

**FITOREMEDIASI AIR LIMBAH LAUNDRY
DENGAN TANAMAN KANA (*Canna indica*)
PADA *CONSTRUCTED WETLAND***

TUGAS AKHIR



NANDO ATMAJA

1700825201058

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

**FITOREMEDIASI AIR LIMBAH LAUNDRY
DENGAN TANAMAN KANA (*Canna indica*)
PADA *CONSTRUCTED WETLAND***

TUGAS AKHIR

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



**NANDO ATMAJA
1700825201058**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

FITOREMEDIASI AIR LIMBAH LAUNDRY DENGAN TANAMAN KANA (*Canna indica*) PADA *CONSTRUCTED* *WETLAND*

TUGAS AKHIR

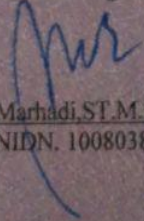
Oleh:

NANDO ATMAJA
1700825201058

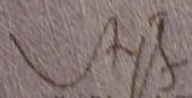
Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi, menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan Judul dan Penyusun sebagaimana tersebut diatas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku pada Program Strata Satu (SI)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

Jambi, 19 Februari 2022

Pembimbing I


Marhadi, ST, M.Si
NIDN. 1008038002

Pembimbing II


Anggrika Riyanti, ST, M.Si
NIDN. 1010028704

HALAMAN PENGESAHAN

FITOREMEDIASI AIR LIMBAH LAUNDRY DENGAN TANAMAN KANA (*Canna indica*) PADA *CONSTRUCTED* *WETLAND*

Tugas Akhir Ini Telah Diperbaiki Sesuai Berita Acara Program Studi
Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Nama : Nando Atmaja
NPM : 1700825201058
Hari/ Tanggal : Sabtu/ 19 Februari 2022
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua :

1. Hadrah, ST, MT
NIDN. 1020088802

()

Anggota :

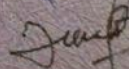
2. Marhadi, ST, M.Si
NIDN. 1008038002

()

3. Angrika Riyanti, ST, M.Si
NIDN. 1010028704

()

4. Siti Umi Kalsum, ST, M.Eng
NIDN. 1027067401


()

5. Asih Suzana, ST, MT
NIDN. 1016068408


()

Disahkan Oleh

Dekan Fakultas Teknik


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

Ketua Program Studi Teknik
Lingkungan


Marhadi, ST, M.Si
NIDN. 1008038002

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :



Nama : Nando Atmaja

NPM : 1700825201058

Judul : FITOREMEDIASI AIR LIMBAH
LAUNDRY DENGAN TANAMAN KANA
(*Canna indica*) PADA *CONSTRUCTED*
WETLAND

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

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

Jambi, 19 Februari 2022

Nando Atmaja

ABSTRAK

FITOREMEDIASI AIR LIMBAH LAUNDRY DENGAN TANAMAN KANA (*Canna indica*) PADA *CONSTRUCTED WETLAND*

Nando Atmaja; Dibimbing Oleh Pembimbing I Marhadi, ST,M.Si dan
Pembimbing II Anggrika Riyanti, ST,M. Si

ABSTRAK

Industri laundry merupakan salah satu industri skala rumah tangga yang saat ini sedang berkembang dengan pesat khususnya di kota-kota. Air limbah laundry memiliki konsentrasi fosfat dengan kisaran 253,03 mg/L COD 910 mg/L . Tujuan dari penelitian ini menganalisis efisiensi penyisihan serta pengaruh jumlah tanaman dan waktu tinggal terhadap penyisihan COD dan fosfat dalam air limbah laundry pada *constructed wetland* dengan tanaman kana. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yaitu metode eksperimen. Pengujian sampel air limbah laundry dilakukan sesudah dan sebelum eksperimen. Eksperimen penyisihan air limbah laundry menggunakan bak lahan basah buatan dengan variasi jarak tanam dan waktu tinggal. Reaktor A terdiri dari 9 tanaman dan reaktor B 6 tanama. Variasi waktu tinggal adalah 4, 8 dan 12. Penyisihan pencemar dalam air limbah laundry terbaik terjadi pada reaktor A (9 tanaman), dengan penyisihan COD mencapai 79 % dan fosfat mencapai 49 % pada hari ke 12. Sementara pada reaktor B (6 tanaman) penyisihan COD hanya mencapai 78 % dan fosfat mencapai 47 % pada hari ke 1. Hal ini menunjukkan bahwa, metode *constructed wetland* efektif untuk diaplikasikan sebagai pengolahan air limbah laundry.

Kata Kunci : *Constructed Wetland; COD; Fosfat; Laundry Waste Water*

ABSTRAK

The laundry industry is one of the household scale industries which is currently growing rapidly, especially in cities. Laundry wastewater has a phosphate concentration in the range of 253.03 mg/L COD 910 mg/L. The purpose of this study was to analyze the removal efficiency and the effect of the number of plants and residence time on the removal of COD and phosphate in laundry wastewater in a constructed wetland with kana plants. This research uses a quantitative approach, namely the experimental method. Laundry wastewater samples were tested after and before the experiment. Laundry wastewater removal experiments using artificial wetland tubs with variations in spacing and residence time. Reactor A consists of 9 plants and reactor B 6 plants. The variation of residence time was 4, 8 and 12. The best removal of pollutants in laundry wastewater occurred in reactor A (9 plants), with COD removal reaching 79% and phosphate reaching 49% on day 12. Meanwhile in reactor B (6 plants) COD removal only reached 78% and phosphate reached 47% on day 1. This shows that the constructed wetland method is effective to be applied as laundry wastewater treatment.

Keywords : Constructed Wetland; COD; Fosfat; Domestic waste.

PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tanaman Kana (*Canna indica*) Pada *Constructed Wetland*”**. Laporan ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan jenjang strata-1 di jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Penulis menyadari dalam penyusunan laporan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan, doa dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala hormat penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besanya kepada ;

1. Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Bapak Marhadi, ST. M.Si Selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Sekaligus Dosen Pembimbing I tugas akhir yang selalu memberikan arahan serta bimbingan.
3. Ibu Angrika Riyanti, ST, M.Si Selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir yang selalu memberikan arahan serta bimbingan.
4. Kedua Orang Tua yang memberikan do'a dan semangat.
5. Seluruh karyawan dan tata usaha yang membantu dalam bidang administrasi selama perkuliahan.

6. Seluruh staf pengajar yang telah memberikan ilmu sejak awal perkuliahan hingga penulis menyelesaikan strata 1 di jurusan Teknik Lingkungan Universitas Batanghari.
7. Seluruh kerabat, teman-teman A1 dan A2 Prodi Teknik Lingkungan Angkatan 2017, serta pihak yang membantu dan tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dan banyak terdapat kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak untuk perbaikan Tugas Akhir dikemudian hari. Semoga Tugas Akhir yang telah disusun oleh penulis ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak. Tak lupa penulis meminta maaf jika ada tutur kata, tulisan, dan perbuatan yang kurang berkenan. Terima kasih.

Jambi, 19 Februari 2022

Penulis

Nando Atmaja

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nando Atmaja

NIM 1700825201058

Judul : FITOREMEDIASI AIR LIMBAH LAUNDRY DENGAN
TANAMAN KANA (*Canna indica*) PADA *CONSTRUCTED 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, 19 Februari 2022

Penulis

Nando Atmaja

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----------|
| Halaman Judul..... | ii |
| Halaman Persetujuan..... | iii |
| Halaman Pengesahan..... | iv |
| Halaman Pernyataan Keaslian..... | v |
| Abstrak..... | vi |
| Prakata..... | viii |
| Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi..... | x |
| Daftar Isi..... | xi |
| Daftar Gambar..... | xiii |
| Daftar Tabel..... | xiv |
| Daftar Lampiran..... | xv |
| Daftar Istilah..... | xvi |
| BAB I. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 4 |
| 1.5 Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 6 |
| 2.1 Air Limbah..... | 6 |
| 2.1.1 Sumber Air Limbah..... | 6 |
| 2.2 Air Limbah Laundry..... | 7 |
| 2.2.1 Karakteristik Limbah Laundry..... | 7 |
| 2.2.2 Tanah Ultisol..... | 8 |
| 2.3 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)..... | 9 |
| 2.3.1 Fosfat..... | 10 |
| 2.4 Proses Pengolahan Air Limbah..... | 11 |
| 2.4.1 Aerob..... | 11 |
| 2.4.2 Anaerob..... | 13 |
| 2.5 Fitoremediasi..... | 15 |
| 2.6 Lahan Basah Buatan (<i>Constructed Wetland</i>)..... | 16 |
| 2.6.1 <i>Free Surface Constructed Wetland</i> | 16 |
| 2.6.2 <i>Sub-Surface Constructed Wetland</i> | 17 |
| 2.6.3 Kelebihan dan Kekurangan <i>Constructed Wetland</i> | 18 |
| 2.7 Perhitungan Debit dan Waktu Tinggal (Retensi)..... | 19 |
| 2.8 Tumbuhan Kana (<i>Canna Indica</i>)..... | 20 |
| 2.9 Penelitian Terdahulu..... | 21 |
| BAB III. METODE PENELITIAN..... | 25 |
| 3.1 Jenis Penelitian..... | 25 |
| 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian..... | 25 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3 Alur Penelitian | 25 |
| 3.4 Teknik Pengambilan Data | 27 |
| 3.5 Variabel Penelitian | 27 |
| 3.6 Persiapan Eksperimen | 28 |
| 3.7 Eksperimen..... | 30 |
| 3.8 Analisis Data | 32 |
| 3.8.1 Pengujian Kualitas COD dan Fosfat | 32 |
| 3.8.2 Analisis Pengaruh Waktu Retensi dan Jarak Tanam Terhadap Penyisihan COD dan Fosfat..... | 32 |
| BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 34 |
| 4.1 Aklimatisasi Tanaman | 34 |
| 4.1.1 Parameter Hasil Uji Awal COD dan Fosfat..... | 35 |
| 4.2 Eksperimen | 36 |
| 4.2.1 Kondisi Tanaman Selama Waktu Uji | 36 |
| 4.3 Konsentrasi Penurunan pH, COD dan Fosfat | 39 |
| 4.3.1 Konsentrasi pH | 39 |
| 4.3.2 COD..... | 41 |
| 4.3.3 Fosfat | 42 |
| 4.4 Efisiensi Penyisihan Konsentrasi COD dan Fosfat..... | 43 |
| 4.5 Pengaruh Variasi Jumlah Tanaman dan Waktu Tinggal..... | 46 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN | 49 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 49 |
| 5.2 Penutup | 50 |
| DAFTAR PUSTAKA | 51 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Lahan Basah Buatan Teknologi <i>Free Water</i> | 17 |
| Gambar 2.2 Lahan Basah Buatan Teknologi <i>Sub-surface</i> | 18 |
| Gambar 2.3 Tanaman Kana..... | 20 |
| Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian..... | 26 |
| Gambar 3.2 Denah reaktor 1 dan 2 | 31 |
| Gambar 4.1 Efisiensi Penyisihan Konsentrasi COD Pada Reaktor A dan B | 44 |
| Gambar 4.2 Efisiensi Penyisihan Konsentrasi Fosfat Pada Reaktor A dan B | 45 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen Dan Produk-Produk Nabati | 8 |
| Tabel 2.2 Daftar Penelitian Terdahulu | 22 |
| Tabel 3.1 Parameter Uji Kualitas Air Limbah Laundry | 25 |
| Tabel 4.1 Kondisi Tanaman Kana Reaktor A dan B Pada Proses Aklimatisasi... | 35 |
| Tabel 4.2 Hasil Uji Awal COD dan Fosfat..... | 36 |
| Tabel 4.3 Kondisi Tanaman Kana Reaktor A Jarak 10 cm dan B 15 cm..... | 37 |
| Tabel 4.4 Perubahan Warna Pada Sampel Uji | 38 |
| Tabel 4.5 Pengujian pH Pada Reaktor A dan B | 40 |
| Tabel 4.6 Penurunan Konsentrasi COD Pada Reaktor A dan B | 41 |
| Tabel 4.7 Penurunan Konsentrasi Fosfat Pada Reaktor A dan B | 42 |
| Tabel 4.8 Efisiensi Penyisihan Konsentrasi COD dan Fosfat | 43 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1 : Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari. | 55 |
| Lampiran 2 : Hasil Uji Pemeriksaan Kualitas Air Limbah | 57 |
| Lampiran 3 : Lembar Asistensi | 58 |
| Lampiran 4 : Dokumentasi Foto..... | 67 |
| Lampiran 5 : Pehitungan Efisiensi Penyisihan..... | 70 |

DAFTAR ISTILAH

1. COD : *Chemical Oxygen Demand*
2. BOD : *Biological Oxygen Demand*
3. CW : *Constructed Wetland*
4. SSF : *SubSurface Flow*
5. FSF : *FreeSurface Flow*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri laundry merupakan salah satu industri skala rumah tangga yang saat ini sedang berkembang dengan pesat khususnya di kota-kota. Pertumbuhan jasa laundry yang semakin meningkat ini belum diiringi dengan pengolahan air limbah laundry yang baik. Sebagian besar air limbah laundry biasanya langsung dibuang begitu saja ke badan air penerima tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Bahan aktif yang banyak terkandung pada pelembut pakaian dan deterjen adalah *kwaterner amonium klorida*, *LAS*, *sodium dodecylbenzene sulfonate*, *natrium karbonat*, *natrium fosfat*, *alkilbenzena sulfonate* (Wardhana, 2013). Selain mengandung bahan-bahan aktif tersebut, limbah tersebut juga banyak mengandung fosfat yang mencapai 253,03 mg/L sebagai P total. Sedangkan konsentrasi COD 910 mg/L, namun semua itu tergantung kapasitas operasional dari industri laundry tersebut (Kusuma dkk, 2019). Fosfat yang jumlahnya berlebihan akan menimbulkan bahaya eutrofikasi dan ledakan alga bila mencapai laut. Selain itu, terdapat pula berbagai macam organisme pada air limbah laundry, seperti bakteri, jamur, dan organisme air sejenisnya (Sperling, 2007).

Metode fitoremediasi dengan menggunakan tanaman dan mikroorganisme dapat digunakan untuk mereduksi kandungan dalam air limbah (Hartanti dkk, 2013) termasuk limbah laundry. Fitoremediasi adalah sebuah teknologi menggunakan berbagai tanaman untuk mendegradasi, mengekstrak atau menghilangkan kontaminan dari tanah dan air. Keunggulan fitoremediasi adalah

metode degradasi kontaminan dengan memanfaatkan tanaman yang tumbuh pada tanah dan air permukaan. Metode ini murah, berkelanjutan, efektif, dan ramah lingkungan sebagai alternatif teknologi remediasi konvensional (Mânzatu, C, dkk., 2015). Salah satu aplikasi metode fitoremediasi dalam pengolahan air limbah laundry adalah dengan lahan basah buatan (*constructed wetland*).

Constructed wetland merupakan salah satu alternatif teknologi yang sederhana, mempunyai biaya operasional dan pemeliharaan yang relatif murah untuk mengolah air limbah laundry (Padmaningrum dkk., 2014). *Constructed wetland* adalah sistem pengolahan terkontrol yang didesain dan dibangun dengan memanfaatkan proses alamiah untuk mendegradasi polutan dalam air limbah yang melibatkan tumbuhan, tanah, dan mikroorganisme yang saling berinteraksi (Zhang, 2012; Hall, 2013). Pada prinsipnya sistem ini memanfaatkan hubungan simbiosis antara aktifitas mikroorganisme yang menempel pada akar tumbuhan air dalam menguraikan zat pencemar, dimana akar tumbuhan menghasilkan oksigen sehingga tercipta kondisi aerobik yang mendukung penguraian tersebut. Pada akhirnya di dalam *constructed wetland* tersebut terjadi siklus *biogeokisme* dan rantai makanan, sehingga sistem ini merupakan sistem berkelanjutan (Meutia, 2001).

Padmaningrum, dkk (2014) menyatakan bahwa fitoremediasi dengan *constructed wetland* menggunakan tumbuhan melati air (*Echinodorus palaefolius*) mampu menurunkan kandungan fosfat pada air limbah laundry sebesar 77,73%, sedangkan tumbuhan kayu apu (*Pistia stratiotes L*) mampu menurunkan kandungan fosfat pada air limbah laundry sebesar 41,90% (Hermawati dkk, 2005). Dea, dkk

(2016) menyatakan bahwa efisiensi penurunan konsentrasi fosfat tertinggi pada usia 45 hari yaitu sebesar 55,28% dan 52,43%.

Dengan demikian, pada penelitian ini akan menganalisis pengolahan air limbah laundry dengan metode fitoremediasi *constructed wetland* menggunakan tanaman Kana (*Canna indica sp*) serta menganalisis efektivitasnya dalam menurunkan konsentrasi COD dan fosfat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka rumusan masalah yang akan diteliti, yaitu ;

1. Bagaimana efisiensi penyisihan COD dan fosfat serta penetralan pH dari air limbah laundry menggunakan tumbuhan Kana (*Canna indica sp*)?
2. Bagaimana pengaruh jumlah tanaman dan waktu tinggal terhadap proses penyisihan COD dan fosfat?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui analisis efisiensi penyisihan COD dan fosfat serta penetralan pH dari air limbah laundry pada lahan basah buatan dengan tumbuhan kana (*Canna indica sp*)
2. Mengetahui pengaruh jumlah tanaman dan waktu tinggal terhadap proses penyisihan COD dan fosfat

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut ;

1. Sampel air limbah menggunakan air limbah laundry ;

2. Parameter yang menjadi variabel terikat yaitu pH COD fosfat;
3. *Constructed wetland* menggunakan aliran tipe *Vertical Sub-Surface*, dengan reaktor *batch* dan jenis media tanaman *Canna indica*;
4. Reaktor *constructed wetland* terdiri dari 2 bak reaktor yaitu;
 - a) Reaktor A menggunakan perlakuan jarak tanam 10cm, dengan waktu retensi 4, 8 dan 12 hari
 - b) Reaktor B menggunakan perlakuan jarak tanam 15cm, dengan waktu retensi 4, 8 dan 12 hari.

1.5 Sistematika Penulisan

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

BAB I. PENDAHULUAN

Menguraikan masalah utama dari penelitian ini yang meliputi latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, metodologi serta sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini penulis membahas mengenai teori-teori yang dapat dijadikan landasan penelitian. Pada bab ini berisikan teori – teori.

BAB III. METODE PENELITIAN

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

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab IV, dibahas mengenai proses dan hasil penelitian, perhitungan dan

pengolahan data, serta pembahasan hasil penelitian analisis efisiensi penyisihan COD dan fosfat serta penetralan pH dari air limbah laundry pada lahan basah buatan dengan tumbuhan kana (*Canna indica sp*) serta pengaruh jumlah tanaman dan waktu tinggal terhadap proses penyisihan COD dan fosfat.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab V berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian analisis efisiensi penyisihan COD dan fosfat serta penetralan pH dari air limbah laundry pada lahan basah buatan dengan tumbuhan kana (*Canna indica sp*).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, air limbah adalah sisa dari suatu usaha atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah dapat berasal dari rumah tangga (*domestic*) maupun industri (*industry*), air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan dan air limbah domestik adalah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air.

2.1.1 Sumber Air Limbah

Air limbah sebagai sumber pencemar dapat berasal dari berbagai sumber. Air limbah, bersumber dari kegiatan manusia dan kemajuan teknologi. Sumber-sumber air limbah tersebut dibedakan menjadi 3, yaitu:

- A. Air limbah rumah tangga (*domestic wasted water*), air limbah dari permukiman ini umumnya mempunyai komposisi yang terdiri atas (tinja dan urin), air bekas cucian dapur dan kamar mandi, dimana sebagian besar merupakan bahan organik.
- B. Air limbah kotapraja (*municipal wastes water*), air limbah ini umumnya berasal dari daerah perkotaan, perdagangan, sekolah, tempat-tempat ibadah dan tempat-tempat umum lainnya seperti hotel, restoran, dan lain-lain.

- C. Air limbah industri, air limbah yang berasal dari berbagai jenis industry akibat proses produksi ini pada umumnya lebih sulit dalam pengolahannya serta mempunyai variasi yang luas.

2.2 Air Limbah Laundry

Limbah laundry merupakan air sisa/air buangan dari kegiatan pencucian. Pencucian dilakukan beberapa kali, penggunaan deterjen paling banyak dilakukan pada pencucian pertama. Pencucian kedua hanya menggunakan deterjen yang sedikit, sedangkan pencucian ketiga dilakukan penambahan pengharum atau pelembut. Air pada kegiatan laundry digunakan untuk melarutkan deterjen dan juga kotoran yang menempel di pakaian. Air limbah laundry memiliki kandungan yang bervariasi, berasal dari komposisi deterjen, pelembut pakaian dan komposisi kotoran dari pakaian. Komposisi yang paling dominan dari air limbah laundry adalah kandungan dari deterjen. Menurut Sutanto 2015, air limbah deterjen termasuk polutan bagi lingkungan karena mengandung zat ABS (*Alkyl benzene suplonate*) yang tergolong keras.

2.2.1 Karakteristik Air Limbah Laundry

Industri laundry merupakan salah satu industri skala rumah tangga yang saat ini sedang berkembang dengan pesat. Pertumbuhan jasa laundry yang semakin naik ini tidak diiringi dengan pengolahan air limbah laundry yang baik. Air sisa proses kegiatan mencuci sendiri mengandung kadar amonium (NH₃), fosfat (PO₄), dan deterjen yang tinggi Hardyanti, 2007. Selain itu, terdapat pula berbagai macam organisme pada air limbah laundry, seperti bakteri, jamur, dan organisme air sejenisnya Sperling, 2007. Kandungan nutrisi (N dan P) yang tinggi pada air

limbah laundry inilah yang menyebabkan terjadinya eutrofikasi pada badan air penerima (Stefhany dkk., 2013). Baku mutu air limbah laundry dapat dilihat pada table 2.1 dibawah.

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen Dan Produk-Produk Nabati

| Parameter | Kadar Maksimum (mg/L) | Beban Pencemar Maksimum (kg/ton) | | |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|--|
| | | Sabun | Minyak Nabati | Deterjen |
| BOD ₅ | 75 | 0,60 | 1,88 | 0,075 |
| COD | 180 | 1,44 | 4,50 | 0,180 |
| TSS | 60 | 0,48 | 1,50 | 0,06 |
| Minyak/Lemak | 15 | 0,120 | 0,375 | 0,015 |
| Fosfat (PO ₄) | 2 | 0,016 | 0,05 | 0,002 |
| MBAS | 3 | 0,024 | 0,075 | 0,003 |
| pH | | 6,0 - 9,0 | | |
| DebitLimbah Maksimum | | 8 m ³ per ton produk sabun | 25 m ³ ton produk minyak nabati | 1 m ³ per ton produk deterjen |

Sumber: Salinan PERMEN No. 5 Tahun 2014

2.2.2 Tanah Ultisol

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai sebaran luas mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia. Sebaran terluas terdapat di Kalimantan (21.938.000 ha), diikuti di Sumatera (9.469.000 ha), Maluku dan Papua (8.859.000 ha), Sulawesi (4.303.000 ha), Jawa (1.172.000 ha), dan Nusa Tenggara (53.000 ha). Tanah ini dapat dijumpai

pada berbagai relief, mulai dari datar hingga bergunung (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Ultisol merupakan tanah yang memiliki masalah keasaman tanah, bahan organik rendah dan nutrisi makro rendah dan memiliki ketersediaan P sangat rendah (Fitriatin dkk. 2014). Mulyani dkk (2010) menyatakan bahwa kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (KB) dan C-organik rendah, kandungan aluminium (kejenuhan Al) tinggi, fiksasi P tinggi, kandungan besi dan mangan mendekati batas meracuni tanaman, peka erosi. Tingginya curah hujan disebagian wilayah Indonesia menyebabkan tingkat pencucian hara tinggi terutama basa-basa, sehingga basa-basa dalam tanah akan segera tercuci keluar lingkungan tanah dan yang tinggal dalam tanah menjadi bereaksi masam dengan kejenuhan basa rendah.

Sifat tanah pada setiap daerah mempunyai karakteristik sifat kimia yang berbeda-beda pula tergantung dengan bahan induknya. Menurut Prasetyo dan Suriadikarta (2006) menyatakan bahwa Ultisol dapat berkembang dari berbagai bahan induk, dari yang bersifat masam hingga bersifat basa. Namun sebagian besar bahan induk tanah ini adalah batuan sedimen masam.

2.3 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat- zat organik yang ada dalam sampel air atau banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat- zat organik menjadi CO₂ dan H₂O. Pada reaksi ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO₂ dan H₂O dalam suasana asam, sedangkan penguraian secara biologi (BOD) tidak semua zat organik dapat

diuraikan oleh bakteri. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air. COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter COD mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia. Tes COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik yang dapat dioksidasi dengan cara menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam. Beberapa bahan organik tertentu yang terdapat pada air limbah, kebal terhadap degradasi biologis dan ada beberapa diantaranya yang beracun meskipun pada konsentrasi yang rendah. Bahan yang tidak dapat didegradasi secara biologis tersebut akan didegradasi secara kimiawi melalui proses oksidasi, jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi tersebut dikenal dengan *Chemical Oxygen Demand*. Kadar COD dalam air limbah berkurang seiring dengan berkurangnya konsentrasi bahan organik yang terdapat dalam air limbah, konsentrasi bahan organik yang rendah tidak selalu dapat direduksi dengan metode pengolahan yang konvensional.

2.3.1 Fosfat

Fosfat adalah bentuk persenyawaan fosfor yang berperan penting dalam menunjang kehidupan akuatik (Susana, T. dan Suyarsono, 2008). Unsur fosfor merupakan unsur penting bagi kehidupan mikroorganisme tapi persediaanya di alam terbatas ditinjau dari segi ekologi, fosfor berperan penting dalam transformasi energi pada semua organisme, umumnya lebih besar dibandingkan didalam batuan, tanah dan air. Pada perairan, unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk elemen

bebas, namun dalam bentuk senyawa anorganik terlarut berupa ortofosfat, seperti Na_2HPO_4 , trinitrium fosfat Na_2PO_4 , dan polifosfat seperti heksametafosfat $\text{Na}_2(\text{PO}_4)$ dan senyawa organik yang berupa partikulat. Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat diserap oleh tumbuhan., sehingga polifosfat harus diuraikan terlebih dahulu agar dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan maupun mikroorganisme. Sumber fosfat alami berasal dari endapan gunung yang saat erosi akan memungkinkan terlepasnya fosfat dalam bentuk organik. Fosfor terdapat dalam dua bentuk senyawa fosfat organik (dalam tumbuhan dan hewan) dan fosfat anorganik (pada air dan tanah). Fosfor juga merupakan unsur esensial bagi tumbuhan dan alga akuatik serta mempengaruhi produktivitas perairan. Di perairan, bentuk unsur dapat berubah-ubah akibat adanya proses dekomposisi dan sintesis antara bentuk organik dan anorganik yang dilakukan oleh mikroba. Keberadaan fosfor di perairan alami biasanya kecil, dibandingkan dengan sumber nitrogen dalam perairan. Fosfat organik yang berasal dari hewan dan tumbuhan akan diuraikan oleh bakteri menjadi senyawa fosfat anorganik (Latuconsina, 2019).

Fosfat pada air limbah *laundry* berasal dari surfaktan. Keberadaan fosfat yang tinggi dalam suatu badan air dapat memicu terjadinya eutrofikasi. Eutrofikasi merupakan pertumbuhan tanaman air dan zooplankton dalam suatu perairan sehingga mengakibatkan air menjadi keruh dan bau. Bau berasal dari pembusukan tanaman (Saputra, 2018; Widiyanti, 2011).

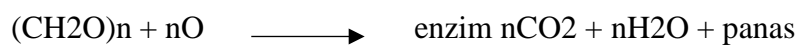
2.4 Proses Pengolahan Air Limbah

2.4.1 Aerob

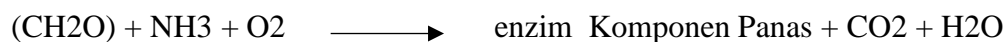
Mikroorganisme memiliki peranan penting dapat menguraikan senyawa organik didalam air yang berasal dari sisa kegiatan manusia dan dibuang langsung ke dalam lingkungan baik sungai, danau maupun laut. Semakin besar senyawa organik yang akan diuraikan maka semakin besar pula jumlah mikroorganisme yang dibutuhkan (Wardhana, 2014). Mikroorganisme yang berperan dalam menguraikan senyawa organik terbagi atas dua yaitu mikroorganisme aerob dan mikroorganisme anaerob.

Mikroorganisme aerob adalah mikroorganisme yang membutuhkan oksigen untuk reaksi biokimia, yaitu untuk mengoksidasi bahan organik, sintesis sel, serta oksidasi sel. Reaksi kimia proses aerob sebagai berikut:

1. Oksidasi bahan organik



2. Sintesis Sel



3. Oksidasi Sel



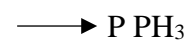
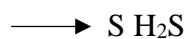
Menurut reaksi diatas, proses aerob menguraikan atau memecah senyawa organik menjadi gas CO₂, air dan NH₃. Munculnya NH₃ merupakan penyebab timbulnya bau busuk pada badan air yang tercemar oleh bahan organik dalam air. Reaksi diatas dapat memakan waktu yang cukup lama kurang lebih 10 hari. Dalam 2 hari proses ini dapat menguraikan sebesar 50% dan dalam 5 hari sebesar 75% (Wardhana,2014)

Penguraian senyawa organik secara aerob biasanya diterapkan pada air buangan dengan beban BOD yang tidak terlalu tinggi, sedangkan pengolahan secara anaerob digunakan pada air buangan dengan beban BOD yang sangat tinggi. Pada proses pengolahan secara aerob bakteri membutuhkan kandungan oksigen yang cukup yaitu sekitar 3-5 mg/L, jika kandungan oksigen tidak terpenuhi bakteri dapat mengalami kematian *massive* (akan muncul lumpur hitam berbau busuk).

2.4.2 Anaerob

Pengolahan air limbah secara anaerob memiliki tujuan untuk mendegradasi senyawa organik dengan tanpa adanya bantuan oksigen. Pengolahan air limbah secara anaerob adalah salah satu cara pengolahan yang membutuhkan lebih sedikit energi untuk menstabilkan bahan organik dalam air limbah. (Owen, 1982)

Pada saat konsentrasi oksigen terlarut semakin rendah maka mikroorganisme tidak mampu bertahan hidup dan berkembangbiak, namun sebaliknya mikroorganisme anaerob tumbuh dan berkembang dan secara aktif menguraikan bahan-bahan organik secara anaerob tanpa bantuan oksigen. Reaksi kimia anaerob sebagai berikut:



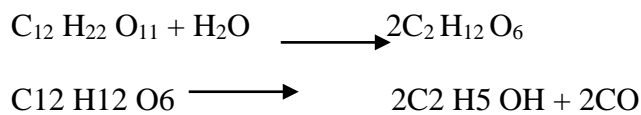
Persamaan reaksi umum proses anaerobik adalah:

Senyawa organik + Kombinasi oksigen \longrightarrow sel + energi + CH_4 + CO_2 + produk lain (Suharto, 2011).

Senyawa hasil penguraian senyawa organik secara anaerobik amin, H₂S dan komponen fosfor mempunyai bau yang menyengat. Bau busuk terjadi akibat perubahan kondisi aerob ke kondisi anaerob yang tidak diinginkan (Agusnar, 2004). Pada proses anaerob terdiri atas tiga tahap yaitu:

1. Hidrolisis

Hidrolisis merupakan konversi senyawa organik dari berat molekul yang tinggi menjadi senyawa organik dengan berat molekul yang lebih rendah. Contohnya mengubah lipid menjadi asam-lemak, polisakarida menjadi monosakarida, protein berubah menjadi asam amino.



2. Asidogenesis

Asidogenesis merupakan tahap dimana mikroorganisme mendegradasi senyawa dengan berat molekul rendah dari asam lemak, asam amino, dan monosakarida diubah menjadi senyawa antara dengan berat molekul yang lebih rendah. Contohnya: asam propinat, asam butirat, asam formiat, methanol dan asetat. Asam butirat menjadi asam asetat demikian pula senyawa asam lemak jenuh menjadi produk asetat.



3. Metadogenesis

Tahap metanogenesis adalah tahap dimana senyawa yang sederhana yang berasal dari proses asidogenesis diionversi menjadi gas metana dan CO₂. Pada tahap

ini akan terjadi kenaikan pH dan turunnya asam lemak mudah menguap dengan kenaikan alkalinitas.



Proses anaerob adalah proses yang ekonomis dengan memanfaatkan inokulum yang diperoleh dari kotoran sapi ataupun kerbau dan sekaligus mereduksi nilai BOD. Pengolahan secara anaerobik digunakan untuk mendegradasi air limbah dengan BOD yang tinggi namun biodegradasi yang terjadi tidak sempurna, karena itu diperlukan pemerosesan lebih lanjut (Suharto, 2011).

2.5 Fitoremediasi

Menurut A'yun 2015 fitoremediasi memiliki beberapa proses, berikut ini definisi dari tiap proses fitoremediasi:

1. Fitoekstaksi

Fitoekstaksi adalah proses penyerapan polutan oleh akar tanaman yang kemudian mengakumulasikan polutan yang telah diserap pada bagian-bagian tanaman seperti akar, batang dan daun.

2. Rhizofiltrasi

Rhizofiltrasi adalah proses adsorbs atau pengendapan polutan oleh akar tanaman supaya menempel pada akar agar diserap, diendapkan dan diakumulasikan.

3. Fitodegradasi

Fitodegradasi adalah penguraian atau metabolisme zat-zat polutan pada limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroba dan enzim (dehalogenase

dan oksigenasi) yang berada disekitar akar tanaman. Contohnya fungi atau jamur, ragi dan bakteri.

4. Fitostabilisasi

Fitostabilisasi adalah kemampuan tanaman dalam mengeksresi suatu senyawa kimia tertentu untuk mengimobilisasi logam berat di daerah akar tanaman atau penempelan zat-zat polutan pada akar sehingga tidak dapat terserap pada batang maupun daun. Zat-zat polutan tersebut akan stabil tetap menempel pada akar tanaman dan tidak dapat terbawa oleh aliran air.

5. Fitovolatilisasi

Fitovolatilisasi adalah kemampuan tanaman dalam menyerap polutan dan melepaskannya ke udara lewat daun. Pada proses ini polutan telah didegradasi terlebih dahulu sebelum dilepas ke udara sehingga tidak lagi berbahaya. Beberapa tanaman dapat menguapkan air yang berasal dari batangnya 200-1000 liter perharinya.

6. Fitotransformasi

Fitotransformasi adalah penyerapan zat-zat polutan oleh tanaman untuk menguraikan zat polutan yang memiliki rantai molekul kompleks menjadi susunan rantai molekul yang lebih sederhana sehingga tidak berbahaya. Proses ini dapat terjadi pada bagian akar, batang, dan daun serta dapat pula terjadi pada daerah sekitar akar dengan adanya bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tanaman untuk mempercepat degradasi.

2.6 Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*)

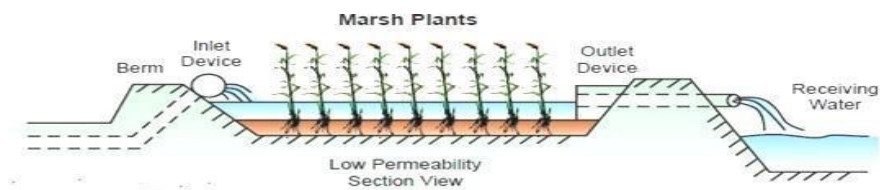
Constructed Wetland atau lahan basah buatan adalah sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang didesain menggunakan proses alami. Proses ini melibatkan vegetasi, media dan mikroorganisme untuk mengolah air limbah (Risnawati dan Damanhuri, 2009). Menurut Tangahu dan Warmadewanthi (2001), pengolahan air limbah dengan sistem *Wetland* lebih dianjurkan karena beberapa alasan sebagai berikut:

1. Dapat mengolah limbah domestik pertanian dan sebagian limbah industri termasuk logam berat
2. Efisiensi pengolahan tinggi (80 %)
3. Biaya perencanaan, pengoperasian dan pemeliharaan murah dan tidak membutuhkan keterampilan yang tinggi.

Secara umum sistem pengolahan limbah dengan lahan basah buatan (*Constructed Wetland*) ada 2 (dua) tipe, yaitu sistem aliran permukaan *Free Surface Flow* yang merupakan sistem aliran yang mengalir dipermukaan tanah, dan *Sub Surface Flow* yaitu sistem aliran yang mengalir melalui bawah tanah (Suprihatin, 2014).

2.6.1 Free Surface Constructed Wetland

Pada sistem *Free Water Surface (FWS)*, air mengalir pada permukaan air yang terbuka. Pada prakteknya, sistem FWS jarang digunakan karena sistem ini dapat menjadi sarang bagi vektor penyakit (seperti nyamuk) dan menimbulkan bau. (Wallace dan Robert, 2006)

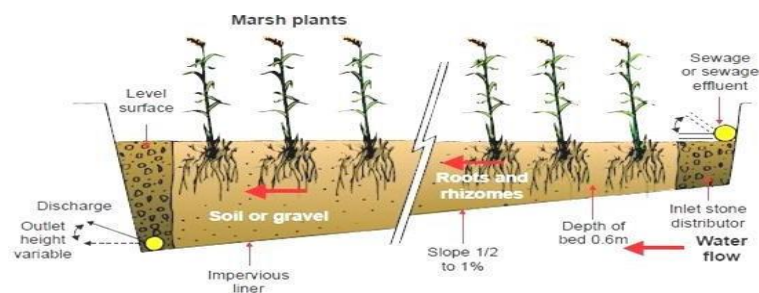


Gambar 2. 1 Lahan Basah Buatan Teknologi *Free Water Constructed Wetland*

Sumber: Sim, 2003

2.6.2 *Sub-Surface Constructed Wetland*

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 di minimisasi (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).



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

Sumber: Sim, 2003

2.6.3 Kelebihan dan Kekurangan *Constructed Wetland*

Kelebihan dari penggunaan *constructed wetland* sebagai salah satu alternatif pengolahan air limbah domestik menurut Khambali (2011) adalah:

1. Teknologi tepat guna yang murah
2. Tahan lama dan mudah dalam perawatan
3. Tidak memerlukan teknologi yang rumit dan peralatan mesin atau bahan kimia
4. Tidak memerlukan biaya operasional yang tinggi
5. Menggunakan sumber daya alam yang ada
6. Dapat diisi dengan keanekaragaman tumbuhan lokal setempat
7. Dapat dibuat dengan berbagai ukuran (skala rumah tangga, klinik, sekolah, rumah sakit, hotel, dan sebagainya)
8. Menyediakan ekosistem untuk tumbuhan maupun hewan
9. Tertata sebagai taman dengan lanskap yang indah dipandang.

Sedangkan kekurangan dari penggunaan *constructed wetland* sebagai salah satu alternatif pengolahan air limbah domestik menurut Khambali (2011) adalah:

1. Pengoperasian sistem ini tergantung pada kondisi lingkungan termasuk iklim dan suhu. Pengolahan kurang optimal untuk daerah dengan suhu rendah;
2. Untuk *Constructed Wetland dengan free water system*, dapat berpotensi menimbulkan bau dan menjadi sarang bagi vektor penyakit (nyamuk).

2.7 Perhitungan Efisiensi Penyisihan

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

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

2.8 Tumbuhan Kana (*Canna Indica*)

Canna Indica adalah tumbuhan yang hidup membutuhkan sinar matahari langsung. Tumbuhan ini merupakan tumbuhan luar dan biasa tumbuh di hutan serta pegunungan. Saat ini banyak juga orang yang menjadikan tanaman kana sebagai tanaman hias



Gambar 2.3 Tanaman Kana

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Berikut ini merupakan klasifikasi ilmiah *Canna Indica* Tjitrosoepomo, 2010 :

- a) Kingdom : *Plantae*
- b) Super Divisi : *Spermatophyta*
- c) Divisi : *Magnoliophyta*
- d) Kelas : *Liliopsida*
- e) Ordo : *Zingiberales*
- f) Famili : *Cannaceae*

g) Genus : *Canna*

h) Spesies : *Canna Indica*

Akar rimpang tumbuhan kana bisa mencapai panjang 30-40 cm dan tumbuh menyebar ke segala arah. Tinggi *Canna Indica* bisa mencapai 2 m saat dewasa. Tumbuhan ini mempunyai bunga besar dengan warna cerah yang tersusun dalam rangkaian berbentuk tandan. Menurut Setiarini (2013), nilai removal BOD yang dimiliki oleh Tanaman Kana adalah 17-90%. Sedangkan nilai removal Total Solid (TS) adalah 56% pada reaktor bujur sangkar dan 46% pada reaktor persegi panjang. Tanaman Kana mempunyai nilai removal COD sebesar 61% pada reaktor bujur sangkar dan 72% pada reaktor persegi panjang (Dhohikah, 2006).

2.9 Penelitian Terdahulu

Daftar penelitian terdahulu yang digunakan sebagai rujukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2.2 Daftar Peneitian Terhadahulu Yang Digunakan Sebagai Rujukan Dalam Penelitian Ini

| No | Penulis | Judul | Tujuan | Hasil |
|----|---|---|--|---|
| 1 | Dea Argita dan Sarwoko Mangkoedihardjoe (2016) | Fitoremediasi Tanah Inceptisols Tercemar Limbah Laundry Dengan Tanaman Kenaf (<i>Hibiscus Cannabinus L.</i>) | Analisa mengenai efisiensi dekosentrasi fosfat pada tanah inceptosols yang tercemar limbah laundry menggunakan tanaman kenaf | Efisiensi penurunan konsentrasi fosfat tertinggi pada varietas KR 15 dengan usia 45 hari yaitu sebesar 55,28% dan 52,43% untuk masing – masing konsentrasi 25% dan 50%. |
| 2 | Rahan Rahadian, Endro Sutrisno dan Sri Sumiyati (2017) | Efisiensi penurunan COD dan TSS dengan fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu | Menganalisis pengaruh jumlah tanaman dalam proses penyisihan COD dan TSS | Penyisihan terbesar dengan jumlah 16. Penyisihan COD yang dilakukan sebesar 73,67 mg/l dan penyisihan TSS sebesar 69 mg/l |
| 3 | Cut Ananda Stefhany, Mumu Sutisna, Kancitra Pharmawati (2013) | Fitoremediasi Phospat dengan menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) pada Limbah Cair Pakaian Laundry | Mengetahui efesiensi tumbuhan Eceng gondok dalam menurunkan kandungan fosfat dengan menggunakan fitoremedi | Fitoremediasi menggunakan tumbuhan Eceng gondok dapat menurunkan kandungan fosfat pada limbah laundry |

Tabel 2.2 Daftar Peneitian Terhadahulu Yang Digunakan Sebagai Rujukan Dalam Penelitian Ini (Lanjutan)

| | | | | |
|---|---|--|--|--|
| 4 | Fikri Firmanda (2021) | Reduksi COD dan BOD air limbag domestik dengan konsep taman contucted wetand | Mengetahui efektivitas kinerja taman dengan konsep constructed wetland terhadap penurunan COD dan BOD pada air limbah domestik dilihat dari efisiensi penyisihan; | Penyisihan tertinggi parameter COD sebesar 86% dan parameter BOD5 sebesar 84% |
| 5 | Afiya Asadiya, Nieke Karnaningroem (2018) | Pengolaha Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi Media Zeolite-Arang Aktif | Pengolahan air limbah domestik dilakukan dengan menggunakan reaktor yang disusun secara parallel, dimana terdapat bak aerasi dengan penambahan EM4 dan bak pegendap untuk mengendapkan padatan terlarut dan 3 buah reaktor filter yang berisi kombinasi media zeolit dan arang aktif | Penurunan kadar zat organik pada proses aerasi EM4 0% sebesar 62,67%, EM4 5% sebesar 65,33% dan EM4 10% sebesar 73,33%. Penurunan kadar Fosfat pada proses aerasi EM4 0% sebesar 63,14%, EM4 5% sebesar 78,17% dan EM4 10% sebesar 64,45% |

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yaitu metode eksperimen dengan menganalisis COD dan fosfat dari air limbah laundry sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan. Penelitian tugas akhir ini meliputi lima tahap kegiatan yaitu studi pendahuluan, persiapan eksperimen, sampling, eksperimen dan analisis data.

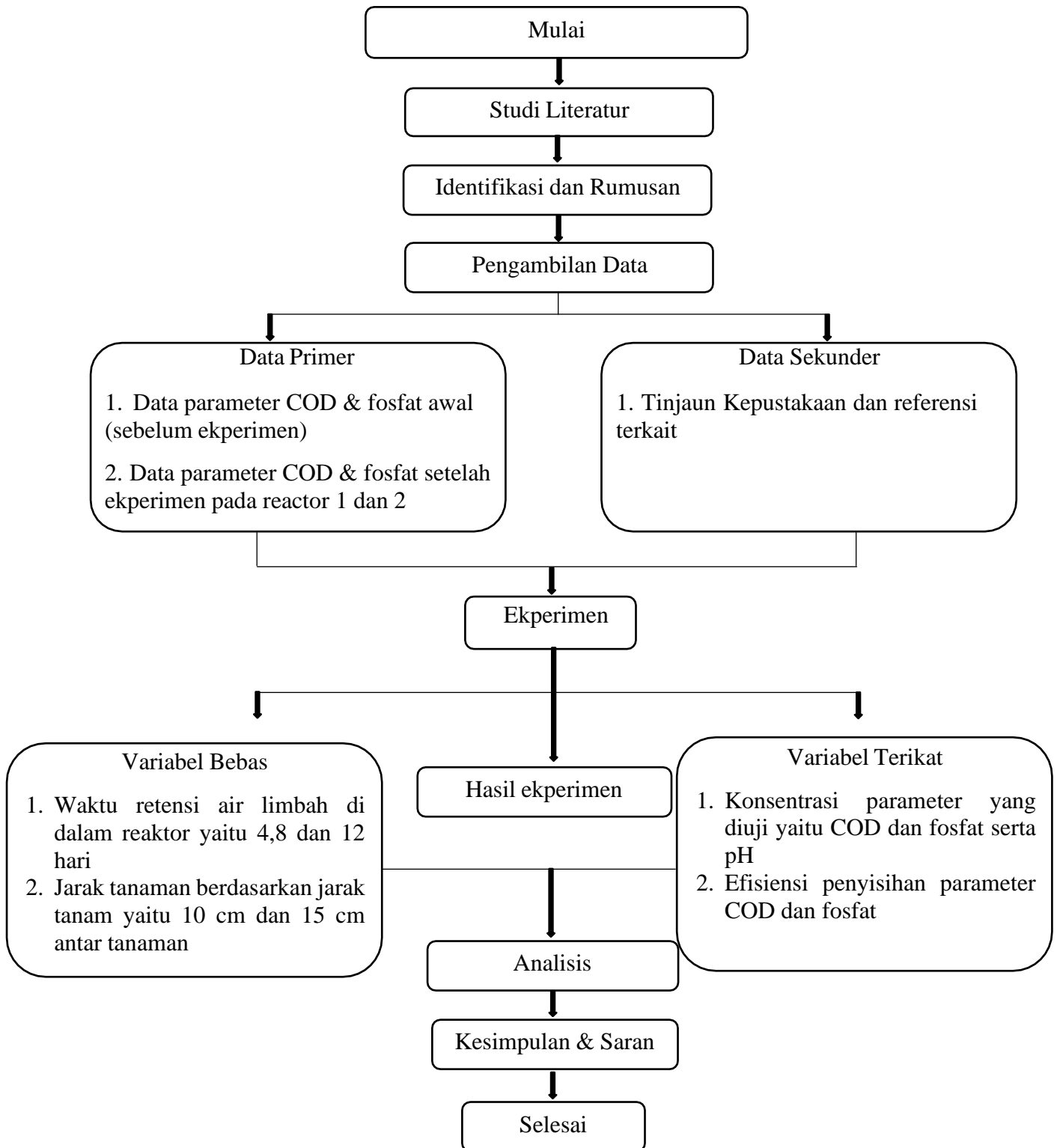
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan sampel air limbah laundry akan dilakukan di kelurahan karya maju pada bulan desember 2021 hingga bulan januari 2022. Penelitian dilakukan di Perumahan Bahri Makmur 1, Jalan Nusa Indah II, Nomor B04. Kecamatan Telanaipura, Kota Jambi. Konsentrasi parameter COD dan fosfat diuji di Laboratorium Jambi Lestari Internasional (JLI).

3.3 Alur Penelitian

Tahap pelaksanaan berupa pengujian parameter COD dan fosfat serta pH sampel sebelum dilakukan eksperimen. Eksperimen berupa pengolahan air limbah laundry dengan reaktor *constructed wetland* dan pengujian parameter COD dan fosfat serta pH sampel setelah dilakukan eksperimen. Setelah di dapat hasil data uji parameter COD dan fosfat serta pH, selanjutnya dilakukan tahap pengolahan data dan dapat ditarik kesimpulan seberapa efektifkah reaktor *constructed wetland* tersebut dalam mengolah limbah laundry.

Alur penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.4 Teknik Pengambilan Data

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

A. Data Primer

Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung dan hasil eksperimen dilaboratorium terkait objek penelitian yaitu :

1. Data parameter COD dan fosfat awal (sebelum ekperimen)
2. Data parameter COD dan fosfat setelah ekperimen pada reaktor A dan B

B. Data Sekunder

Data yang didapat peneliti melalui pengkajian teori yang dilakukan dari berbagai sumber: buku, jurnal, artikel ilmiah yang erat kaitannya dengan topik permasalahan penelitian.

3.5 Variabel Penelitian

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

A. Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini yaitu :

1. Waktu detensi air limbah di dalam reaktor yaitu 4, 8, dan 12 hari.

Menurut Hidayat, F (2019) pengaruh waktu detensi 5 sampai 10 hari dapat memberikan pengaruh yang nyata.

2. Jarak tanaman berdasarkan jarak tanam yaitu 10 cm dan 15 cm antar tanaman.

B. Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini antara lain:

1. Konsentrasi parameter yang diuji yaitu COD dan fosfat serta pH;
2. Efisiensi penyisihan parameter COD dan fosfat.

3.6 Persiapan Eksperimen

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

A. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Reaktor berbentuk bak persegi panjang dengan bahan plastik, dengan ukuran panjang 43 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 25 cm;
2. Alat-alat operasional seperti Pipa PVC, lem pipa, sambungan L, jaring besi pembatas, dan kran air.

B. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Media pasir, tanah utisol campur pasir 1:1 di tempatkan dalam lahan basah buatan, setiap masing-masing media memiliki ketebalan kerikil 5 cm dan tanah 10 cm;
2. Jenis tumbuhan yang digunakan adalah *Canna indica sp*
3. Sampel air limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah laundry yang berasal dari laundry di Kelurahan Nusa Indah.

C. Persiapan Bak Reaktor

Proses fitoremediasi air limbah laundry dilakukan dalam suatu bak reaktor yang terbuat dari bak plastik berukuran 43 cm x 30 cm x 25 cm dengan di dalamnya tersusun dari 2 media (kerikil dan tanah yang dicampurkan dengan pasir 1:1).

Persiapan reaktor dalam penelitian ini adalah :

1. Membuat dan menyiapkan 2 buah bak yang ukurannya telah ditentukan sebelumnya;
2. Menyiapkan media dengan menuangkan kerikil setinggi 5 cm, dan tanah utisol campur pasir 1:1 setinggi 10 cm.
3. Menyiapkan dan memilih tanaman *Canna indica sp* untuk ditanam pada bak reaktor yang telah diisi media.
4. Proses aklimatisasi pada tanaman tersebut dilakukan dengan menggunakan air bersih selama 3 hari. Menurut Choirunnisa (2020) minimal waktu dalam melakukan aklimatisasi yaitu 3 hari, kurang dari hari tersebut dianggap terlalu singkat pada tanaman untuk menyesuaikan pada kondisi lingkungan baru.
5. Aklimatisasi bertujuan untuk tanaman supaya mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan tumbuh sebelum mendapat perlakuan fitoremediasi (Cahyani dkk., 2016).
6. Waktu retensi air limbah yang diperlukan untuk reaktor yaitu 4, 8 dan 12 hari.
7. Jarak tanam 10 cm, dan 15 cm antar taman

Waktu retensi pada bak reaktor *constructed wetland* sebagai berikut

- Dimensi bak reaktor

Panjang = 43 cm

Lebar = 30 cm

Tinggi = 25 cm

Rumus volume = $P \times L \times T$

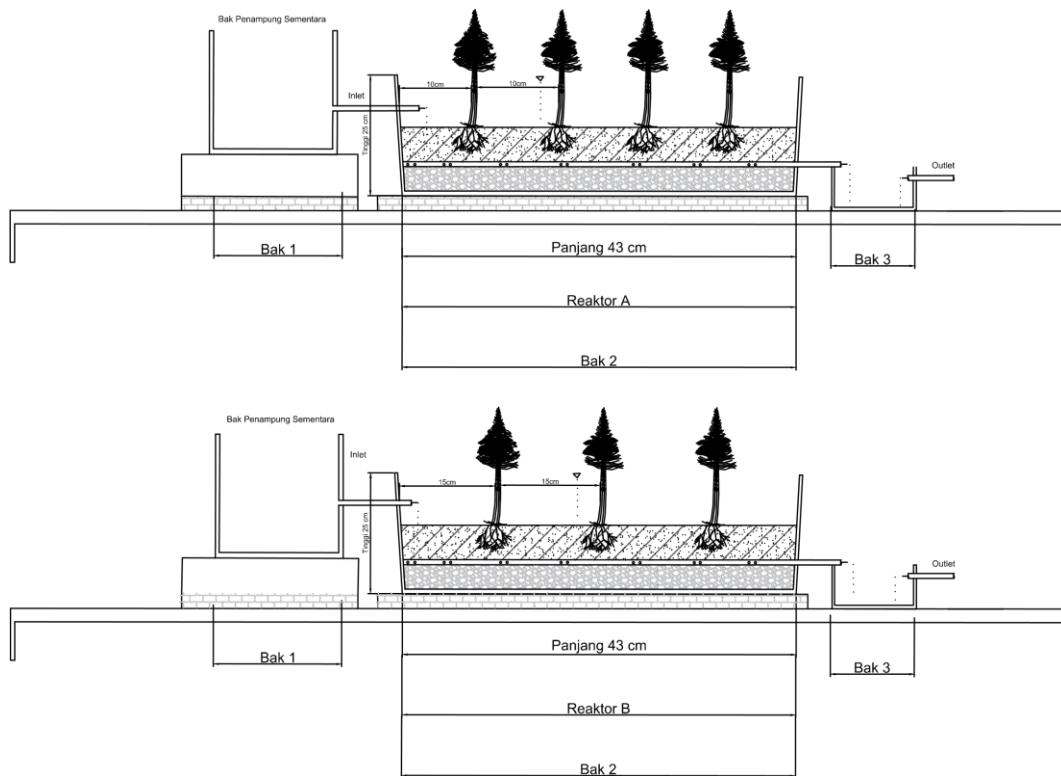
Total volume = 32.250 cm^3

= 32,2 L

Kapasitas volume 32,2 Liter tersebut adalah kapasitas volume pengolahan alat, sedangkan untuk volume air limbah laundry yang digunakan adalah 20 L. Dikarenakan bak reaktor menggunakan media seperti tanah dan kerikil yang mengurangi kapasitas pengolahan.

3.7 Eksperimen

Desain unit pengolahan air limbah laundry dengan konsep reaktor *constructed wetland* yang direncanakan adalah *vertical sub-surface flow*. Reaktor *constructed wetland* direncanakan berbentuk bak persegi panjang dengan bahan plastik serta bak penampung air limbah yang disesuaikan dan bak pengendapan/sedimentasi. Gambar reaktor *constructed wetland* dapat dilihat di Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Denah reaktor A dan B

Berdasarkan Gambar 3.2 Air limbah laundry reactor *constructed wetland* terbagi 3 bak, yaitu :

- a. Bak 1 berfungsi sebagai inkubasi air limbah, setelah air limbah terkumpul dibak 1 air limbah akan dialirkan,
- b. Bak 2 yang merupakan bak lahan basah buatan (*constructed wetland*) yang sudah ditanam beberapa tanaman kana. Air limbah kemudian akan menuju bak terakhir,
- c. Bak 3 yang berfungsi sebagai bak indikator. Air limbah masuk melalui pipa yang telah dilubangi berada di dalam tanah atau biasa disebut dengan teknik *vertical sub surface flow*, setelah melewati lapisan tanah, dan kerikil air limbah akan keluar melalui pipa

berlubang yang berada di bawah tanah bak lahan basah buatan menuju outlet yang berupa keran.

Tabel 3.1. Sampel Eksperimen

| No | Hari Ke | Sampel | |
|----|---------|--------|----|
| 1 | 0 | AL | AL |
| 2 | 4 | A1 | B1 |
| 3 | 8 | A2 | B2 |
| 4 | 12 | A3 | B3 |

Sumber: Analisis Data, 2021

3.8 Analisis Data

Analisis meliputi kualitas air limbah sebelum eksperimen dan sesudah, analisis perhitungan persentase efisiensi penyisihan COD dan fosfat. Data yang diperoleh akan diolah menggunakan program Microsoft Excel.

3.8.1 Pengujian Kualitas Air Limbah Laundry

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini analisa efektivitas unit pengolahan dengan metode fitoremediasi yang dilihat dari nilai penurunan kadar COD, fosfat dan pH. Untuk pengujian pH dilakukan sendiri dan pada parameter COD dan fosfat dilakukan di Laboratorium Jambi Lestari Internasional (JLI). Tabel parameter uji dapat dilihat pada table 3.1 dibawah ini :

3.2 Tabel Parameter Uji Kualitas Air Limbah Laundry

| Parameter | Metode/Alat | Acuan |
|---------------------------------------|------------------|---------------------|
| pH | pH Meter | SNI 6989.11-2019 |
| COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>) | COD Meter | SNI 06-6989.2-2004. |
| Fosfat (PO ₄) | Spektrofotometer | SNI 6989.31-2025 |

3.8.2 Analisis Pengaruh Waktu Detensi dan Jarak Tanam Terhadap Penyisihan Air Limbah Laundry

Analisis pengaruh waktu dilakukan berdasarkan hasil waktu yang paling optimal untuk penyisihan COD & fosfat. Kemudian analisis juga dilakukan untuk melihat hasil penurunan konsentrasi paling optimal berdasarkan variasi jumlah tanaman. Menurut Fajar dan Handayani penentuan efisiensi reduksi pencemar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1:

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

Keterangan:

Ef : efisiensi reduksi parameter pencemar

Co : konsentrasi awal sampel

Ct : konsentrasi akhir sampel

BAB IV




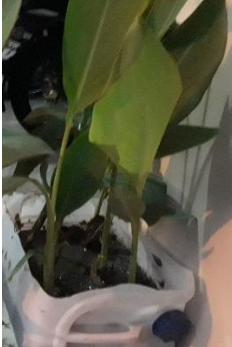
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Aklimatisasi Tanaman

Penelitian reduksi COD dan fosfat air limbah laundry dengan *constructed wetland* dilakukan untuk mengetahui kemampuan mereduksi COD dan fosfat menggunakan Tanaman Kana dengan membandingkan jumlah tanaman pada reaktor A dan B dengan metode *constructed wetland*, eksperimen ini dilakukan selama 12 hari. Sebelum dilakukan eksperimen, tanaman uji yaitu Tanaman Kana pada reaktor A dan B terlebih dahulu dilakukan tahapan aklimatisasi. Aklimatisasi bertujuan untuk tanaman supaya mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan tumbuh sebelum mendapat perlakuan fitoremediasi (Cahyani dkk, 2016).

Tanaman tersebut sebelum ditanam dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran menggunakan air bersih setelah itu ditanam pada reaktor yang telah ditentukan. Proses aklimatisasi pada tanaman tersebut dilakukan dengan menggunakan air bersih selama 3 hari. Menurut Choirunnisa (2020) minimal waktu dalam melakukan aklimatisasi yaitu 3 hari, kurang dari hari tersebut dianggap terlalu singkat pada tanaman untuk menyesuaikan pada kondisi lingkungan baru. Dilakukan kegiatan pengecekan kondisi tanaman uji selama proses aklimatisasi. Kondisi tanaman kana pada saat proses aklimatisasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kondisi Tanaman Kana Reaktor A dan B Pada Proses Aklimatisasi

| Hari Ke | Reaktor A | Reaktor B |
|---------|--|---|
| 0 |  |  |
| 3 |  |  |

Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan, 2021

Berdasarkan tabel 4.1 pada hari ke 3 aklimitisasi masih tidak ada perubahan yang signifikan. Tanaman uji tersebut berwarna hijau dan segar.

4.1.1 Parameter Hasil Uji Awal Air Limbah Laundry

Parameter hasil uji awal dilakukan di laboratorium lingkungan PT. Jambi Lestari Internasional guna mengetahui beban pencemar awal pada sampel inlet air limbah laundry.

Tabel 4.2 Hasil Uji Awal COD dan Fosfat

| Parameter | Hasil Uji Awal (mg/L) | Baku Mutu Permen LH No 5. Tahun 2014 (mg/L) |
|---------------------------|----------------------------------|--|
| COD | 950,39 | 180 |
| Fosfat (PO ₄) | 0,7624 | 2 |
| pH | 5,7 | 6,0 – 9,0 |

Sumber: PT. Jambi Lestari Internasional

Berdasarkan tabel 4.2 hasil uji awal yang dilakukan di Laboratorium Lingkungan PT. Jambi Lestari Internasional pada sampel inlet air limbah laundry sebesar COD 950,39 mg/L, fosfat 0,7624 mg/L dan pH 5,7. Dikhususkan pH pengambilan sampel dilakukan sendiri menggunakan alat pH meter.









4.2 Eksperimen

4.2.1 Kondisi Tanaman Selama Waktu Uji

Setelah diketahui bahwa tanaman uji tidak mengalami perubahan yang signifikan selama proses aklimatisasi, maka dilakukan tahap eksperimen.

Pengambilan sampel uji konsentrasi COD dan fosfat pada penelitian ini dilakukan setiap 4 hari selama 12 hari. Pengambilan sampel pada hari ke-0 untuk mengetahui konsentrasi awal, hari ke 4, 8 dan 12 untuk mengetahui penurunan konsentrasi atau efisiensi penyisihan pada reaktor A dan B. Kondisi tanaman uji pada reaktor A dengan jarak tanam 10 cm dan reaktor B dengan jarak tanam 15 cm dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kondisi Tanaman Kana Reaktor A Jarak 10 cm dan B 15 cm



| Hari | Reaktor | | Keterangan |
|------|---|--|---|
| | A (Total 9) | B (Total 6) | |
| 0 |  |  | Tanaman kana masih hijau dan keadaan masih segar. Tidak ada perbedaan yang signifikan |
| 4 |  |  | Tanaman kana masih tetap hijau dan keadaan masih segar, sama keadaannya dengan kondisi pada hari sebelumnya |
| 8 |  |  | Daun tanaman kana yang masih kuncup mulai mekar |
| 12 |  |  | Daun tanaman kana yang mulai mekar sempurna dan segar menghijau |

Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan, 2022

Berdasarkan Tabel 4.3 jarak mempengaruhi jumlah tanaman dimana Reaktor A jumlah tanaman 9 dengan jarak 10 cm lebih optimal dalam efisiensi penyisihan COD dan fosfat dibandingkan dengan reaktor B jumlah tanaman yang lebih sedikit dan jarak tanam 15 cm. Hal diatas terjadi karena keberadaan tanaman

kana dapat menurunkan konsentrasi COD yaitu dengan diserapnya bahan-bahan organik oleh tanaman tersebut. Pada daerah akar terjadi degradasi materi organik secara aerob dan anaerob selama limbah cair melewati *rizosfer* dari tanaman. Materi organik akan terdekomposisi akibat aktivitas mikroba, nitrogen akan teridentifikasi jika tersedia zat organik yang cukup akan *teradsorpsi* oleh media dan tanaman (Muzanah dan Soewondo, 2008). Perubahan warna sampel selama uji pada reaktor A dan B dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4 Perubahan Warna Pada Sampel Uji

| Hari | Visualisasi | Keterangan |
|------|---|--|
| 0 |  | Warna air limbah laundry pada hari ke 0 atau inlet berwarna putih keruh, karna banyaknya kandungan deterjen |
| 4 |  | Pada pengambilan sampel eksperimen pertama yang dilakukan pada hari ke 4 warna air limbah terdapat perbedaan yang mencolok, yaitu sampel A berwarna kuning kecoklatan dan sampel B berwarna coklat kehitaman |
| 8 |  | Warna air limbah laundry pada pengambilan sampel eksperimen ke 2 yaitu pada hari ke 8 terdapat perbedaan warna yang mencolok, yaitu sampel A berwarna kekuningan dan sampel B berwarna kehitaman |
| 12 |  | Pada pengambilan sampel akhir yaitu pada hari ke 12 warna sampel A sudah mulai jernih dan sampel B berwarna kekuningan |

Sumber: Hasil Pengamatan Lapangan, 2022

Berdasarkan Tabel 4.4 Perubahan warna pada sampel uji mulai berubah pada hari ke-0. Pada sampel hari ke-4 warna sampel uji mulai menguning dan sedikit keruh, dan terus menguning sampai hari ke-8 dan warna kuning pada sampel uji mulai memudar pada hari ke-12 eksperimen. Perubahan warna ini berasal dari terikikisnya partikel dan senyawa organik di dalam tanah ultisol yang digunakan dalam eksperimen. Partikel dan senyawa organik tersebut menyebabkan perubahan warna pada sampel uji selama eksperimen.

4.3 Penetralan pH dan Penurunan Konstrasi COD Fosfat

4.3.1 Konsentrasi pH

Pada penelitian ini dilakukan juga pengukuran pH air selama 12 hari yang dicek pada saat pengambilan sampel hari ke 0 dan pada pengambilan sampel hari ke 4, 8, dan 12. pH normal air berkisar antara 6,05 – 8,05. Menurut Nurfitri & Rachmatiah, (2010) kondisi optimum pH bagi tanaman uji fitoremediasi kisaran 6,5 – 7. Penurunan dan peningkatan pH dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Pengujian pH Pada Reaktor A dan B

| Hari | Reaktor | | Baku Mutu Permen LH No 5 Tahun 2014 |
|------|---------|------------|--|
| | A | B | |
| 0 | 5,7 | 5,7 | 6,0 – 9,0 |
| 4 | 5,3 | 5,5 | 6,0 – 9,0 |
| 8 | 5,8 | 6,0 | 6,0 – 9,0 |
| 12 | 5,8 | 6,2 | 6,0 – 9,0 |

Sumber: Analisis Data, 2022

Berdasarkan tabel 4.5 reaktor B memenuhi baku mutu dengan pH awal 5,7 pada hari ke 0 menjadi 6,2 pada hari ke 12. Sedangkan reaktor A dari 5,7 pada hari ke 0 menjadi 5,8 pada hari ke 12 sehingga tidak memenuhi baku mutu yang telah

ditetapkan. Perubahan nilai pH dapat disebabkan karena adanya aktifitas penyerapan nutrisi oleh tumbuhan. Ketika akar tumbuhan menyerap ion positif, tumbuhan juga akan mengeluarkan ekskret berupa ion positif (H^+) ke lingkungan. Begitu juga ketika yang diserap berupa ion negatif, tumbuhan akan mengeluarkan ekskret berupa ion negatif (OH^-). Penyerapan nutrisi oleh tumbuhan berlangsung secara terus menerus, sehingga ketika ion positif yang diserap lebih banyak maka nilai pH akan meningkat, begitu juga sebaliknya (Krikke, 2008). Nilai pH menunjukkan konsentrasi ion H^+ dan ion OH^- pada limbah. Semakin tinggi ion H^+ menandakan bahwa limbah tersebut bersifat asam. Semakin tinggi ion OH^- menandakan bahwa limbah tersebut bersifat basa. Perubahan nilai pH ini disebabkan adanya proses fotosintesis karena pH berkaitan dengan nilai karbondioksida (CO_2) karena nilai pH ini disebabkan karena tumbuhan mengeluarkan CO_2 sebagai hasil samping respirasi saat malam hari yang menyebabkan berkurangnya ion H^+ sehingga kondisi air limbah lebih bersifat basa. Kenaikan pH disebabkan adanya proses fotosintesis, denitrifikasi, pemecahan nitrogen organik dan reduksi sulfat (Kholidiyah, 2010).

Hasil pengujian air effluen reaktor SSF-Wetland menunjukkan terjadinya peningkatan pH hingga 5,7-6,2 dimana pH air limbah menjadi netral. Nilai rata-rata peningkatan parameter pH pada bak sub *surface flow wetland* adalah 5,9 dengan nilai peningkatan pH tertinggi terjadi pada hari ke 12 yakni 6,2. Nilai pH setelah pengolahan dengan reaktor *SSF-Wetland* selama waktu tinggal 12 hari telah sesuai dengan batas baku. Namun, lamanya waktu tinggal tidak memberikan pengaruh

yang signifikan dalam peningkatan nilai pH baik pada sistem filtrasi maupun sistem *SSF-Wetland* (Siswanto, et.al., 2014).

4.3.2 COD

Penurunan Konsentrasi COD pada air limbah laundry selama eksperimen di dalam reaktor *constructed wetland* dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6 Penurunan Konsentrasi COD Pada Reaktor A dan B

| Hari | Konsentrasi COD (mg/L) | | Baku Mutu Permen LH No 5 Tahun 2014 (mg/L) |
|------|------------------------|--------|--|
| | Reaktor | | |
| | A | B | |
| 0 | 950,39 | 950,39 | 180 |
| 4 | 488,93 | 486,66 | 180 |
| 8 | 234,33 | 238,88 | 180 |
| 12 | 195,69 | 209,33 | 180 |

Sumber: Analisis Data, 2022

Pada tabel 4.6 diketahui penurunan konsentrasi selama eksperimen terjadi pada reaktor A dengan konsentrasi COD hari ke 0 yaitu sebesar 950,39 mg/L menjadi 195,69 mg/L pada hari ke 12. Penurunan konsentrasi awal pada reaktor B di hari ke 0 yaitu 950,39 mg/L menjadi 209,33 mg/L pada hari ke 12.

4.3.3 Konsentrasi Fosfat

Hasil persentase efisiensi penyisihan konsentrasi fosfat pada limbah laundry selama eksperimen di dalam reaktor *constructed wetland* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Penurunan Konsentrasi Fosfat Pada Reaktor A dan B

| Hari | Konsentrasi Fosfat (mg/L) | | Baku Mutu Permen LH No 5 Tahun 2014 (mg/L) |
|------|---------------------------|--------|--|
| | Reaktor | | |
| | A | B | |
| 0 | 0,7624 | 0,7624 | 2 |
| 4 | 0,6367 | 0,6768 | 2 |
| 8 | 0,4945 | 0,4590 | 2 |
| 12 | 0,3907 | 0,4008 | 2 |

Sumber: Analisis Data, 2022

Pada tabel 4.7 diketahui penurunan konsentrasi selama eksperimen terjadi pada reaktor A dengan konsentrasi awal fosfat hari ke 0 yaitu sebesar 0,7624 mg/L menjadi 0,3907 mg/L pada hari ke 12. Penurunan konsentrasi awal pada reaktor B di hari ke 0 yaitu 0,7624 mg/L menjadi 0,6784 mg/L pada hari ke 12.

4.4 Efisiensi Penyisihan Konsentrasi COD dan Fosfat

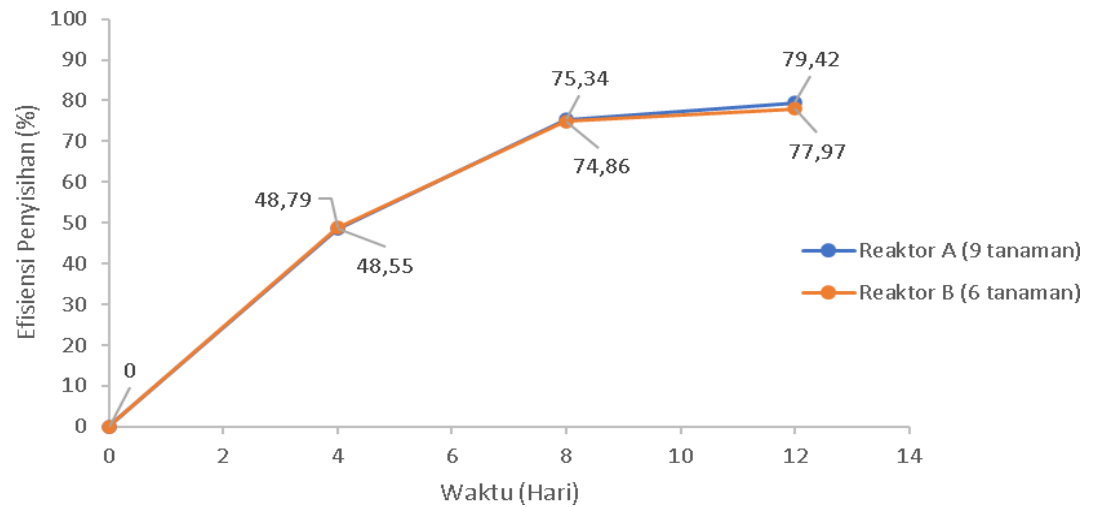
Hasil persentase efisiensi penyisihan konsentrasi COD dan fosfat pada air limbah laundry selama eksperimen di dalam reaktor A dan B *constructed wetland* dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Efisiensi Penyisihan Konsentrasi COD dan Fosfat

| Reaktor | COD | | | Fosfat | | |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Awal | Akhir | (%) | Awal | Akhir | (%) |
| A | 950,39 | 0 | 0% | 0,7624 | 0 | 0% |
| A1 | 950,39 | 488,93 | 48,55% | 0,7624 | 0,6367 | 16,48% |
| A2 | 950,39 | 234,33 | 75,34% | 0,7624 | 0,4945 | 35,13% |
| A3 | 950,39 | 195,69 | 79,40% | 0,7624 | 0,3907 | 48,75% |
| B | 950,39 | 0 | 0% | 0 | 0 | 0% |
| B1 | 950,39 | 486,66 | 48,79% | 0,7624 | 0,6768 | 11,22% |
| B2 | 950,39 | 238,88 | 74,86% | 0,7624 | 0,4590 | 39,79% |
| B3 | 950,39 | 209,33 | 77,42% | 0,7624 | 0,4008 | 47,42% |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Pada Tabel 4.8 dapat diketahui efisiensi penyisihan Konsentrasi COD tertinggi selama eksperimen terjadi pada reaktor A sampel A3 yaitu eksperimen sebesar 79,40%, efisiensi penyisihan Konsentrasi COD terendah selama eksperimen terjadi pada reaktor A sampel A1 yaitu 48,55%.

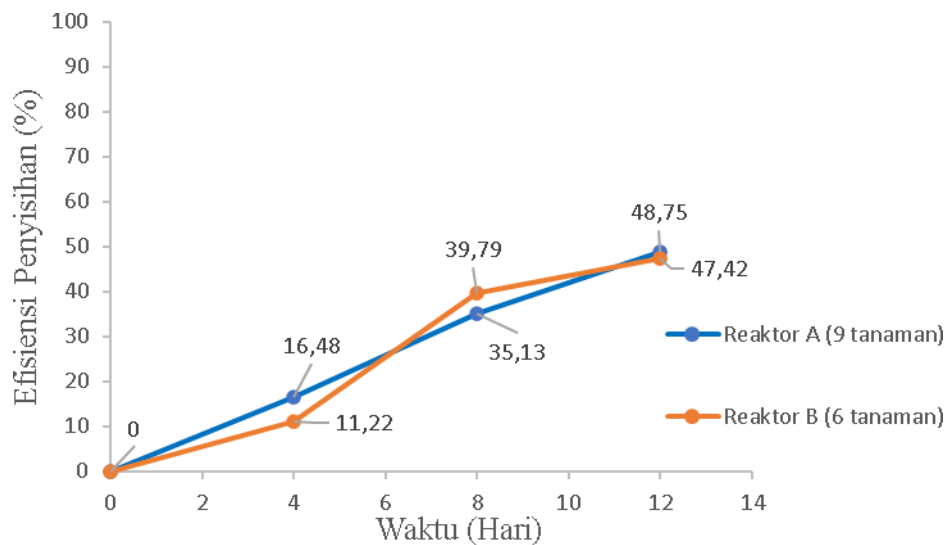


Gambar 4.1 Efisiensi Penyisihan Konsentrasi COD Pada Reaktor A dan B

Berdasarkan Gambar 4.1 hasil eksperimen efisiensi penyisihan COD pada reaktor A dan B berhasil menurunkan konsentrasi air limbah laundry, dimana efisiensi penyisihan konstan semakin turun dilihat dari hari ke 4 terjadi terjadi penurunan 48,55% pada reaktor A dan 48,79% pada reaktor B, hari ke 8 terjadi penurunan sebesar 75,34% dan 74,86% pada reaktor B dan efisiensi penyisihan COD terbesar terjadi pada reaktor A yaitu pada hari ke 12 sebesar 79,42% dan penurunan reaktor B sebesar 77,97%. Hal ini terjadi karena proses degradasi akan mulai efektif ketika mikroorganisme di dalam zona akar sudah mulai tumbuh dalam jumlah yang banyak (D. Ningsih, A, 2017) Kenaikan penyisihan pada reaktor uji terjadi karena penguraian bahan organik oleh mikroorganisme pada akar tumbuhan kemudian dimanfaatkan tumbuhan untuk fotosintesis.

Hal diatas terjadi karena keberadaan tanaman kana dapat menurunkan kosentrasi COD yaitu dengan diserapnya bahan-bahan organik oleh tanaman tersebut. Pada daerah akar terjadi degradasi materi organik secara *aerob* selama limbah cair melewati *rizosfer* dari tanaman. Materi organik akan terdekomposisi

akibat aktivitas mikroba, nitrogen akan teridentifikasi jika tersedia zat organik yang cukup akan teradsorpsi oleh media dan tanaman (Muzanah dan Soewondo, 2008). Berdasarkan hal tersebut, eksperimen pengolahan air limbah laundry dengan menggunakan reaktor *constructed wetland* cukup efektif dalam menurunkan parameter COD.



Gambar 4.2 Efisiensi Penyisihan Konsentrasi Fosfat Pada Reaktor A dan B

Berdasarkan Gambar 4.2 hasil eksperimen efisiensi penyisihan fosfat pada reaktor A dan B berhasil menurunkan konsentrasi air limbah laundry, dimana efisiensi penyisihan konstan semakin turun dilihat dari hari ke 4 terjadi penurunan 16,48% pada reaktor A dan 11,22% pada reaktor B, hari ke 8 terjadi penurunan 35,13% pada reaktor A dan 39,79% pada reaktor B dan efisiensi penyisihan fosfat terbesar terjadi pada reaktor A yaitu pada hari ke 12 sebesar 48,75% dan penurunan pada reaktor B sebesar 47,42%.

Penurunan konsentrasi kandungan air limbah khususnya fosfat juga tergantung pada konsentrasi awal dan waktu tinggal (*detention time*) air limbah di dalam reaktor. Artiyani (2011) menyimpulkan bahwa kadar PO₄ merupakan salah satu nutrisi penting bagi pertumbuhan tanaman dan selain itu pada fase awal nutrisi sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme pada akar tumbuhan sehingga penurunan kadar kadar PO₄ dalam sampel air deterjen pada 10 hari awal sangat nyata. Menurut Argita dan Mangkoedihardjo (2016) wetland menggunakan tanaman kenaf mampu menurunkan fosfat paling baik dan menyerap fosfat hingga 3470 mg/kg pada konsentrasi 25% dan 2792 mg/kg pada konsentrasi 50%. Dengan demikian pengolahan air limbah laundry pada penelitian ini cukup efektif dalam menurunkan parameter fosfat.

4.5 Pengaruh Variasi Jumlah Tanaman dan Waktu Tinggal

Penyisihan terbesar COD dan fosfat pada air limbah laundry dengan jarak tanam 10 cm dan 15 cm selama eksperimen di dalam reaktor *constructed wetland* dapat dilihat pada tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9 Jumlah dan Kerapatan Tanaman Kana

| Reaktor | Jumlah Tanamam | Jarak (cm) | Efisiensi Penyisihan Terbesar (%) | | Keterangan |
|---------|----------------|------------|-----------------------------------|--------|--|
| | | | COD | Fosfat | |
| A | 9 | 10 | 79,42 | 48,75 | Semakin rapat jarak tanam maka semakin banyak tanaman kana |
| B | 6 | 15 | 77,97 | 47,42 | Semakin jauh jarak tanam maka semakin sedikit tanaman kana |

Sumber: Analisis Data, 2022

Berdasarkan tabel 4.9 jumlah dan kerapatan tanaman berpengaruh pada penurunan kadar fosfat dan COD dalam limbah deterjen, dimana semakin banyaknya jumlah tanaman maka semakin besar penurunan kadar fosfat dan COD dalam limbah laundry. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ghiovani, dkk (2017), penyisihan mampu menyisihkan BOD hingga sebesar 98%, COD sebesar 96%, fosfat sebesar 99%. Menurut Hutubessy, (2021) bunga kana mampu menyerap limbah deterjen dengan konsentrasi 500 ml, 1000 ml dan 1500 ml dengan penyerapan tertinggi 96%. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian ini dengan reaktor A yang mempunyai jumlah tanaman kana 9 lebih banyak mampu menyisihkan pencemar dengan lebih baik.

Waktu tinggal berpengaruh pada penurunan kadar air limbah COD dan fosfat. Menurut Parasmita dkk, (2013) pada proses pengolahan secara aerob pada waktu tinggal maksimum 25 jam, didapatkan efisiensi penurunan BOD sebesar 45%, COD sebesar 18% dan TSS sebesar 22,69%. Kemudian pada reactor aerob efisiensi penyisihan maksimum dengan waktu tinggal 17,5 jam untuk BOD adalah 38,46%, COD 12,71% dan TSS 21,74%. Sedangkan jika proses pengolahan digabungkan menjadi anaerob-aerob, efisiensi penyisihan menjadi paling besar yaitu BOD 65% dengan range influen sebesar 400-640 mg/L, COD 29,21% dan TSS 39,50% untuk range influen 595-689 mg/L. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu kontak antara air limbah dengan media, maka semakin efisiensi penyisihan akan semakin besar (parasmita, dkk. 2013).

Penggunaan tanah menggunakan tanah yang minim unsur hara dan dicampurkan dengan pasir pada penelitian ini sebagai media tumbuh bagi

tanaman. Adapun tanah yang digunakan dalam eksperimen pengolahan air limbah laundry dengan reaktor *constructed wetland* dalam mereduksi parameter COD dan fosfat merupakan tanah *ultisol* yaitu tanah yang miskin unsur hara. Penggunaan tanah tersebut diharapkan dapat menyerap senyawa organik secara optimal dari air limbah laundry yang digunakan dalam eksperimen. Reaktor menggunakan media tanam tanah dicampurkan pasir. Tanah dan pasir pada reaktor *constructed wetland* juga berfungsi dalam menyisihkan polutan dalam air limbah laundry, selama proses eksperimen akan terbentuk lapisan *biofilm* pada media tanam tumbuhan. Menurut Sukawati (2008), lapisan *biofilm* terdiri dari sel-sel mikroorganisme yang melekat erat ke suatu permukaan sehingga berada dalam keadaan diam, tidak mudah lepas atau berpindah tempat (*irreversible*). Jika tingkatan air terlalu dangkal, lapisan *biofilm* dapat lebih mudah terganggu karena rusak oleh kecepatan datangnya air. Di sisi lain, jika tingkatan air terlalu dalam maka jumlahnya tidak cukup pada difusi O₂ pada *biofilm*, sehingga mengakibatkan kematian dari mikroorganisme pada lapisan *biofilm*. Ketika air yang terkontaminasi mikroorganisme yang berada dalam lapisan *biofilm* akan memakan pantogen-pantogen yang ada. Biasanya lapisan *biofilm* ini digunakan untuk menandakan zona aktivitas biologi yang umumnya terjadi di dalam media pasir.

Berdasarkan hasil eksperimen kondisi tanaman tumbuh dengan baik, sehingga tanaman dapat melakukan proses fotosintesis dengan baik. Oksigen terlarut dalam air limbah juga semakin banyak karena adanya suplai oksigen dari hasil fotosintesis tumbuhan (Septiawan, 2014). Oksigen tersebut dimanfaatkan mikroorganisme yang tinggal di akar tanaman untuk hidup, sehingga

mikroorganisme hidup dengan baik diakar tanaman uji. Mikroba seperti algar, baktri aerob dan protozoa menjadikan nutrisi dalam air limbah sebagai bahan makanan sehingga dapat mereduksi polutan COD dan fosfat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penyisihan pencemar dalam air limbah laundry terbaik terjadi pada reaktor A (9 tanaman), dengan penyisihan COD mencapai 79 % dan fosfat mencapai 49 % pada hari ke 12. Sementara pada reaktor B (6 tanaman) penyisihan COD hanya mencapai 78 % dan fosfat mencapai 47 % pada hari ke 1. Hal ini menunjukkan bahwa, metode *constructed wetland* efektif untuk diaplikasikan sebagai pengolahan air limbah laundry.
2. Hasil penelitian menunjukkan reaktor dengan jumlah tanaman lebih banyak memiliki efektifitas penyisihan yang lebih baik. Hal ini dibuktikan pada reaktor A dengan sembilan tanaman memiliki efisiensi penyisihan tertinggi dibandingkan reaktor B dengan enam tanaman. Penyisihan terbesar terbesar terjadi pada waktu tinggal 12 hari pada kedua reaktor. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu tinggal maka proses penyerapan polutan dalam *constructed wetland* akan semakin besar sehingga penyisihan parameter COD dan fosfat lebih optimal. Hasil penelitian menunjukkan pada hari ke 12 reaktor A dengan jumlah tanaman sebanyak 9 tanaman menyisihkan penyisihan COD dan fosfat yang memenuhi baku mutu Permen LH No 5 Tahun 2014.

5.2 Saran

Saran yang didapat disampaikan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menguji parameter yang terdapat dalam air limbah laundry.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh kerapatan tanaman terhadap efektifitas penyisihan pencemar dalam air limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Argita, D, Mangkoedihardjo, S. 2016. "Fitoremediasi Tanah Inceptisols Tercemar Limbah Laundry Dengan Tanaman Kenaf.," Surabaya. Jurnal Teknik Lingkungan. (Vol. 16, No. 1, Juli 2016).
- 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 Elektroplating. 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.
- Dhohikah, Y. 2006. Pengelolaan Air Bekas Domestik dengan Sistem Constructed Wetland Aliran Subsurface untuk Menurunkan COD, TSS Dan Deterjen. Tesis Program Pascasarjana Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.,"
- Ghiovani, D. 2017. "Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry dengan Menggunakan Kayu apu (*Pistia stratiotes*),." JURNAL TEKNIK ITS Vol. 6, No. 2 (2017) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)
- A. Ningsih, A, "Uji Penurunan Kandungan BOD,COD, dan Warna Pada Limbah Cair Pewarnaan Batik menggunakan Scirpus grossus dan Iris pseudacorus dengan Sistem Pemaparan Intermittent.," Surabaya, 2017.
- Fachrurozi, M., Utami, L. B., & Suryani, D. (2014). Pengaruh Variasi Biomassa *Pistia Stratiotes L.* Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, Dan TSS Limbah Cair Tahu Di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. Jurnal Kesehatan Masyarakat (Journal Of Public Health), 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.
- Fitriatin, B. N., A. Yuniarti., T. Turmuktini., dan F. K. Ruswandi. 2014. *The Effect of Phosphate Solubilizing Microbe Producing Growth Regulators on Soil Phosphate, Growth and Yield of Maize and Fertilizer Efficiency on Ultisol.* Eurasian J. of Soil Sci. Indonesia. Hal:101-107.
- Hartanti, P. I., Sutanhaji, A. T., & Wirosedarmo, R. (2013). Pengaruh kerapatan tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap penurunan logam chromium pada limbah cair penyamakan kulit. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 1 (2): 31–37.

- Hermawati, E., Wiryanto, dan Solichatun, (2005), "Fitoremediasi Limbah Detergen Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) dan Genjer (*Limnocharis flava* L.), Biosmart Vol. 7 (2): 115-124.
- Hidayat, F 2019. Penentuan Kerapatan Tanaman *Thypha Latifolia* Dengan Lahan Basah Buatan (Constructed Wetland) Dalam mereduksi Logam Kadmium (Cd) Pada Limbah Penyamakan Kulit. Skripsi. Malang. Universitas Brawijaya.
- Hardyanti, N., dan Rahayu, S.S., (2007), "Fitoremediasi Phospat dengan Pemanfaatan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) (Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry).
- Istighfari, S. 2018. Pemanfaatan Kayu Apu (*pistia stratiotes*) untuk Menurunkan Kadar BOD, COD, dan Fosfat pada Air Limbah Laundry. ISSN No. 2623-1727.
- Kholidiyah N, 2010. Respon Biologis Tumbuhan Eceng Gondok sebagai Biomonitoring Pencemaran Logam Berat Cadmium (Cd) dan Plumbum (Pb) pada Sungai Pembuangan Lumpur Lapindo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
- Kusuma dkk (2019). Pengolahan Limbah Laundry Dengan Metode Moving Bed Biofilm Reaktor (MBBR). Jurnal Teknik Lingkungan. Vol. 02, No. 1. (001-010).
- Mânzatu, C., Nagy, B., Silaghi-Dumitrescu, L., Török, A., & Cornelia, M.(2015). *Crystal Violet Dye Biosorption and Phytoextraction using Living Salvinia natans and Salvinia natans powder: A comparative study*. Studia UBB Chemia, 4 :
- Muzanah dan Soewondo.2008. Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Efisiensi Penyisihan COD Limbah Cair Pulp dan Kertas dengan Reaktor Kontak Stabilisasi.
- Murcrortt and Lucas, "Nepal Water Project :2001-2002, Journal Departement of Civil and Environmental Engineering Progran". *Massachussetts Institute of Technology*. 2002.
- Mulyani, A., A. Rachman., dan A. Dairah. 2010. Penyebaran Lahan Masam, Potensi dan Ketersediaannya Untuk Pengembangan Pertanian. dalam Prosiding Simposium Nasional Pendayagunaan Tanah Masam. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. Hal: 23-34
- Ngai, T. and Walewijk, S. "The Arsenic Biosand Filter (ABF) Design of An Appropriate Household Drinking Water Filter for Rural Nepal", Nepal, 2003.
- Qurrotu A'yun, D. (2015). Penurunan Konsentrasi Ammonium (NH₄⁺) Pada Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Cattail (*Typha Angustifolia*) Dan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*).

- Padmaningrum, RT., Aminatun, T., Yuliati, (2014), “Pengaruh Biomasa Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dan Teratai (*Nyphaea firecrest*) terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD, TSS, dan Derajat Keasaman Limbah Cair Laundry”, *Jurnal Penelitian Saintek*, Vol. 19 (2): 64-74.
- 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).
- Prasetyo, B. H dan D. A. Suriadikarta. 2006. Karakteristik , Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol Untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. *J. Litbang Pertanian*. Bogor.
- Rahimah, Z, Heldawati, H. 2016 pengolahan Limbah Deterjen Dengan Menggunakan Metode Koagulasi-Flokulasi menggunakan Koagulasi Kapur dan PAC. *Konversi*, Volume 5. Nomer 2 ,14.
- Ratna.2007. Pengaruh Mikoriza *Glomus fasciculatum* terhadap Akumulasi Logam Timbal (Pb) pada Tanaman Dahlia pinnata.
- Raisa, D, G,. (2017). Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry dengan Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*). TUGAS AKHIR – RE 141581. Universitas Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Ratnawati, R., Trihadiningrum, Y., dan Juliastuti, SR., (2016), “Composting of Rumen Content Waste Using Anaerobic-Anoxic-Oxic (A2O) Methods”, *Journal of Solid Waste Technology and Management*. Vol. 42 (2): 98-106.
- Risnawati, Damanhuri. 2009. Penyisihan Logam Pada Lindi Menggunakan Constructed Wetland. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Sutanto, H. B., 2015. Studi Pengolahan Air Limbah Industri Jasa Laundry menggunakan Kombinasi Biofilter dan Tanaman Bambu Air. Laporan Penelitian. Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.
- Suswati, Anna Catharina Sri Purna dan Gunawan Wibisono. 2013. Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Taman Tanaman Air (Constructed Wetlands). *Indonesian Green Technology Journal* Vol. 2 No. 2.
- Suprihatin, H. (2014). Penurunan Konsentrasi BOD Limbah Domestik Menggunakan Sistem Wetland dengan Tanaman Hias Bintang Air (*Cyperus Alternifolius*). *Dinamika Lingkungan Indonesia*, I(2), 80-87.
- Siswanto, et.al. (2014). Pengolahan Air Limbah Hotel Dengan Metode Free Surface Constructed Wetland Menggunakan Tumbuhan *Equisetum hymale*. *Jurnal Ilmiah Sains Terapan*, 5(1): 37-42.
- Stefhany, CA., Sutisna, M., Pharmawati, K., (2013), “Fitoremediasi Phospat dengan menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

pada Limbah Cair Industri Kecil Pencucian Pakaian (Laundry)”, Reka Lingkungan – Jurnal Institut Teknologi Nasional, Vol. 1 (1): 1-11.

- Setiarini, Dinda Wahyu. 2013. Penurunan BOD COD Pada Limbah Katering Menggunakan Pengolahan Fisik dan Konstruksi Subsurface Flow Wetland dan Biofilter dengan Tumbuhan Kana (*Canna indica*). Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Syafriadiman, Niken dan Saberina, “Prinsip Dasar Pengolahan Kualitas Air MM Press CV”, Seminar Mina Mandiri, Pekanbaru, 2005.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2010. Taksonomi Tumbuhan Spermatophyta. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- Sarialam.2009. Komponen Utama Yang Terdapat Pada Deterjen. <http://digilib.its.ac.id>. Diakses pada tanggal 9 Februari 201.
- Qurrotu A’yun, D. (2015). Penurunan Konsentrasi Ammonium (NH_4^+) Pada Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Cattail (*Typha Angustifolia*) Dan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*).
- Tangahu, B.V. dan Warmadewanthi, I.D.A.A., 2001. Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (*Typha angustifolia*) dalam Sistem Constructed Wetland. Jurnal Purifikasi, Volume 3. No.3: 127-132.
- Wallace, Scott D. dan Robert L. Knight. 2006. *Small Scale Constructed Wetland Treatment Systems: Feasibility, Design Criteria, and O&M Requirements*. The Water Environment Research Foundation: Unitedkingdom.
- Wandhana, Ridho. 2013. Pengolahan Air limbah Laundry Secara Alami (Fitoremediasi) dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*). Skripsi Program Studi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.
- Zhang, Y., (2012), “Design of a Constructed Wetland for Wastewater Treatment and Reuse in Mount Pleasant, Utah”, Master of Landscape Architecture, Utah University.



YAYASAN PENDIDIKAN JAMBI
Universitas Batanghari
FAKULTAS TEKNIK

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

SURAT KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI
NOMOR : 110 TAHUN 2021

T E N T A N G
PENUNJUKKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR
MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN PROGRAM STRATA SATU (S-1)
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI :

- MEMBACA** : Usulan Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Tentang Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
- 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.
- MENINGAT** : 1. Undang Undang Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Nasional.
2. Undang Undang Nomor : 14 Tahun 2005 Tentang Guru dan Dosen.
3. Peraturan Pemerintah Nomor : 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.
- Keempat** : 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.
- Keenam** : 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 : 18 AGUSTUS 2021
Dekan,


Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME

55

- Tembusan Disampaikan kepada :-*
1. Yth. Rektor Universitas Batanghari
 2. Yth. Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unbari
 3. Yth. Dosen Pembimbing yang bersangkutan
 4. Mahasiswa yang bersangkutan
 5. Arsip

LAMPIRAN : SK DEKAN NOMOR : 110 TAHUN 2021 TENTANG 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. | NANDO ATMAJA 1700825201058 | "FITOREMEDIASI AIR LIMBAH KELAPA SAWIT DENGAN ECENG GONDOK (EICHORNIA CRASSIPES) DAN KANGKUNG AIR (PHOMOEVA AQUATIC FORSKY)" | MARHADI, ST, M. SI | ANGGRIKA RIYANTI, ST. M. SI |

DITETAPKAN DI : JAMBI
PADA TANGGAL : 18 AGUSTUS 2021
Dekan,



Dr. Ir. H. Fakhru Rofi Yamali, ME



**LAPORAN HASIL PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS
LAB-JLI-21121223A**

| Identifikasi Laboratorium Laboratory Identification | Identifikasi Contoh Uji Sample Identification | Media/ Media | Tanggal Pengambilan Date of Sampling |
|--|--|-----------------|---|
| LAB-JLI-21121223A 17 | AL-1 (A01) | Air Limbah | — |
| LAB-JLI-21121223A 27 | AL-2 (A 01) | Air Limbah | — |
| LAB-JLI-21121223A 37 | AL-3 (B 01) | Air Limbah | — |
| LAB-JLI-21121223A 47 | AL-4 (A02) | Air Limbah | — |
| LAB-JLI-21121223A 57 | AL-5 (B02) | Air Limbah | — |
| LAB-JLI-21121223A 67 | AL-6 (A03) | Air Limbah | — |
| LAB-JLI-21121223A 77 | AL-6 (B 03) | Air Limbah | — |

| NO | PARAMETER | HASIL/RESULT | | | | BML/ EQS * | SATUAN/ UNIT | METODE/ METHOD |
|-----------------------|---|--------------|--------|--------|--------|---------------|-----------------|-----------------------------------|
| | | AL-1 | AL-2 | AL-3 | AL-4 | | | |
| KIMIA/CHEMICAL | | | | | | | | |
| 1 | Kebutuhan Oksigen Kimawi (Chemical Oxygen Demand (COD)) | 950.39 | 433.93 | 486.66 | 231.33 | - | mg/L | KM.JLI-12 (Spectrofotometer) |
| 2 | Total Fosfat sebagai P (Total Phosphate as P ⁴) | 0.7624 | 0.6367 | 0.6784 | 0.4945 | - | mg/L | APHA 23rd Edition 4500-P-B-E-2017 |

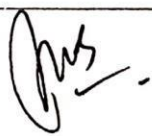
| NO | PARAMETER | HASIL/RESULT | | | BML/ EQS * | SATUAN/ UNIT | METODE/ METHOD |
|-----------------------|---|--------------|--------|--------|---------------|-----------------|-----------------------------------|
| | | AL-5 | AL-6 | AL-7 | | | |
| KIMIA/CHEMICAL | | | | | | | |
| 1 | Kebutuhan Oksigen Kimawi (Chemical Oxygen Demand (COD)) | 233.33 | 195.69 | 209.33 | - | mg/L | KM.JLI-12 (Spectrofotometer) |
| 2 | Total Fosfat sebagai P (Total Phosphate as P ⁴) | 0.4590 | 0.3907 | 0.4008 | - | mg/L | APHA 23rd Edition 4500-P-B-E-2017 |

Perincian Note
 1. BML
 2. EQS
 3. Parameter dalam laporan ini / Parameters in certificate
 4. Catatan: hasil bertanggung jawab terhadap pengambilan contoh uji
 The laboratory is not responsible for sampling

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

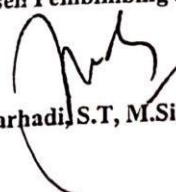
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Nando Atmaja
 NPM : 1700825201058
 Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) dan Tumbuhan Kana (*Canna Indica*)

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|----------|-------------------------|---|
| | 4/3 2022 | lanjut ke pembimbing II |  |



Jambi, 4-3-2022

Dosen Pembimbing I


 (Marhadi, S.T, M.Si)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Nando Atmaja
NPM : 1700825201058
Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) dan Tumbuhan Kana (*Canna Indica*)

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|------------|--|--|
| | 7/3 - 2022 | - Perbaiki tujuan dan penyelesaian tabel bab 4 |  |
| | 8/3 - 2022 | ACC judul |  |

Jambi, _____, Maret 2022

Dosen Pembimbing II




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

59

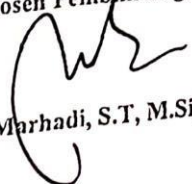
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Nando Atmaja
 NPM : 1700825201058
 Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) dan Tumbuhan Kana (*Canna Indica*)

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|------------|---------------------|---|
| | 10/02 2022 | see Sndg TA |  |


Jambi, _____ 2022

Dosen Pembimbing I


(Marhadi, S.T, M.Si)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Nando Atmaja
 NPM : 1700825201058
 Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) dan Tumbuhan Kana (*Canna Indica*)

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|------------|---------------------|---|
| | 15-02-2022 | ACC Sidang TA |  |



Jambi, _____ 2022

Dosen Pembimbing II


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

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Nando Atmaja
NPM : 1700825201058
Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) dan Tumbuhan Kana (*Canna Indica*)

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|-----------|--|---|
| | 9/2-2022 | - tambahkan pembasasan tentang lapisan biofilm pada media pasir, waktu tinggal, hub. pH dan Reaktor. - (ajit dengan pembimbing I) |  |
| | 15/2-2022 | - Perbaiki abstrak. - tambahkan nilai fosfat & COD pd latar belakang |  |



Jambi, _____ 2022

Dosen Pembimbing II


(Anggrika Riyanti, S.T, M.Si) 62

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Nando Atmaja
 NPM : 1700825201058
 Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Kayu Apu (*Fistia Stratiotes L.*) dan Tumbuhan Kana (*Canna Indica*)

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|-----------|--|---|
| | 30/1-2022 | - Perbaiki pembahasan mengenai penyisihan faktor A & B - Jelaskan peran ligan kompleks tanaman pada faktor A & B - Review teori CO ₂ & fototak dan mengenai penyisihannya |  |
| | 3/2-2022 | - perbaiki tabel & grafik efisiensi penyisihan - lanjutkan penjelasan ttg pengaruh waktu tinggal & jumlah tanaman. |  |

Jambi, _____ 2022

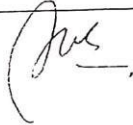
Dosen Pembimbing II


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

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

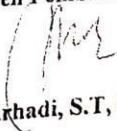
HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Nando Atmaja
 NPM : 1700825201058
 Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) dan Tumbuhan Kana (*Canna Indica*)

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|----------------|----------------------|---|
| | 30 / 10 / 2021 | Ace Seminar proposal |  |




Jambi, 30 / 10 / 2021

Dosen Pembimbing I


(Marhadi, S.T, M.Si)

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Nando Atmaja
NPM : 1700825201058
Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) dan Tumbuhan Kana (*Canna Indica*)

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|----------|---|---|
| | 14/10-21 | - perbaiki bab 3 - tambahkan gambar reaktor - perbaiki diagram alir |  |
| | 18/10-21 | - perbaiki batasan masalah - perbaiki gambar desain reaktor, tuliskan gambar bukap samping - tambahkan perhitungan debit Q dan t _d |  |
| | 29/10-21 | ACC seminar proposal |  |



Jambi, 2021

Dosen Pembimbing II


(Anggrika Riyanti, S.T, M.Si) ⁶⁵

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Nando Atmaja
 NPM : 1700825201058
 Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) dan Tumbuhan Kana (*Canna Indica*)


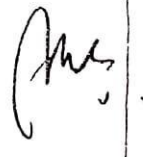
| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|------------|---|---|
| | 21/09-21 | <ul style="list-style-type: none"> - Labor belalang belum rinci, pertajam labor belalang & masukkan hasil penelitian yg mendukung. - Tugan & formula masalah & perbaikan - Cari literatur mengenai perlakuan untuk mengukur pengaruh jumlah tanaman terhadap penyirihan limbah |  |
| | 06/10-2021 | <ul style="list-style-type: none"> - Cari literatur jarak tanam kana. - lanjutkan bab 3, hitung tdt berdasarkan volume dan Q. |  |

Jambi, _____ 2021
 Dosen Pembimbing II

(Anggrika Riyanti, S.T, M.Si)⁶⁶

HALAMAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Nando Atmaja
 NPM : 1700825201058
 Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) dan Tumbuhan Kana (*Canna Indica*)

| No. | Tanggal | Kegiatan/Pembahasan | Paraf |
|-----|--------------|--|---|
| | 26 8 2021 | - judul di pabeli - Nyoran & media media di pabeli di pabeli by lshar |  |
| | 8 9 2021 | - Seharun by pabeli D - pabeli & Nyoran di pabeli - pabeli Guler pabeli - Guler pabeli pabeli demi Guler pabeli |  |

Jambi, _____ 2021

Dosen Pembimbing I

(Marhadi, S.T, M.Si)

Lampiran Dokumentasi Foto Alat



Proses Pembuatan Bak Reaktor
Constructed Wetland



Proses Penambahan Media
Kerikil Pada Bak Reaktor
Constructed Wetlan



Proses Pemasangan Pipa Pada
Bak Reaktor *Constructed
Wetland*



Proses Penambahan Media
Tanah Dan Pasir Pada Bak
Reaktor *Constructed Wetland*

Lampira Dokumentasi Foto Alat (Lanjutan)



Proses Akhir Siap Tanam Pada
Bak Reaktor *Constructed*
Wetland



Proses Akhir Siap Pemasangan
Pipa Aliran *Flow Vertical*



Proses Tanaman Cana Siap
Untuk Ekperimen



Proses Tanaman Cana Siap
Untuk Ekperimen

Lampiran Perhitungan Efisiensi Penyisihan

Perhitungan Efisiensi Penyisihan Konsentrasi COD Dan Fosfat

| Reaktor | Uji Awal | | Uji Akhir | | Penyisihan (%) | |
|---------|------------|---------------|------------|---------------|----------------|---------|
| | COD (mg/l) | Fosfat (mg/l) | COD (mg/l) | Fosfat (mg/l) | COD | Fosfat |
| A | | | | | 0 % | |
| A1 | | | 0 | 0 | 48,55 % | 0% |
| A2 | 950,39 | 0,7624 | 488,93 | 0,6367 | 75,34 % | 16,48 % |
| A3 | | | 234,33 | 0,4945 | 79,40 % | 35,13 % |
| | | | 195,69 | 0,3907 | | 48,75 % |
| B | | | 0 | 0 | 0% | 0% |
| B1 | 950,39 | 0,7624 | 486,66 | 0,6768 | 48,79 % | 11,22 % |
| B2 | | | 238,88 | 0,4590 | 74,86 % | 39,79 % |
| B3 | | | 209,33 | 0,4008 | 77,97 % | 47,42 % |

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 COD

- Reakto A1

$$E = \frac{950,39 \text{ mg/l} - 488,93 \text{ mg/l}}{950,39 \text{ mg/l}} \times 100\% = 48,55\%$$

- Reaktor A2

$$E = \frac{950,39 \text{ mg/l} - 234,33 \text{ mg/l}}{950,39 \text{ mg/l}} \times 100\% = 75,34\%$$

- Reaktor A3

$$E = \frac{950,39 \text{ mg/l} - 195,69 \text{ mg/l}}{950,39 \text{ mg/l}} \times 100\% = 79,40 \%$$

- Reaktor B1

$$E = \frac{950,39 \text{ mg/l} - 486,66 \text{ mg/l}}{950,39 \text{ mg/l}} \times 100\% = 48,79 \%$$

- Reaktor B2

$$E = \frac{950,39 \text{ mg/l} - 238,88 \text{ mg/l}}{950,39 \text{ mg/l}} \times 100\% = 74,86 \%$$

- Reaktor B3

$$E = \frac{950,39 \text{ mg/l} - 209,33 \text{ mg/l}}{950,39 \text{ mg/l}} \times 100\% = 77,97 \%$$

Kemudian , pada konsentrasi Fosfat

- Reaktor A1

$$E = \frac{0,7624 \text{ mg/l} - 0,6367 \text{ mg/l}}{0,7624 \text{ mg/l}} \times 100\% = 16,48 \%$$

- Reaktor A2

$$E = \frac{0,7624 \text{ mg/l} - 0,4945 \text{ mg/l}}{0,7624 \text{ mg/l}} \times 100\% = 35,13 \%$$

- Reaktor A3

$$E = \frac{0,7624 \text{ mg/l} - 0,3907 \text{ mg/l}}{0,7624 \text{ mg/l}} \times 100\% = 48,75 \%$$

- Reaktor B1

$$E = \frac{0,7624 \text{ mg/l} - 6768 \text{ mg/l}}{0,7624 \text{ mg/l}} \times 100\% = -11,22 \%$$

- Reaktor B2

$$E = \frac{0,7624 \text{ mg/l} - 0,4590 \text{ mg/l}}{0,7624 \text{ mg/l}} \times 100\% = 39,79 \%$$

- Reaktor B3

$$E = \frac{0,7624 \text{ mg/l} - 0,4008 \text{ mg/l}}{0,7624 \text{ mg/l}} \times 100\% = 47,42 \%$$



YAYASAN PENDIDIKAN JAMBI
Universitas Batanghari
FAKULTAS TEKNIK

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

SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI
NOMOR : 41 TAHUN 2022
T E N T A N G
PENUNJUKAN DOSEN PENGUJI UJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA
DI LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK

DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI :

- MEMBACA** : Surat Ketua Program studi Teknik Lingkungan Tentang usulan Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
- MENIMBANG** : 1. Bahwa Mahasiswa yang namanya tercantum pada Surat Keputusan ini memenuhi syarat untuk mengikuti Ujian Tugas Akhir.
2. Bahwa Dosen yang namanya tercantum pada Surat Keputusan ini memenuhi syarat sebagai Penguji Ujian Tugas Akhir yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Dekan.
- 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 ttg Pemberhentian dan Pengangkatan Dekan, Kepala Biro,Lembaga dan Badan di Lingkungan Unbari.

M E M U T U S K A N

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

| | | |
|-----------------------------|---|--|
| Nama Mahasiswa | : | Nando Atmaja |
| NPM/Program Studi | : | 1700822201058/Teknik Lingkungan |
| Judul Tugas Akhir | : | <i>Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Kayu Apu (Pistia Stratiotes L) Dan Tumbuha Kana (Canna Indica)</i> |
| Nama Dosen Penguji | | Jabatan Dalam Ujian Tugas Akhir |
| Hadrah, ST, MT | : | Ketua Sidang |
| Anggrika Riyanti, ST, M. Si | : | Sekretaris Sidang |
| Marhadi, ST, M.Si | : | Penguji I |
| Siti Umi Kalsum, ST, M. Eng | : | Penguji II |
| Asih Suzana, ST, MT | : | Penguji III |

- Kedua : Pelaksanaan Ujian Tugas Akhir pada **Sabtu/19 Februari 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
T A R I K H : 16 Februari 2022



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.



YAYASAN PENDIDIKAN JAMBI
Universitas Batanghari Fakultas Teknik

PROGRAM STUDI TEKNIK Lingkungan
JALAN SLAMET RIYADI BRONI JAMBI INDONESIA TEL.P. (0741) 668280

Nomor : 20 /TL-UBR/II/2022
Lampiran : 1 (satu) TA
Perihal : Undangan Sebagai Penguji Tugas Akhir

Jambi, 16 Februari 2022

Kepada Yth,
Ibu Hadrah, ST,MT (Ketua Sidang)
Ibu Anggrika Riyanti, ST, M.Si (Sekretaris Sidang)
Bapak Marhadi, ST, M.Si (Penguji I)
Ibu Siti Umi Kalsum, ST, M. Eng (Penguji II)
Ibu Asih Suzana, ST, MT (Penguji III)
Di

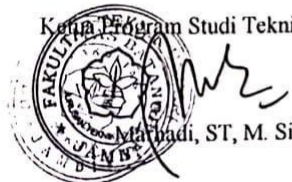
Tempat

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 : Sabtu/19 Februari 2022
Jam : 08.00 WIB s/d selesai
Tempat : Ruang Fakultas Teknik 07
Nama Mahasiswa : **Nando Atmaja**
NPM : 1700825201058
Ujian : **Offline**
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Tugas Akhir : **"Fitoremediasi Air Limbah Laundry Dengan Tumbuhan Kayu Apu (Pistia Startiotes L) Dan Tumbuhan Kana (Canna Indica)"**

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

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



Tembusan Disampaikan Kepada :

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

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

BERITA ACARA UJIAN/SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari ini, SABTU, Tanggal 19 Februari, 2022, telah dilaksanakan Ujian Tugas Akhir mahasiswa

Nama : Nando Atmaja
 NPM : 1700825201058
 Waktu : 08:00 s/d selesai
 Tempat : R. FT. 07

Judul Tugas Akhir :

Fitoremediasi Air Limbah laundry dengan Tanaman Kana
(Canna Indica) pada Constructed Wetland

Hasil evaluasi Tim Penguji sebagai berikut :

| | Nama Tim Penguji | Nilai | Tanda tangan |
|---------------|-----------------------------|-------|--------------|
| Pembimbing I | Marhadi, ST, M. Si | 85 | 1. |
| Pembimbing II | Anggrika Riyanti, ST, M. Si | 84 | 2. |
| Penguji I | Hadrah, ST, MT | 82 | 3. |
| Penguji II | Siti Umi Kalsum, ST, M. Eng | 81,9 | 4. |
| Penguji III | Asih Suzana, ST, MT | 81 | 5. |
| | Jumlah | 413,9 | |
| | Nilai Rata-Rata / Huruf | 82,78 | (A) |

Keputusan Tim Penguji pada Sidang Tugas Akhir :

① LULUS, dengan nilai : 82,78 / A

Perbaikan :

sesuai lembar revisi (selama 2 minggu)


2. TIDAK LULUS, dengan catatan sebagai berikut :

Sekretaris sidang,


(Anggrika Ryanti, ST, M, Si)

Jambi, 19 Februari 2022

Ketua sidang,


(Hadrah, ST, MT)

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

Marhadi, ST, M.Si

Kriteria Penilaian:

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