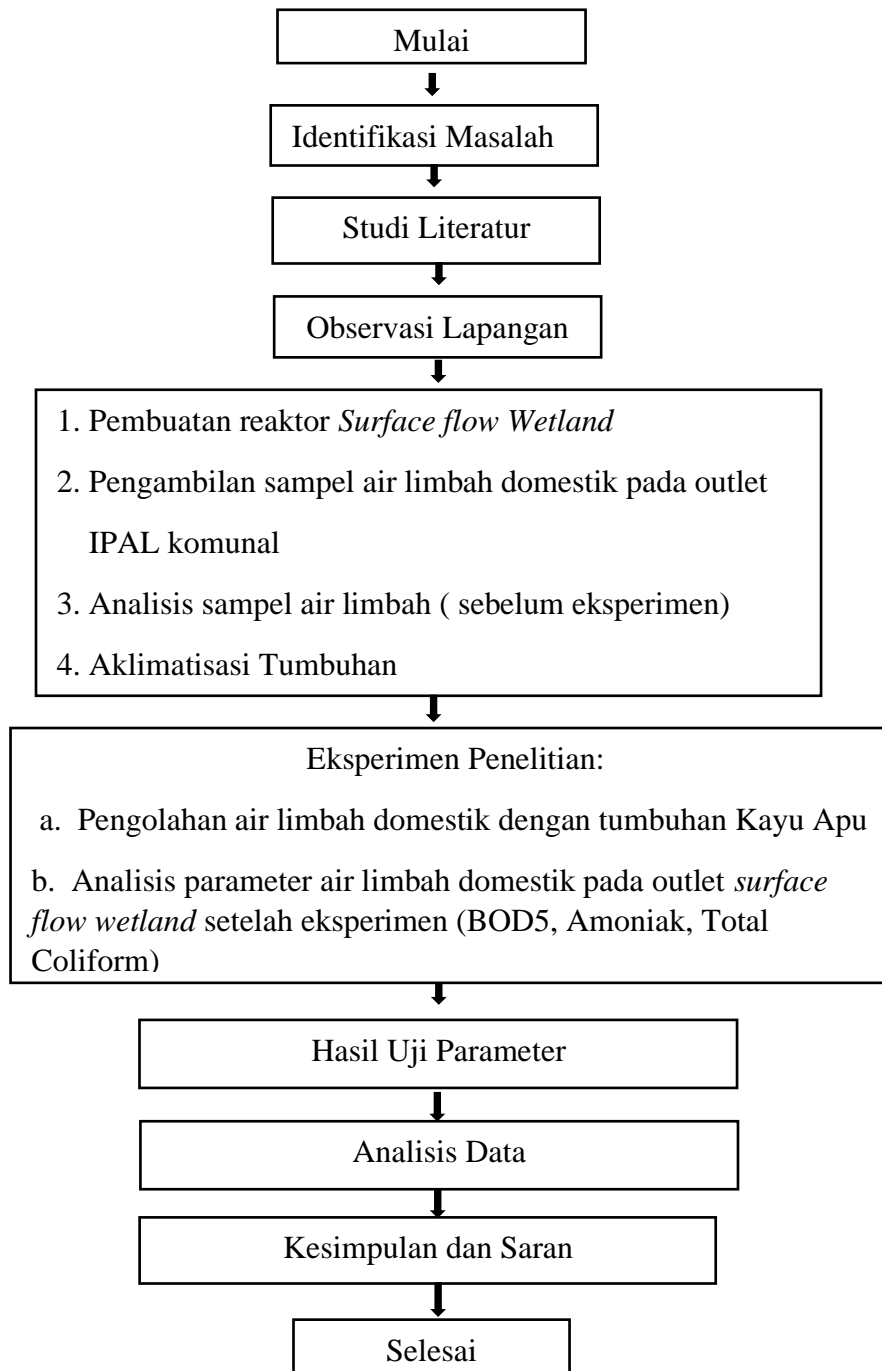
**ANGGRIKA RIYANTI, ST,
M. Si**

Diketahui Dosen Pembimbing II

MARHADI, ST, M. Si

3.3 Alur Penelitian

Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini dilakukan kegiatan pengumpulan data yang dibutuhkan baik data primer maupun data sekunder.

A. Data Primer

Data primer diperoleh melalui pengambilan sampel air limbah dan hasil eksperimen di laboratorium terkait objek penelitian yaitu :

1. Data Parameter BOD₅, amoniak dan Total coliform (sebelum eksperimen)
2. Data Parameter BOD₅, amoniak dan Total coliform (setelah eksperimen)

B. Data Sekunder

Data yang didapat peneliti melalui pengkajian teori yang berbagai sumber yaitu :

1. Jurnal.
2. Buku Cetak.
3. artikel yang didapat dari website yang erat kaitannya dengan topik permasalahan penelitian.
4. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016.

3.5 Variabel Penelitian,

Terdapat 2 variabel dalam penelitian ini yaitu variabel bebas dan variabel terikat.

A. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah waktu tinggal air limbah di dalam reaktor taman *Surface flow Wetland* yaitu, 12, 24, 36, 48, 60, 72 Jam.

B. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini antara lain:

1. Hasil uji parameter BOD₅, amoniak dan Total Coliform pada air limbah domestik sebelum dan setelah eksperimen
2. Sampel Eksperimen

Tabel 3.1 Sampel Eksperimen

No	Waktu (Jam)	Kode Sampel
1	12	A
2	24	B
3	36	C
4	48	D
5	60	E
6	72	F

3.6 Persiapan Eksperimen

Dalam penelitian ini dibutuhkan alat, bahan dan persiapan media serta konsep desain yang tepat.

A. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

- a. Satu buah Reaktor berbentuk bak persegi panjang dengan bahan plastik, dengan ukuran panjang 67 cm, lebar 23 cm, dan tinggi 24 cm.
- b. Duah buah ember sebagai bak penampung awal dan bak indikator.
- c. Pipa PVC
- d. Lem pipa
- e. Sambungan L
- f. Jaring besi pembatas

g. Stop kontak,

h. Kran air.

B. Bahan

Bahan yang digunakan sebagai berikut :

- 1 Media pasir, tanah dan kerikil yang diletakkan dalam bak *Surface Flow Wetland* untuk tumbuhan Kayu Apu.
- 2 Sampel air limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah domestik pada outlet IPAL komunal di Desa Olak Kemang. Rt. 04 Kelurahan Olak Kemang, Kecamatan Danau Teluk, Kota Jambi.

C. Persiapan Bak Reaktor

Proses pengolahan *Surface flow Wetland* dilakukan dalam bak reaktor *Surface flow Wetland* yang terbuat dari bak plastik berukuran 67 cm x 23 cm x 24 cm dengan di dalamnya tersusun dari dua media yaitu kerikil dan tanah yang dicampurkan dengan pasir 1:1. Air limbah akan diletakkan di bak A sebagai bak penampung air limbah, bak B sebagai reaktor *Surface flow Wetland* Pada tahap ini, tanaman dialiri air limbah secara *batch* atau semua limbah diletakkan pada reaktor dan bak C sebagai bak indikator.

Persiapan reaktor dalam penelitian ini adalah :

1. Membuat dan menyiapkan tiga buah bak plastik berukuran 67 cm x 23 cm x 24 cm dimana bak A sebagai bak penampung air limbah, bak B sebagai reaktor *surface flow wetland* dan bak C sebagai bak indikator.

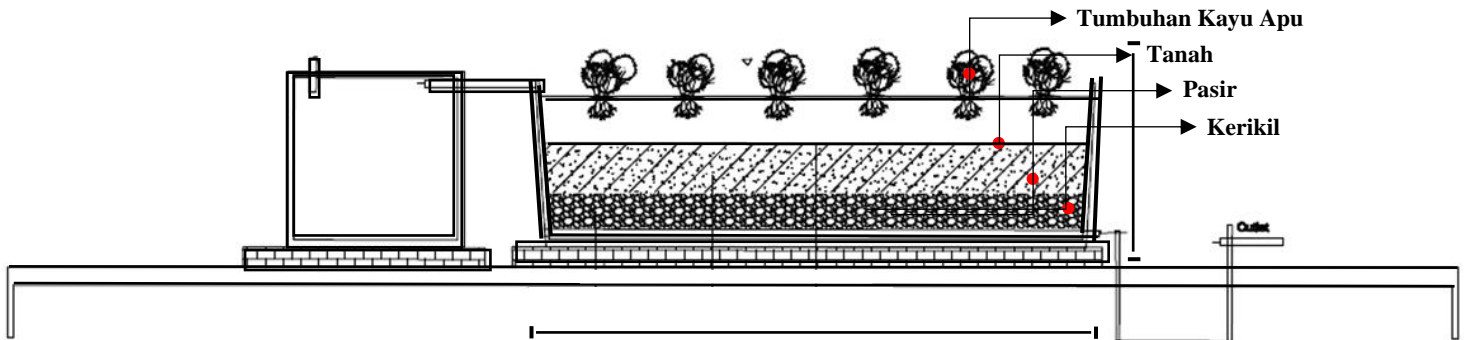
2. Menyiapkan media tanam dengan menuangkan kerikil setinggi 5 cm, dan tanah campur pasir 1:1 setinggi 10 cm.
3. Menyiapkan dan memilih tumbuhan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) untuk ditanam pada bak reaktor yang telah diisi media.
4. Pengambilan tumbuhan Kayu Apu dilakukan dengan memilih tanaman yang masih bagus segar dan bewarna hijau. Tumbuhan Kayu Apu dimasukkan ke dalam wadah yang telah diisi air agar tanaman tetap segar.
5. Aklimatisasi pada tumbuhan Kayu Apu dilakukan selama 3 hari agar tumbuhan benar-benar siap untuk digunakan.
6. Waktu tinggal air limbah yang diperlukan untuk reaktor yaitu, 12, 24, 36, 48, 60, 72 jam

Waktu detensi pada bak reaktor conducted wetland sebagai berikut

Dimensi bak reaktor Panjang	= 67 cm
Lebar	= 23 cm
Tinggi	= 24 cm
Rumus volume	= P x L x T
Total volume	= 36.984 cm ³ = 36, 9 L

Kapasitas volume 36, 9 Liter tersebut adalah kapasitas volume pengolahan alat, sedangkan untuk volume air limbah domestik yang digunakan adalah 20 L. Volume air limbah yang digunakan lebih sedikit dikarenakan bak reaktor menggunakan media seperti tanah dan kerikil yang mengurangi kapasitas pengolahan.

Reaktor *Surface flow Wetland* direncanakan berbentuk bak persegi panjang dengan bahan plastik bak penampung air limbah diletakkan pada awal proses dan bak indikator diletakkan setelah reaktor *Surface flow Wetland* sebagai bak sedimentasi. Gambar reaktor *Surface flow Wetland* dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Desain Gambar *Surface flow Wetland* (SF Wetland)

Berdasarkan gambar 3.3 air limbah akan dituangkan di bak A berfungsi sebagai inkubasi air limbah. Setelah air limbah terkumpul di bak A air limbah akan dialirkan ke bak B yang merupakan bak lahan basah buatan *Surface flow Wetland* yang sudah ditanam beberapa tumbuhan Kayu Apu. Tumbuhan kayu Apu sebelum dilakukan eksperimen dilakukan aklimatisasi tumbuhan terlebih dahulu selama 3 hari menggunakan air bersih. Air limbah kemudian akan mengalir secara sanitasi di bagian dasar reaktor *Surface flow Wetland* air dari bak *Surface flow Wetland* mengalir ke bak C yang berfungsi sebagai bak indikator dan pipa outlet untuk pengambilan sampel air olahan (sampel akhir).

3.7 Analisis Data

Analisis data meliputi kualitas air limbah sebelum dan setelah eksperimen.

3.7.1 Pengujian Kualitas BOD₅ Amoniak dan Total Coliform

Pengujian kualitas air limbah sebelum dan setelah eksperimen dilakukan di Laboratorium Jambi Lestari Internasional (JLI). Tabel parameter uji dapat dilihat pada Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 Parameter Uji Kualitas Air Limbah

Parameter	Metode/Alat	Acuan
BOD (Biological Oxygen Demand)		SNI-6989-72-2009
NH ₃ (Amonia)	Spektrophotometer	SNI 06-6989.30-2005
Total Coliform	Spektrophotometer	APHA 23rd Edition, 9221-B, 2017

3.7.2 Analisis Pengaruh Waktu Retensi Terhadap Penyisihan Pencemar

Analisis pengaruh waktu detensi dilakukan berdasarkan hasil waktu yang paling optimal untuk penyisihan BOD₅ ,amoniak dan Total Coliform Kemudian analisis juga dilakukan untuk melihat hasil penurunan konsentrasi paling optimal. Kemudian analisis juga dilakukan untuk melihat hasil penurunan konsentrasi paling optimal.

Menurut fajar dan Handajani penentuan efisiensi reduksi pencemar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 :

$$\text{Efisiensi (Ef)} = \frac{(C_0 - C_t)}{C_0} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

Ef : efisiensi reduksi parameter pencemar

Co : konstrasi awal sampel

Ct : konsentrasi akhir sampel

3.7.3 Kriteria Efektivitas

Menurut Soeparman dan Suparmin (2001), Kriteria Efektivitas IPAL dapat dilihat Sebagai berikut.

Tabel 3.3 Kriteria Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah

Nilai Presentase Efisiensi	Keterangan
$X > 80\%$	Sangat Efektif (SE)
$60\% < X \leq 80\%$	Efektif (E)
$40\% < X \leq 60\%$	Cukup Efektif (CE)
$20\% < X \leq 40\%$	Kurang Efektif (KE)
$X \leq 20\%$	Tidak Efektif (TE)

Sumber: Soeparman dan Suparmin (2001)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Awal Parameter Air Limbah Domestik

Parameter hasil uji awal dilakukan guna mengetahui besaran pencemar awal pada sampel air limbah domestik yang di ambil di daerah Desa Olak Kemang RT. 04 pada sistem IPAL domestik di dapatkan hasil uji awal sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Uji Awal BOD₅, Amoniak dan Total Coliform

Parameter	Hasil Uji Awal (mg/l)	Baku Mutu P.68/Menlhk/Setjen/Kum .1/8/2016 (mg/l)
BOD ₅	654,77	30
Amoniak (NH ₃)	3,86	10
Total Coliform	3500	3000

Sumber: PT. Jambi Lestari Internasional 2022

Berdasarkan tabel 4.1 hasil uji awal pada sampel air limbah domestik untuk parameter BOD₅ sebesar 654,77 mg/l, amoniak 3,86 mg/L dan total coliform 3500/100 ml. Parameter yang melebihi baku mutu adalah BOD₅ dan total coliform. Data ini akan menjadi data air limbah awal pada jam ke-0 yang digunakan sebagai blanko.

4.2 Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem *Surface flow Wetland*

Pada proses pengolahan air limbah domestik menggunakan sistem *surface flow wetland* diperlukan aklimatisasi tanaman terlebih dahulu. Adapun tahapannya sebagai berikut.

4.2.1 Aklimatisasi Tanaman

Penelitian penurunan Parameter BOD₅, amoniak, dan total coliform air limbah domestik dengan sistem *Surface Flow Wetland* dilakukan untuk mengetahui kemampuan penurunan parameter BOD₅, amoniak dan total coliform tumbuhan Kayu Apu. Eksperimen ini dilakukan selama 12, 24, 36, 48, 60, 72 jam. Sebelum dilakukan eksperimen tumbuhan uji yaitu tumbuhan Kayu Apu terlebih dahulu dilakukan tahapan aklimatisasi. Aklimatisasi bertujuan untuk tumbuhan supaya mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan tumbuhan sebelum mendapat perlakuan (Cahyani dkk, 2016).

Tumbuhan Kayu Apu tersebut sebelum ditanam dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran menggunakan air bersih. Setelah itu, ditanam pada bak yang telah disiapkan. Proses aklimatisasi pada tumbuhan tersebut dilakukan dengan menggunakan air bersih selama tiga hari. Menurut Choirunnisa (2020) minimal waktu dalam melakukan aklimatisasi yaitu tiga hari. Jika kurang dari tiga hari dianggap terlalu singkat pada tumbuhan untuk menyesuaikan pada kondisi lingkungan baru. Kegiatan pengecekan kondisi tumbuhan uji dilakukan selama proses aklimatisasi. Kondisi tumbuhan Kayu Apu pada saat proses aklimatisasi dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.2 Kondisi Tumbuhan Kayu Apu Selama Aklimatisasi

Hari	Visualisasi
Hari ke-1	
Hari ke-2	
Hari ke-3	



Berdasarkan gambar diatas pada hari ke 3 aklimitisai masih tidak ada perubahan yang signifikan. Tanaman uji tersebut berwarna hijau dan segar.

4.2.2 Eksperimen *Surface Flow Wetland*


Setelah aklimatisasi diketahui bahwa tumbuhan uji tidak mengalami perubahan yang signifikan, maka selanjutnya dilakukan tahap eksperimen pengambilan sampel uji parameter BOD₅, amoniak dan total coliform yang dilakukan pada 12, 24, 36, 48, 60, 72 jam.

Kondisi tumbuhan Kayu Apu saat eksperimen dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

Tabel 4.3 Kondisi Tumbuhan Kayu Apu Selama Eksperimen

Variasi (Waktu Tinggal)	Visualisasi
12 dan 24 jam	
36 dan 48 jam	

Tabel 4.3 Kondisi Tumbuhan Kayu Apu Selama Eksperimen (Lanjutan)

Variasi (Waktu Tinggal)	Visualisasi
60 dan 72 jam	

Berdasarkan Gambar diatas terjadi perubahan signifikan pada tumbuhan Kayu Apu. Pada saat aklimatisasi tumbuhan Kayu Apu masih terlihat segar dan hijau. Pada saat dilakukan eksperimen pada waktu tinggal ke 12 dan 24 jam keadaan tumbuhan masih segar dan terlihat hijau. Pada waktu tinggal ke 36 dan 48 jam beberapa tumbuhan mengalami perubahan dengan timbulnya bercak kuning pada tumbuhan Kayu Apu. Pada waktu tinggal ke 60 dan 72 jam sebagian besar tumbuhan Kayu Apu yang terdapat pada bak reaktor mengalami perubahan dengan timbulnya bercak kuning dan beberapa tumbuhan Kayu Apu busuk dan mati. Perubahan pada tumbuhan Kayu Apu ini terjadi pada saat eksperimen tumbuhan Kayu Apu diletakkan dibawah atap karena kurangnya sinar matahari, tanaman melakukan fotosintesis dengan memerlukan cahaya, energi, klorofil, air, dan karbon dioksida guna menghasilkan pati dan gula yang dibutuhkan tanaman untuk bertahan hidup. Ketika tanaman tidak menerima sinar matahari yang cukup, tumbuhan tidak bewarna hijau dan pertumbuhan menjadi lemah. Dapat menyebabkan tumbuhan menjadi dehidrasi, kekurangan nutrisi makanan dan

tumbuhan menjadi kerdil, kering, tidak berbuah dan daunnya mudah mengalami kerontokan. Sementara sampel kondisi sampel air olahan dijelaskan sebagai berikut.

a. Kondisi warna air limbah awal

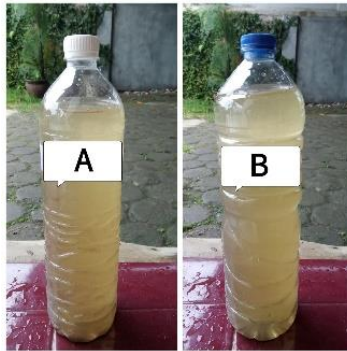
Pada gambar 4.1 menunjukkan kondisi air limbah domestik awal pada hari ke-0 yaitu terlihat bewarna hitam dengan bau yang sedikit menyegat



Gambar 4.1 Gambar Warna air limbah awal

b. Kondisi warna air limbah pada waktu tinggal 12 dan 24 jam

Berdasarkan gambar 4.2 menunjukkan kondisi air limbah setelah eksperimen yang dilakukan pada 12 dan 24 jam warna air limbah terdapat perbedaan yang mencolok, yaitu sampel A berwarna keruh dan sampel B juga berwarna keruh tidak terdapatnya perbedaan warna.



Gambar 4.2 Gambar Warna air limbah pada waktu tinggal ke 12 dan 24 Jam

c. Kondisi warna air limbah pada waktu tinggal 36 dan 48 jam.

Berdasarkan gambar 4.3 warna air limbah domestik pada pengambilan sampel eksperimen ke 36 dan 48 jam yaitu sampel C dan D berwarna keruh, tidak terdapat perbedaan warna dan lebih jernih dari pada sampel A dan B.



Gambar 4.3 Gambar Warna air limbah pada waktu tinggal ke 36 dan 48 jam.

d. Kondisi warna air limbah pada waktu tinggal 60 dan 72 jam.

Berdasarkan gambar 4.4 pada pengambilan sampel ke 60 dan 72 jam. tidak terlalu banyak perbedaan seperti hari sebelumnya C dan D warna sampel E dan F sudah mulai jernih.



Gambar 4.4 Gambar Warna air limbah pada waktu tinggal ke 60 dan 72 jam.

4.3 Peyisihan Parameter Air Limbah

Eksperimen dilakukan dengan memasukkan air limbah kedalam reaktor *Surfae flow Wetland* dengan variasi waktu tinggal 12, 24, 36, 48, 60 dan 72 jam. Hasil efektivitas pada parameter BOD₅ amoniak dan total coliform dapat dilihat di bawah ini.

4.3.1 Parameter BOD₅

Hasil penyisihan parameter BOD₅ pada air limbah domestik selama penurunan parameter di dalam reaktor *Surface flow Wetland* dapat dilihat pada Tabel 4.4

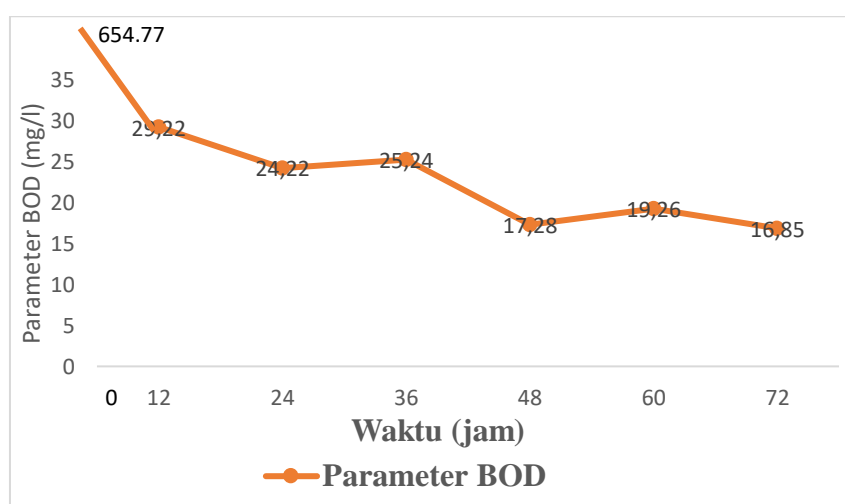
Tabel 4.4 Efisiensi Penyisihan Parameter BOD₅

Parameter	Waktu Tinggal	Baku Mutu P.68/Menlhk/ Setjen/Kum. 1/8/2016 (mg/l)	Uji Awal (mg/l)	Uji Akhir (mg/l)	Effisiensi Penyisihan (%)
BOD ₅	12	30	654,77	29,22	95,54
	24	30	654,77	24,22	96,30
	36	30	654,77	25,24	96,14
	48	30	654,77	17,28	97,36

Tabel 4.4 Efisiensi Penyisihan Parameter BOD₅ (Lanjutan)

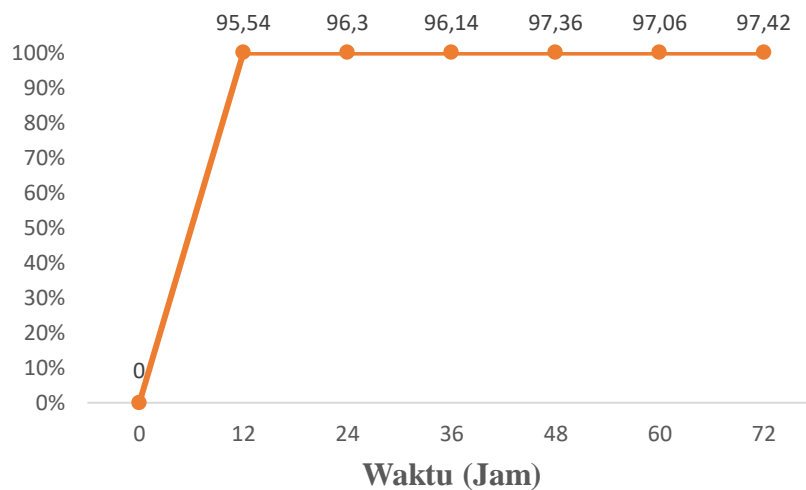
Parameter	Waktu Tinggal	Baku Mutu P.68/Menlhk/ Setjen/Kum. 1/8/2016 (mg/l)	Uji Awal (mg/l)	Uji Akhir (mg/l)	Effisiensi Penyisihan (%)
BOD ₅	60	30	654,77	19,26	97,06
	72	30	654,77	16,85	97,42

Sumber : Hasil Laboratorium, 2022



Gambar 4.5 Parameter BOD₅

Pada tabel 4.3 dan gambar 4.5 diatas menunjukkan bahwa hasil uji parameter BOD₅ awal yaitu sebesar 654,77 mg/l setelah dilakukan pengolahan terjadi penurunan kandungan BOD₅ pada waktu tinggal 12 jam yaitu sebesar 29,22 mg/l. Selanjutnya pada waktu tinggal 24 jam yaitu sebesar 24,22 mg/l kemudian pada waktu tinggal 36 jam terjadi kenaikan kandungan yaitu sebesar 24,24 mg/l kemudian pada waktu tinggal 72 jam tersisihkan menjadi 16,85 mg/l.



Gambar 4.6 Efisiensi Penyisihan Parameter BOD₅

Pada Tabel 4.4 dan gambar 4.6 hasil eksperimen berhasil menurunkan parameter BOD₅ air limbah domestik penyisihan tertinggi selama eksperimen terjadi pada waktu tinggal ke 72 jam eksperimen dengan parameter BOD₅ awal sebesar 654,77mg/l, menjadi 16,85 mg/l. Sedangkan penurunan parameter terendah selama eksperimen terjadi pada waktu tinggal ke 12 jam dengan parameter awal sebesar 654,77 mg/l menjadi 29,22 mg/l.

Berdasarkan hasil pemeriksaan sampel air limbah domestik diperoleh presentase penurunan mencapai hingga 97,42% pada waktu tinggal 72 jam penurunan bahan organik dalam *Surface flow Wetland* karena adanya mekanisme tanaman melalui proses oksidasi oleh bakteri aerob yang tumbuh di sekitar rhizosphere tanaman maupun kehadiran bakteri heterotrof di dalam air limbah. BOD₅ yang terlarut dapat dihilangkan dengan proses gabungan kimia dan biologi melalui aktivitas mikroorganisme maupun tanaman bahwa proses eliminasi polutan dalam air limbah terjadi melalui proses secara fisik, kimia dan biologi yang cukup

kompleks yang terdapat dalam asosiasi antara media, tumbuhan dan mikroorganisme.

Menurut Habitat (2008), suatu sistem wetland pada dasarnya terdiri dari air limbah, substrat, vegetasi. Serta mikroorganisme atau bakteri. Masing-masing komponen dalam sistem ini mempunyai peran. Proses penyisihan polutan pada sistem *wetland* terjadi melalui beberapa proses yang meliputi proses fisik, kimia, dan biologi. Ketika air limbah mulai dimasukkan dalam sistem *wetland*, terjadi proses filtrasi dan sedimentasi. Padatan yang masih ada di dalam air limbah akan tertahan dan terjebak pada substrat, kemudian ketika air limbah sudah mencapai dasar reaktor, terjadi proses sedimentasi yang akan mengendapkan padatan yang masih lolos dari substrat. Mikroba yang hidup di dalam sistem *wetland* berperan terhadap penghilangan senyawa organik terlarut, yaitu melalui mekanisme degradasi biologis aerob maupun anaerob.

Penurunan BOD₅ yang signifikan juga disebabkan adanya proses filtrasi pada media tanam yang terdiri dari pasir dan kerikil. Hal ini sejalan dengan Lestari (2012) bahwa kerikil efektif dalam proses pengendapan partikel - partikel terlarut dalam air limbah. Di antara kerikil membentuk rongga yang memungkinkan terjadinya proses sedimentasi, sehingga limbah menjadi relatif lebih jernih. Kerikil juga merupakan tempat yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme dalam menguraikan bahan-bahan organik.

Pasir juga mampu menurunkan bahan organik. Menurut Lestari (2012) pasir merupakan jenis senyawa silica dan oksigen yang ada dalam air berupa koloid yang dapat meningkat OH, pasir juga sebagai tempat menempelnya

mikroorganisme. Kemampuan media di dalam adsorpsi tergantung pada waktu detensi air limbah, dimana waktu retensi yang cukup akan memberikan kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah (Suprihatin, 2014)

Pada parameter BOD₅ waktu tinggal berpengaruh pada penurunan kadar air limbah BOD. Menurut Parasmita dkk, (2013) pada proses pengolahan secara aerob pada waktu tinggal maksimum 25 jam, didapatkan efisiensi penurunan BOD sebesar 45%. Kemudian pada reaktor aerob efisiensi penyisihan maksimum dengan waktu tinggal 17,5 jam untuk BOD adalah 38,46%. Sedangkan jika proses pengolahan digabungkan menjadi anaerob-aerob, efisiensi penyisihan menjadi paling besar yaitu BOD 65% dengan range influen 595 – 689 mg/l. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu kontak antara air limbah dengan media, maka efisiensi penyisihan akan semakin besar.

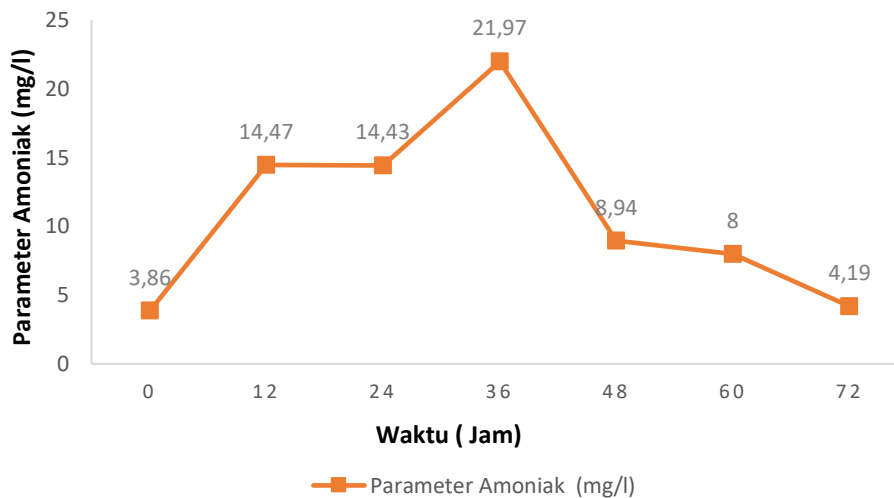
4.3.2 Parameter Amoniak

Hasil penyisihan parameter amoniak pada air limbah domestik selama penurunan parameter di dalam reaktor *Surface flow Wetland* dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Penyisihan Parameter Amoniak

Parameter	Waktu Tinggal	Baku Mutu P.68/Menlhk/ Setjen/Kum. 1/8/2016	Uji Awal (mg/l)	Uji Akhir (mg/l)
Amoniak (NH ₃)	12	10	3,86	14,74
	24	10	3,86	14,43
	36	10	3,86	21,97
	48	10	3,86	8,94
	60	10	3,86	8,00
	72	10	3,86	4,19

Sumber: hasil Laboratorium,2022



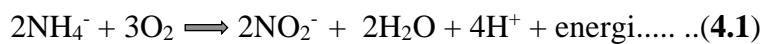
Gambar 4.7 Konsentrasi Parameter Amoniak

Pada tabel 4.5 dan gambar 4.7 diatas menunjukkan bahwa hasil uji parameter amoniak awal yaitu sebesar 3,86 mg/l setelah dilakukan pengolahan terjadi kenaikan kandungan amoniak pada waktu tinggal 12 jam yaitu sebesar 29,22 mg/l. Selanjutnya pada waktu tinggal 24 jam yaitu sebesar 14,47 mg/l kemudian pada waktu tinggal 36 jam terjadi kenaikan kandungan yaitu sebesar 14,43 mg/l hingga pada waktu tinggal 60 jam kandungan amoniak masih sebesar

8,00 mg/l. Terjadi peningkatan dari sampel awal sehingga efisiensi penyisihan tidak terlalu efektif. Hingga waktu tinggal 72 jam amoniak (NH₃) tidak mengalami penurunan. Penyebab tidak stabilnya hasil uji dikarenakan adanya proses denitrifikasi dan nitrifikasi pada penyisihan amoniak.

Tingginya Parameter amoniak dikarenakan pada siklus nitrogen yang terjadi pada sistem *surface flow wetland* hanya terjadi sampai proses nitrifikasi. Nitrifikasi adalah konversi nitrogen ammonium (NH₄-N) menjadi nitrit (NO₂-N) yang kemudian menjadi nitrat (NO₃-N) yang dilakukan oleh bakteri autotrof dan heterotrof.

Proses nitrifikasi dilakukan dengan bantuan dua grup bakteri kemoautotrophik yang dapat melakukan proses oksidasi. Langkah pertama (Mitsc dan Gosselink, 1993) yaitu oksidasi amonium menjadi nitrit dengan reaksi sebagai berikut.



Proses ini dilakukan dengan bantuan bakteri *Nitrosomonas sp.* Langkah kedua yaitu oksidasi nitrite menjadi nitrate dengan reaksi sebagai berikut.



Proses ini dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter sp.*

Pada nitrifikasi bakteri autotrof dapat memperoleh karbon dari sumber non organik seperti karbondioksida dan tanaman alkalin pada heterotroph membutuhkan sumber karbon organik pada dasarnya heterotrof mendapatkan karbon dengan mengkonsumsi senyawa organik, bakteri autotrof memerlukan

lebih banyak waktu untuk matang dan mempertahankan populasi dalam sistem pengolahan air limbah secara biologi. Pertumbuhan bakteri pada proses nitrifikasi bergantung pada suhu air limbah dan jumlah oksigen terlarut Tias (2013). Kurangnya bakteri pada saat eksperimen mempengaruhi sehingga konsentrasi amoniak tidak menurun, apabila pertumbuhan bakteri berjalan dengan baik pengoksidasi amoniak akan mengambil ammonium dan mengubahnya menjadi asam air nitrit dan energi air yang dihasilkan diserap dalam sistem nitrat berpindah ke sistem berikutnya. Energi akan digunakan bakteri untuk tumbuh dan berkembang biak. Nitrifikasi adalah proses yang sangat membutuhkan oksigen karena memasukan oksigen terlarut ke dalam air limbah adalah proses yang sangat intensif. Sedangkan pada penelitian ini tidak dilakukan penambahan oksigen dengan aerasi sehingga penyisihan parameter amoniak kurang efektif.

Pada proses nitrifikasi dihasilkan senyawa nitrat dan nitrit, kedua senyawa tersebut masih merupakan zat polutan, sehingga masih diperlukan suatu proses untuk menghilangkan senyawa tersebut. Oleh karena itu setelah proses nitrifikasi dilanjutkan dengan proses denitrifikasi dilakukan oleh bakteri heterotrof yang membutuhkan bahan organik untuk mengoksidasi. Pada denitrifikasi bakteri mengambil bahan organik pada air limbah dan nitrat untuk menghasilkan energi basa dan gas nitrogen yang akan terbuang ke udara, sehingga tidak ada lagi unsur zat nitrogen yang mencemari air yang keluar dari proses pengolahan air limbah pada parameter amoniak.

Hasil penelitian menunjukkan penurunan parameter amoniak terjadi pada waktu tinggal ke-72 jam. Kurangnya waktu tinggal pada saat eksperimen serta

kurangnya aerasi menyebabkan hasil efisiensi penyisihan pada parameter amoniak tidak terlalu efektif. Hal ini sesuai dengan Penelitian Nurtana (2018), amonia dengan sistem *floating* dengan waktu tinggal selama 30 hari, penurunan efisiensi penyisihan mencapai 69,82% hingga 86,40%. Semakin lama dikontakkan maka kandungan amoniak akan semakin menurun.

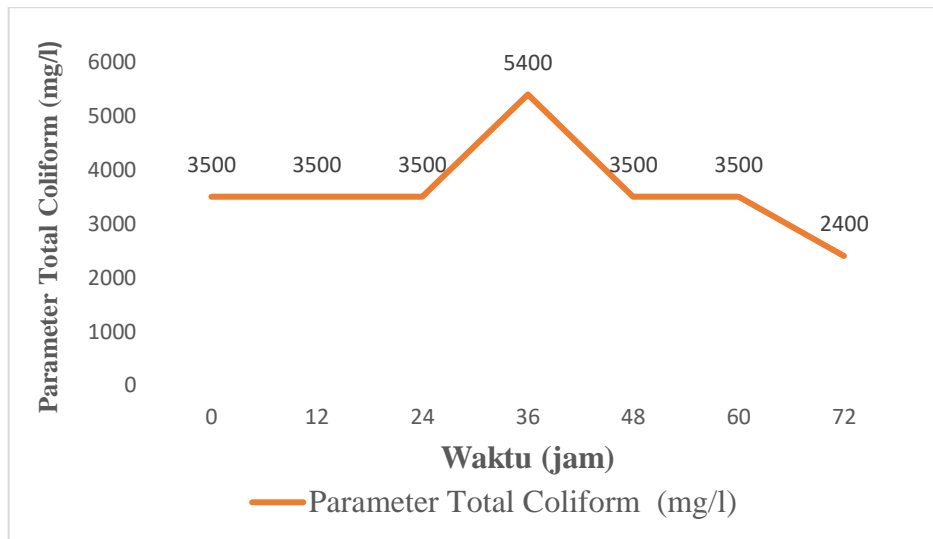
4.3.3 Parameter Total Coliform

Hasil penyisihan parameter Total Coliform pada air limbah domestik selama penurunan parameter di dalam reaktor *Surface flow Wetland* dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Penyisihan Parameter Total Coliform

Parameter	Waktu Tinggal	Baku Mutu P.68/Menlhk/ Setjen/Kum. 1/8/2016	Uji Awal (mg/l)	Uji Akhir (mg/l)
Total Coliform	12	3000	3500	3500
	24	3000	3500	3500
	36	3000	3500	5400
	48	3000	3500	3500
	60	3000	3500	3500
	72	3000	3500	2400

Sumber : hasil laboratorium, 2022



Gambar 4.8 Parameter Total Coliform

Pada Tabel 4.6 dan gambar 4.8 diketahui pada waktu tinggal 12 hingga 60 jam, total coliform belum mengalami penurunan. Penurunan parameter Total Coliform tertinggi selama eksperimen terjadi waktu tinggal 72 jam sebesar 2400 mg/l.

Brooks, dkk (2017) menjelaskan bahwa pertumbuhan bakteri dibagi menjadi 4 fase, yaitu fase *lag*, *logaritmik*, *stationer*, dan fase *autolisis*, fase *lag* adalah fase dimana bakteri beradaptasi dengan lingkungannya dan mulai bertambah sedikit demi sedikit. Fase *logaritmik* adalah fase dimana pembiakan bakteri berlangsung paling cepat. Fase *stationer* adalah fase dimana jumlah bakteri yang berkembang biak sama dengan jumlah bakteri yang mengalami kematian. Fase *autolisis* (kematian) adalah fase dimana jumlah bakteri yang mati semakin banyak, melebihi jumlah bakteri yang berkembang biak. Keadaan ini dapat berlangsung beberapa minggu tergantung pada spesies dan keadaan medium serta faktor- faktor lingkungan. Riadi (2016). Kurangnya waktu tinggal mempengaruhi

daur hidup total coliform sehingga penyisihan parameter total coliform pada saat penelitian selama 72 jam belum efektif.

Menurut Sehar, dkk (2015), waktu tinggal secara signifikan mempengaruhi penghilangan patogen, karena waktu tinggal yang berkepanjangan memberikan waktu kontak yang lebih lama antara patogen dan biofilm. Waktu tinggal yang berkepanjangan meminimalkan aliran air limbah, memungkinkan air limbah mengalir di sekitar partikel substrat. Berdasarkan penelitian dari Molle, dkk (2006) dalam Mburu, dkk (2019), bahwa waktu tinggal yang singkat tidak cukup untuk eliminasi nutrient terlarut, karena penyisihan nutrient bergantung pada siklus biogeokimia yang beroperasi pada kecepatan yang jauh lebih lambat. Semakin lama waktu retensi, semakin meningkatkan efisiensi eliminasi beberapa polutan. Waktu retensi yang lebih lama memungkinkan peningkatan kontak antara komunitas mikroba dan air limbah.

4.4 Efektivitas Sistem *surface Flow Wetland* Dalam Menurunkan Parameter Air Limbah Domestik

Efektivitas sistem *surface flow wetland* dalam menurunkan parameter air limbah domestik untuk parameter BOD₅ efisiensi penyisihan tertinggi pada waktu tinggal ke-72 jam yaitu sebesar 97,42%. Menurut Soeparman dan Suparmin (2001) kriteria efektivitas instalasi pengolahan air limbah pada parameter BOD₅ yaitu termasuk kriteria sangat efektif, sementara untuk parameter amoniak tidak efektif dimana tidak mengalami penurunan dan masih melebihi parameter awal, parameter awal amoniak sebesar 3,86 dan parameter akhir amoniak pada waktu tinggal ke 72 jam sebesar 4,19 masih melebihi parameter awal, untuk parameter total coliform

nilai konsentrasi tidak mengalami penurunan baru terjadi penurunan pada waktu tinggal ke 72 jam yaitu sebesar 2400 mg/l dimana parameter awalya sebesar 3500mg/l sehingga efektivitas penyisihan masuk dalam kriteria tidak efektif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Efektivitas sistem *Surface flow wetland* dalam menurunkan parameter pencemar pada air limbah domestik sangat efektif pada parameter BOD₅ dengan efisiensi penyisihan sebesar 97,42 %, sementara parameter amoniak (NH₃) dan total coliform efisiensi penyisihan tidak efektif.
2. Pengaruh waktu tinggal terhadap penyisihan parameter pencemar pada air limbah domestik pada parameter BOD₅ sudah cukup baik, pada parameter amoniak (NH₃) dan total coliform mulai terjadi penurunan pada waktu tinggal ke-72 sehingga diperlukan penambahan waktu tinggal untuk mengoptimalkan penyisihan amoniak dan total coliform.

5.2 Saran

Adapun saran pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Hasil efisiensi penyisihan dari eksperimen ini pada parameter amoniak dan total coliform belum terlalu efektif, dikarenakan kurangnya waktu tinggal. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk penambahan waktu tinggal sehingga dapat menghasilkan hasil penyisihan yang lebih efektif.

2. Diperlukan penelitian lebih lanjut terhadap jenis tumbuhan, jenis media, susunan media, ketebalan media, dan luasan reaktor *surface flow wetland* untuk mendapatkan penyisihan yang lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Brooks GF, Carrol KC, Butel JS, Morse SA. 2010. *Medical Microbiology 26th Edition* (1). New York (US): Mc. Graw Hill.
- Effendi, H (2003). Telaah Kualitas Air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan, Kanisius, Yogyakarta
- Cahyani, M., P. Andarani., dan B. Zaman. (2016). Penurunan Konsentrasi Nikel (Ni) Total dan COD menggunakan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) Pada Limbah Cair Elektroplanting. *Jurnal Teknik Lingkungan*. **5 (4)**, 67-72.
- Choirunnisa, A., T. (2020). Fitoremediasi Logam Berat Besi (Fe) Menggunakan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) Dan Papyrus (*Cyperus Papyrus L.*). Tugas Sarjana. Teknik Lingkungan Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Fachrurozi, M, Utami, L. B., & Suryani, D. (2014). Pengaruh Variasi Biomasa *Pistia Stratiotes L.* Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD, COD, Dan TSS Limbah Cair Tahu Di Dusun Klero Slamen Yogyakarta *Jurnal OF Public Healt*, 4 (1)
- Farihatin, N. (2018). Pengembangan Petunjuk Praktikum Struktur Anatomi Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) Yang Terinduksi Limbah Cair Tapioka Materi Jaringan Tumbuhan Kelas Xi Ma Salafiyah.
- Firmanda Fikri. (2021). Reduksi COD, Dan Bod Air Limbah Domestik Dengan Konsep Taman *Contrusted Wetland*.

- Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan (2016). Permen LHK NO 68/Menlhk/Setjen/Kum. 1/8/2016. Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Jakarta: Ke menLHK.
- Lestari, D.E., Satrianegara, M.F., dan Ssilawaty, A., 2013. Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Metode Rawa Buatan (Costructed Wetland). *Al-Sihah*.
- Mado Sili, (2017) Perbandingan Kualitas Limbah Air Domestik Menggunakan Sistem *Contrusted Wetland* Dengan Tanaman *Cyperus alternifolius* Dan *Cyperus Papyrus*. Tesis. Universitas Kristen Duta Wacana.
- Maddusa, S.S., 2018. Efektivitas Tanaman Jeringau (*Acorus Calamus*) untuk Menurunkan Amoniak Pada Air Limbah RSUD Kota Bitung. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*
- Mahmudi, (2019). Analisis Laporan Keuangan Pemerintah Daerah, Yogyakarta: Unit Penerbitan dan Percetakan Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN.
- Mburu. C., J. Kepkemboi, and R. Kimwaga. 2019. *Impact Of Substrate Type, Depth And Retention Time On Organic Matter Removal In Vertikal Subsurface Flow Constructed Wetland Mesocosms For Treating Slaughterhouse Waswater. Physics nd Chemistry of the Eart.* 1(1): 1-11
- Metcalf dan Eddy. (2003). *Wastewater Engineering : Treatment and Reuse* (Edisi 4). McGraw-Hill: New York.
- Minggawati, I., Eddy, H. P., & Tchobanoglous, G. (1991). *Waswater engineering: treatment, disposal, and reuse* (Vol. 4). McGraw-Hill New York.

- Mutiara Venny., dkk. (2008). Penurunan COD, TSS, Dan Total Fosfat Pada *Septic Tank* Limbah Mataram Dengan Menggunakan *wasterwater Garden* .
- Murti, R. S., & Purwati, C. M. H. (2014). Optimasi Waktu reaksi pembentukan kompleks indofenol biru stbail pada uji n-amonia air limbah idnustri penyamkan penyakit kulit dengan metode fenat. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik* 30 (1), 29-34
- Parasmita dkk, (2013). Studi Pengaruh Waktu Tinggal Terhadap Penyisihan Parameter BOD, COD dan TSS Lindi Menggunakan Biofilter Secara Anaerob-aerob. *Jurnal Teknik Lingkungan*, (Vol. 2, No. 1, Januari 2013).
- Ratnawati, Talarima. (2017) *Subsurface (SSF) Construted Wetland* untuk Pengolahan Air Limbah Laundry.
- Risnawati, Damanhuri. (2009). Penyisihan Logam Pada Lindi Menggunakan *Constructed Wetland*. Tugas Sarjana. Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Institut Teknologi.Bandung.
- Sehar, S., Sumera, Sana N., Irum P., Naeem A., and Safia A. 2015. *A Comparative Study of Macrophytes Influences On Waswater Treatment Through Subsurface Flow Hybrid Contrusted Wetland. Ecological Engineering*. 81 (1): 62-69
- Soeparman dan Suparmin, 2001. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Supradata. (2005). Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman *Cyperus Altetnifolius,L.* Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah

Permukaan (*SSF-Wetlands*). Tesis. Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.Semarang.

Suprihatin, H. (2014). Penurunan Konsentrasi BOD Limbah Domestik Menggunakan Sistem *Wetland* dengan Tanaman Hias Bintang Air (*Cyperus Alternifolius*). *Jurnal Dinamika Lingkungan Indonesia*, **I(2)**, 80-87.

Suriawaria, U., 1993, Mikrobiologi Air, Penerbit Alumni, Bandung. UN-HABITAT. 2008. *Contrusted Wetlands Manual*. Kathmandu: UN-HABITAT *Water for Asian Cities* Programme Nepal.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Hasil Uji Awal



LABORATORIUM LINGKUNGAN
PT. JAMBI LESTARI INTERNASIONAL



Nomor Registrasi
00119/LP/LABLING-1/LRKKLHK

LAPORAN HASIL PENGUJIAN CERTIFICATE OF ANALYSIS LAB-JLI-2203312A

Identifikasi Laboratorium/ Laboratory Identification LAB-JLI-2203312A-1/1	Identifikasi Contoh Uji/ Sample Identification AL-1 (Air Limbah IPAL Komunal Domestik)	Matriks/ Matrix Air Limbah	Tanggal Pengambilan/ Date of Sampling 30/03/2022
---	--	----------------------------------	--

NO.	PARAMETER	HASIL/RESULT	BML/ EQS *	SATUAN/ UNIT	METODE/ METHOD
		AL-1			
1	KIMIA/CHEMICAL				
1	Kebutuhan Oksigen Biokimia/Biochemical Oxygen Demand, (BOD ₅)	654,77	-	mg/L	SNI 6989.72:2009
2	Amoniak/Ammonia, (NH ₃ -N)	3,86	-	mg/L	SNI 06-6989.30-2005
1	BIOLOGI/BIOLOGY				
1	Total Coliform/Coliform Total*	3500	-	mg/L	APHA 23rd Edition, 9221-B, 2017

Keterangan/Note:

(*) BML -

EQS is -

(#) Parameter Belum Terakreditasi / Parameters not accredited

Hasil hanya berhubungan dengan contoh yang di uji dan laporan ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya.
The result relate only to the samples tested and this report shall not be reproduced except in full.

No. Dok.: FSOP.JLI-11.1

No. Revisi/Terbit: 3/2

2 dari 2

Dipindai dengan CamScanner

Lampiran 2: Hasil Uji Akhir

LAPORAN HASIL PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS
LAB-JLI-2204386A

Identifikasi Laboratorium/ Laboratory Identification LAB-JLI-2204386A-1/2 LAB-JLI-2204386A-2/2	Identifikasi Contoh Uji/ Sample Identification AL-1 (C 01) AL-2 (D 01)	Matriks/ Matrix Air Limbah Air Limbah	Tanggal Pengambilan/ Date of Sampling 13/04/2022 13/04/2022
---	---	--	--

NO.	PARAMETER	HASIL/RESULT		BML/ EQS *	SATUAN/ UNIT	METODE/ METHOD
		AL-1	AL-2			
I KIMIA/CHEMICAL						
1	Kebutuhan Oksigen Biokimia/Biochemical Oxygen Demand, (BOD ₅)	25,24	17,28	-	mg/L	SNI 6989.72:2009
2	Amoniak/Ammonia, (NH ₃ -N)	21,97	8,94	-	mg/L	SNI 06-6989.30:2005
I BIOLOGI/BIOLOGY						
1	Total Coliform/Coliform Total [#]	5400	3500	-	mg/L	APHA 23rd Edition, 9221-B, 2011

Keterangan/Note:

(*) BML -

EQS is -

(#) Parameter Belum Terakreditasi / Parameters not accredited



Hasil hanya berhubungan dengan contoh yang di uji dan laporan ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya.
The result relate only to the samples tested and this report shall not be reproduced except in full.

Lampiran 3 : Hasil Uji Akhir



LAPORAN HASIL PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS
LAB-JLI-2204374A

Identifikasi Laboratorium/ Laboratory Identification LAB-JLI-2204374A-1/2 LAB-JLI-2204374A-2/2	Identifikasi Contoh Uji/ Sample Identification AL-1 (A 01) AL-2 (B 02)	Matriks/ Matrix Air Limbah Air Limbah	Tanggal Pengambilan/ Date of Sampling 13/04/2022 13/04/2022
---	---	--	--

NO.	PARAMETER	HASIL/RESULT		BMU/ EQS *	SATUAN/ UNIT	METODE/ METHOD
		AL-1	AL-2			
I KIMIA/CHEMICAL						
1	Kebutuhan Oksigen Biokimia/Biochemical Oxygen Demand , (BOD ₅)	29,22	24,22	-	mg/L	SNI 6989.72:2009
2	Amoniak/Ammonia , (NH ₃ -N)	14,74	14,43	-	mg/L	SNI 06-6989.30-2005
I BIOLOGI/BIOLOGY						
1	Total Coliform/Coliform Total [#]	3500	3500	-	mg/L	APHA 23rd Edition, 9221-B-2017

Keterangan/Note:

- (*) BML -
EQS is -
- (#) Parameter Belum Terakreditasi / Parameters not accredited



Hasil hanya berhubungan dengan contoh yang di uji dan laporan ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya.
 The result relate only to the samples tested and this report shall not be reproduced except in full.

Lampiran 4 : Hasil Uji Akhir



LABORATORIUM LINGKUNGAN
PT. JAMBI LESTARI INTERNASIONAL



Nomor Registrasi
00119/LP./LABLING-1/LRK/KLHK

LAPORAN HASIL PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS
LAB-JLI-2204401A

Identifikasi Laboratorium/ Laboratory Identification LAB-JLI-2204401A-1/2 LAB-JLI-2204401A-2/2	Identifikasi Contoh Uji/ Sample Identification AL-1 (E 01) AL-2 (F 02)	Matriks/ Matrix Air Limbah Air Limbah	Tanggal Pengambilan/ Date of Sampling 14/04/2022 14/04/2022
---	---	--	--

NO.	PARAMETER	HASIL/RESULT		BML/ EQS *	SATUAN/ UNT	METODE/ METHOD
		AL-1	AL-2			
1	KIMIA/CHEMICAL					
1	Kebutuhan Oksigen Biokimia/Biochemical Oxygen Demand, (BOD ₅)	19,26	16,85	-	mg/L	SNI 6989.72:2009
2	Amoniak/Ammonia, (NH ₃ -N)	8,00	4,19	-	mg/L	SNI 06-6989.30-2005
1	BIOLOGI/BIOLOGY					
1	Total Coliform/Coliform Total [#]	3500	2400	-	mg/L	APHA 23rd Edition, 9221-B-2017

Keterangan/Note:

(*) BML -
EQS is -

(#) Parameter Belum Terakreditasi / Parameters not accredited



Hasil hanya berhubungan dengan contoh yang di uji dan laporan ini tidak boleh digandakan kecuali seluruhnya.
The result relate only to the samples tested and this report shall not be reproduced except in full.

LAMPIRAN

Lampiran 5: Perhitungan Efisiensi Penyisihan Konsentrasi BOD

Parameter	Variasi (Jam)	Uji Awal (ng/l)	Uji Akhir (mg/l)	Effisiensi Penyisihan (%)
BOD ₅	12	654,77	29,22	95,54
	24	654,77	24,22	96,30
	36	654,77	25,24	96,14
	48	654,77	17,28	97,36
	60	654,77	19,26	97,06
	72	654,77	16,85	97,42

Sumber : Perhitungan, 2022

Berdasarkan Tabel diatas efisiensi penyisihan tersebut diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Efektivitas (E)} = \frac{(\text{Kandungan Awal} - \text{Kandungan Akhir})}{\text{Kandungan Akhir}} \times 100\%$$

Maka , pada konsentrasi BOD₅

- Waktu Tinggal ke-12 jam

$$E = \frac{654,77 \text{ mg/l} - 29,22 \text{ mg/l}}{654,77 \text{ mg/l}} \times 100\% = 95,54 \%$$

- Waktu Tinggal ke-24 jam

$$E = \frac{654,77 \text{ mg/l} - 24,22 \text{ mg/l}}{654,77 \text{ mg/l}} \times 100\% = 96,30 \%$$

- Waktu tinggal ke-36 jam

$$E = \frac{654,77 \text{ mg/l} - 25,24 \text{ mg/l}}{654,77 \text{ mg/l}} \times 100\% = 96,14\%$$

- Waktu Tinggal ke-48 jam

$$E = \frac{654,77 \text{ mg/l} - 17,28 \text{ mg/l}}{654,77 \text{ mg/l}} \times 100\% = 97,36 \%$$

- Waktu Tinggal ke-60 jam

$$E = \frac{654,77 \text{ mg/l} - 19,26 \text{ mg/l}}{654,77 \text{ mg/l}} \times 100\% = 97,06 \%$$

- Waktu Tinggal ke-72 jam

$$E = \frac{654,77 \text{ mg/l} - 16,85 \text{ mg/l}}{654,77 \text{ mg/l}} \times 100\% = 97,42 \%$$

LAMPIRAN

Lampiran 6 : Dokumentasi Penelitian



Gambar.1 Pengambilan sampel air limbah domestik



Gambar.2 Sampel air limbah domestik pada outlet IPAL komunal



Gambar.3 Pengambilan tanaman Kayu Apu



Gambar.4 Proses Penanaman Tanaman Kayu Apu

Lampiran 6 : Dokumentasi Penelitian (Lanjutan)



Gambar.5 Aklimatisasi Tanaman Kayu Apu





Gambar.6 Sampel air limbah dimasukkan ke bak A



Gambar.7 Gambar Alat *Surface Flow Wetland*

LAMPIRAN

Lampiran 7 : Surat Keputusan Tugas Akhir

	
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 : 122 TAHUN 2022 T E N T A N G PERPANJANGAN PERTAMA 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.
MENIMBANG	: 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.
Kecempat	: 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.
Kecenam	: 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 : 10 AGUSTUS 2022	
 Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME	
<i>Tembusan Disampaikan kepada :-</i> 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 : 122 TAHUN 2022 TENTANG PERPANJANGAN PERTAMA PENUNJUKKAN 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.	IPTAHUL JANNAH 1700825201031	"PENURUNAN KONSENTRASI BOD LIMBAH CAIR DOMESTIK KEGIATAN HOTEL MENGGUNAKAN TANAMAN BINTANG AIR MENGGUNAKAN SISTEM WETLAND"	ANGGRIKA RIYANTI, ST, M. Si	MARHADI, ST, M. Si

DITETAPKAN DI : JAMBI
PADA TANGGAL : 10 AGUSTUS 2022

Dekan,



Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME



LAMPIRAN

Lampiran'8 : Halaman asistensi Tugas Akhir

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

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iptahul Jannah
NPM : 1700825201031
Judul Tugas Akhir : Penurunan Konsentrasi BOD dan NH₃ Limbah Septic Tank Menggunakan Tanaman Kayu Apu Menggunakan Sistem Wetland.

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	25/9-2021	- Cari jurnal tgz perwujudan waktu tggal untuk aliran kontinu - Perbaiki pada latar belakang - format penulisan sesuai panduan TA	
	6/10-2021	- lanjutkan bab 3 - perbaiki latar belakang. - Cari literatur untuk waktu tggal kontinu.	

Jambi, _____, 2021


Dosen Pembimbing I



(Anggrika Riyanti, ST, M.Si)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iptahul Jannah
NPM : 1700825201031
Judul Tugas Akhir : Penurunan Konsentrasi BOD Dan NH_3 Limbah Septic Tank Menggunakan Tanaman Kayu Apu Menggunakan Sistem *Wetland*.

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	24/11-2021	- Perbaiki gambar desain - tambahkan waktu dekur 0, 2, 4, 6 hari - perbaiki diagram alir	

Jambi, _____ 2021

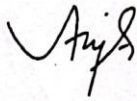

Dosen Pembimbing I



(Anggrika Riyanti, ST, M.Si)

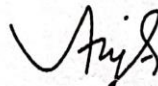
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iptahul Jannah
NPM : 1700825201031
Judul Tugas Akhir : Penurunan Konsentrasi BOD₅, NH₃ Dan Total Coliform
Air Limbah *black water* Dengan Sistem *Wetland*
Menggunakan Tanaman Kayu Apu

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	05-01-2022	<ul style="list-style-type: none">- Perbaiki penulisan nama ilmiah tumbuhan- Perbaiki penulisan pada bab 1, cek kesalahan ketikan- Tambahkan data karakteristik blackwater pada latar belakang- Beri narasi sebelum menampilkan gambar- Lengkapi laporan dengan halaman judul, daftar isi hingga daftar pustaka	
	08-01-2022	ACC Seminar Proposal TA	

Jambi, _____, _____ 2021




Dosen Pembimbing I



(Anggrika Riyani, ST, M.Si)

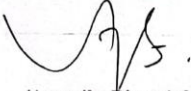
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iptahul Jannah
 NPM : 1700825201031
 Judul Tugas Akhir : Penurunan Parameter Air Limbah IPAL Komunal
 Domestik Dengan Sistem *Wetland* Menggunakan Tanaman
 Kayu Apu

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	26/6-22	<ul style="list-style-type: none"> - Lanjutkan perbaikan tabel & grafik efisiensi - tambahkan penjelasan amoniak kenapa meningkat 	
	29/6-22	<ul style="list-style-type: none"> - untuk penjelasan grafik efisiensi diperbaiki/ditambah - tambahkan format tabel - tambahkan alasan amoniak kor no amonifikasi 	
	18/7-22	<ul style="list-style-type: none"> - tambahkan alasan amoniak kor karena mati - tambahkan alasan coliform terkait waktu tinggal lebih lama. 	

Jambi, _____ 2022



Dosen Pembimbing I



(Anggrika Riyanti, ST, M.Si)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iptahul Jannah
NPM : 1700825201031
Judul Tugas Akhir : Penurunan Parameter BOD₅, Amoniak Dan Total Coliform Air Limbah IPAL Komunal Domestik Dengan Sistem *Surface Wetland*.

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	26/7-22	- Perbaiki format produksi & format tabel. - Longit pembalig 2. - Buat kesimpulan & daftar pustaka.	
	12/8-22	ACC sibang TA.	

Jambi, _____ 2022

Dosen Pembimbing I






(Angriki Riyani, ST, M.Si)

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

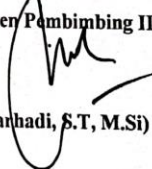
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iptahul jannah
NPM : 1700825201031
Judul Tugas Akhir : Penurunan Konsentrasi BOD, NH₃ dan total *Coliform*
Limbah *Septic Tank* Menggunakan Tanaman Kayu Apu
Menggunakan Sistem *Wetland*.

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	7 12 2021	Tambahkan bab II, dan Pindahkan Bab III	
	16 12 2021	Septic tank & fungsi dari base water pabrik & pabrik	
	22 12 2021	Bab II & pabrik - Bab III & pabrik sistem pemukiman & pabrik	


Jambi, _____ 2021

Dosen Pembimbing II


(Marhadi, S.T, M.Si)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iptahul jannah
NPM : 1700825201031
Judul Tugas Akhir : Penurunan Konsentrasi BOD₅, NH₃ Dan Total *Coliform*
Air Limbah *Black Water* Dengan Sistem *Wetland*
Menggunakan Tanaman Kayu Apu

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	28 12 2021	Ace Siman TA Perbaiki seni dan dalam.	



Jambi, _____ 2021

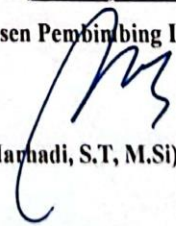
Dosen Pembimbing II

(Marhadi, S.T, M.Si)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iptahul jannah
 NPM : 1700825201031
 Judul Tugas Akhir : Penurunan BOD₅ Amoniak Dan Total Coliform Air Limbah IPAL Domestik Dengan Sistem *Surface Flow Wetland*.

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	6/8/2022	Rapikan tulisan & susunlah penulisan bab IV & V & abstraksi, rumusan & pustaka & rumusan abstrak & pustaka c. Buatlah susunan bagian pustaka	
	11/8/2022	pustaka 4.2.2 pustaka 4.3	

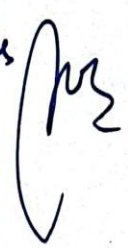
Jambi, 12/8/2022
 Dosen Pembimbing II

 (Murnadi, S.T, M.Si)

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05

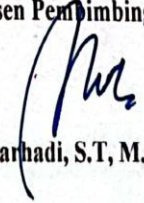
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iptahul jannah
NPM : 1700825201031
Judul Tugas Akhir : Penurunan BOD₅ Amoniak Dan Total Coliform Air
Limbah Domestik Dengan Sistem *Surface Flow Wetland*.

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	12/8/2022	Ace sedang kompans JA	

Jambi, 12/8/2022

Dosen Pembimbing II

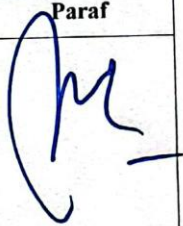

(Marhadi, S.T, M.Si)

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Form : TLD-05


HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Iptahul jannah
NPM : 1700825201031
Judul Tugas Akhir : Penurunan BOD₅ Amoniak Dan Total Coliform Air
Limbah Domestik Dengan Sistem *Surface Flow Wetland*.

No.	Tanggal	Kegiatan/Pembahasan	Paraf
	7 16 2022	<u>ace jannah</u>	

Jambi, 7/10/2022

Dosen Pembimbing II


(Marhadi, S.T, M.Si)

Lampiran 9 :



LAMPIRAN
Universitas Batanghari Fakultas Teknik

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

Nomor : /TL-UBR/VIII/2022
Lampiran : 1 (satu) TA
Perihal : Undangan Sebagai Penguji Tugas Akhir

Jambi, 15 Agustus 2022

Kepada Yth,
Ibu Monik Kasman, ST, M.Eng.Sc (Ketua Sidang)
Bapak Marhadi, ST, M.Si (Sekretaris Sidang)
Ibu Anggrika Riyanti, ST, M.Si (Penguji I)
Ibu Hadrah, ST, MT (Penguji II)
Bapak Drs.G.M. Saragih, M.Si (Penguji III)

Di

Tempat

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

Hari/ Tanggal : Selasa/16 Agustus 2022
Jam : 10.30 WIB s/d selesai
Tempat : Ruang FT. 08
Nama Mahasiswa : Iptahul Jannah
NPM : 1700825201031
Ujian : Online
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Tugas Akhir : "Penurunan BOD5 Amoniak Dan Tebal Caliform Air Limbah Domestik Dengan Sistem Surface Flow Wetland"

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

A.n. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan
Sekretaris



Tembusan Disampaikan Kepada :

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

Dipindai dengan CamScanner



Universitas Batanghari
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Letkol Slamet Riyadi Brojo, Jember, Jawa Timur 668280 Website www.unbari.ac.id

LAMPIRAN

Lampiran 10 : Penunjukkan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir Mahasiswa

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI
 Nomor 386/Un/2022

**TENTANG
 PENUNJUKAN DOSEN PENGUJI UJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA
 DI LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK**

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI :

- MEMBACA** : Surat Ketua Program studi Teknik Lingkungan Tentang usulan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
- MENIMBANG** : 1. Bahwa Mahasiswa yang namanya tercantum pada Surat Keputusan ini memenuhi syarat untuk mengikuti Ujian Tugas Akhir.
 2. Bahwa Dosen yang namanya tercantum pada Surat Keputusan ini memenuhi syarat sebagai Penguji Ujian Tugas Akhir yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Dekan.
- 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 RI Nomor : 04 Tahun 2014 Tentang Pendidikan Tinggi
 4. Surat Keputusan Rektor Nomor : 45 Thn 2018 tlg Pemberhentian dan Pengangkatan Dekan, Kepala Biro,Lembaga dan Badan di Lingkungan Unbari.

MEMUTUSKAN


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

Nama Mahasiswa	: Iptahul Jannah
NPM/Program Studi	: 1700825201031/Teknik Lingkungan
Judul Tugas Akhir	: <i>Penurunan BOD5 Amoniak Dan Tebal Caliform Air Limbah Domestik Dengan Sistem Surface Flow Wetland</i>
No Nama Dosen Penguji	: Jabatan
1 Anggrika Riyanti, ST, M. Si	: Pembimbing I
2. Marhadi, ST, M. Si	: Pembimbing II
No Nama Dosen	: Jabatan
1 Monik Kasman, ST, M. Eng, Sc	: Ketua
2 Marhadi, ST, M. Si	: Sekretaris
3 Anggrika Riyanti, ST, M. Si	: Penguji I
4 Hadrah, ST, MT	: Penguji II
5 Drs. G. M. Saragih, M. Si	: Penguji III

- Kedua : Pelaksanaan Ujian Tugas Akhir pada **Selasa/16 Agustus 2022** di Ruang Sidang Fakultas Teknik
- Ketiga : Biaya yang timbul akibat keputusan ini dibebankan pada anggaran Ujian Tugas Akhir mahasiswa.
- Keempat : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dan akan diadakan perbaikan jika dikemudian hari terdapat kekeliruan.

DITETAPKAN DI : J A M B I
 PADA TANGGAL : 15 Agustus 2022

Dekan,


 Dr. Ir.H. Fakhru Rozi Yamali, ME

Tembusan disampaikan kepada

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

LAMPIRAN

Lampiran II : Berita Acara Sidang Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Batanghari	Form : TLC-05
---	---------------

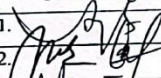
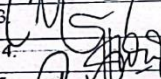
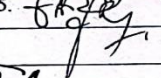
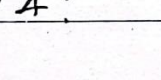
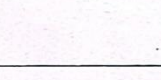
BERITA ACARA UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari ini, Selasa, Tanggal 16 - 8 - 2022, telah dilaksanakan Ujian Tugas Akhir mahasiswa

Nama : Pratomo Jannas
 NPM : 1700825201051
 Waktu : 11.00 WIB -
 Tempat : FT. 8

Judul Tugas Akhir :
Penurunan parameter BOPs Anomali & Petae Coliform Air Limbah domestik dng sistem SPW

Hasil evaluasi Tim Penguji sebagai berikut :

	Nama Tim Penguji	Nilai	Tanda tangan
Pembimbing I	<u>Anggrika Riyanti, S.S. M.Si</u>	<u>85</u>	1. 
Pembimbing II	<u>Marhadli, S.T. M.Si</u>	<u>83,5</u>	2. 
Penguji I	<u>Momuk Kasman, S.T. MAg. Se</u>	<u>80</u>	3. 
Penguji II	<u>Hadarah, S.T. MT</u>	<u>80</u>	4. 
Penguji III	<u>Drs. G.M. Saagih, M.Si</u>	<u>74,35</u>	5. 
	Jumlah	<u>402,8</u>	
	Nilai Rata-Rata / Huruf	<u>80,5</u>	<u>A</u>

Keputusan Tim Penguji pada Sidang Tugas Akhir :

1. **LULUS**, dengan nilai : 80,5 / A.

Perbaikan :

2. **TIDAK LULUS**, dengan catatan sebagai berikut :


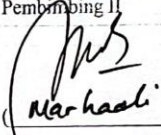
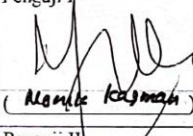
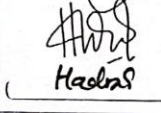
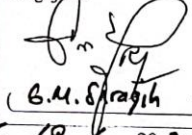
LAMPIRAN

Lampiran 12 : Lembar Revisi Sidang Tugas Akhir

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari	Form : TLC-07
---	---------------

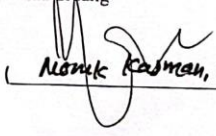
LEMBAR REVISI UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Nama : IPTAHUL JANNAL
 NPM : 1700825261031
 Judul Proposal TA : Pemeriksaan parameter BODs Amonek & TSS ecolyform air limbah domestik dug SPW

No.	Uraian	Tanda Tangan
1.	Revisi penulisan	Pembimbing I  (Anggraeni Rizanti)
2.		Pembimbing II  (Marhaeni)
3.	- akan revisi jurnal pd pembahasan hasil - Bedakan perubahan analisis tiap tabel hasil parameter pd tabel variasi & ken waktu tinggal pd bag 4.11 Pengaruh waktu pengaliran di masukkan ke dalam tiap hasil & pembeda masing parameter	Penguji I  (Nuzulita Kasman)
4.	- format sistematika penulisan di perbaiki - narasi pd bab 10 hasil uji parameter unit pd alat di masukkan - narasi tiap pembahasan pd tabel di perbaiki titik koma	Penguji II  (Hasbi)
5.	- penulisan di perbaiki & di koreksi lagi - sl tidak valid dimasukkan - daftar pustaka di cek lagi - 2.12. Gray water klsur di perbaiki - penjelasan tambahan tnyu apu dlm kelakuan kelas	Penguji III  (B.M. Sragih)

Jambi, 16 / 18 / 2022

Ketua Sidang


 Nuzulita Kasman, S.T. M.Engg.

LAMPIRAN

Lampiran 11 : Form Penilaian Sidang Tugas Akhir

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari	Form : TLC-06
---	---------------

FORM PENILAIAN UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Hari/ Tanggal : 16 Agustus 2022

Nama : Iptahul Jannah

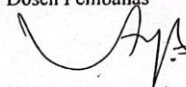
NPM : 1700825201031

Judul Tugas Akhir :
Penerapan Parameter BOD₅, Amoniak & Total Coliform Air
Limbah Domestik dengan Sistem Surface Flow Wetland

No.	Kriteria Penilaian	Persentase	Nilai (Angka)
1.	Isi laporan Tugas Akhir dan sistematika penulisan	30%	85
2.	Pengujian Tugas Akhir	35%	85
3.	Pengujian Mata Kuliah Dasar Keahlian (MKDK) dan Mata Kuliah Keahlian (MKK)	15%	85
3.	Penyajian (kejelasan power point), sikap, cara penyampaian dan kemampuan menjawab pertanyaan	20%	85
	Jumlah	100%	85
	Nilai Rata-Rata		85

Jambi, 16 Agustus 2022

Dosen Pembahas



Anggrika Riyanti, ST, M.Si

FORM PENILAIAN
UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Hari/ Tanggal : SELASA, 16 - 8 - 2022
N a m a : IPATUL JANNAH
NPM : 1700 825201031
Judul Tugas Akhir : Penentuan parameter BOD5 Airsumbu kota
edipom air limbah domestik dg SPW

No.	Kriteria Penilaian	Persentase	Nilai (Angka)
1.	Isi laporan Tugas Akhir dan sistematika penulisan	30%	25,8
2.	Pengujian Tugas Akhir	35%	29,7
3.	Pengujian Mata Kuliah Dasar Keahlian (MKDK) dan Mata Kuliah Keahlian (MKK)	15%	12
3.	Penyajian (kejelasan power point), sikap, cara penyampaian dan kemampuan menjawab pertanyaan	20%	16
	Jumlah	100%	83,5
	Nilai Rata-Rata		

Jambi, 16 - 8 - 2022

Dosen Pembahas

Marhaeni, S.T., M.S.

**FORM PENILAIAN
UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR**

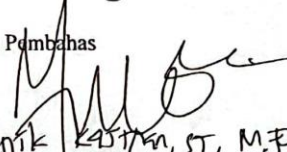
Hari/ Tanggal : Selasa / 16-08-2022
 Nama : Iptahul Jannah
 NPM : 1700825201031

Judul Tugas Akhir :
Penurunan Parameter BOD₅, Ammoniak, dan total Coliform
Asi Limbah Domestik dengan sistem surface flow
wetland.

No.	Kriteria Penilaian	Persentase	Nilai (Angka)
1.	Isi laporan Tugas Akhir dan sistematika penulisan	30%	80
2.	Pengujian Tugas Akhir	35%	80
3.	Pengujian Mata Kuliah Dasar Keahlian (MKDK) dan Mata Kuliah Keahlian (MKK)	15%	80
3.	Penyajian (kejelasan power point), sikap, cara penyampaian dan kemampuan menjawab pertanyaan	20%	80
	Jumlah	100%	
	Nilai Rata-Rata		80

Jambi, 16, Agustus, 2022

Dosen Pembahas


 (Monik Kurniawan, ST, M.Fg. or)

FORM PENILAIAN
UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

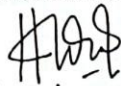
Hari/ Tanggal : Selasa / 16 Agustus 2022
Nama : Iptahul Jannah
NPM : 1700825201031

Judul Tugas Akhir :
Penurunan Parameter BOD₅, Amoniak, dan Total Coliform Air Limbah
Domestik dengan Sistem Surface Flow Wetland

No.	Kriteria Penilaian	Persentase	Nilai (Angka)
1.	Isi laporan Tugas Akhir dan sistematika penulisan	30%	80
2.	Pengujian Tugas Akhir	35%	80
3.	Pengujian Mata Kuliah Dasar Keahlian (MKDK) dan Mata Kuliah Keahlian (MKK)	15%	80
3.	Penyajian (kejelasan power point), sikap, cara penyampaian dan kemampuan menjawab pertanyaan	20%	80
	Jumlah	100%	80
	Nilai Rata-Rata		

Jambi, 16, Agustus, 2022

Dosen Pembahas


(Hadrah, ST, MT)

FORM PENILAIAN
UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Hari/ Tanggal : Selasa, 16 Agustus 2022.

Nama : Istahul Jannah

NPM : 1700805201031

Judul Tugas Akhir :

Penurunan BOD, Amoniak dan Total Calcium
Air Limbah Domestik dengan system Deceler flow Wetland

No.	Kriteria Penilaian	Persentase	Nilai (Angka)
1.	Isi laporan Tugas Akhir dan sistematika penulisan	30%	72 = 21,6
2.	Pengujian Tugas Akhir	35%	75 = 26,25
3.	Pengujian Mata Kuliah Dasar Keahlian (MKDK) dan Mata Kuliah Keahlian (MKK)	15%	70 = 10,5
3.	Penyajian (kejelasan power point), sikap, cara penyampaian dan kemampuan menjawab pertanyaan	20%	80 = 16.
	Jumlah	100%	74,35
	Nilai Rata-Rata		

Jambi, 16, Agustus, 2022

Dosen Pembahas

