

**PENYISIHAN BOD, TSS, DAN FOSFAT DENGAN  
SISTEM FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN  
TANAMAN MELATI AIR (*ECHINODORUS  
PALAEFOLIUS*)**

**TUGAS AKHIR**



**NIKEN ARYANI**

**1200825201008**

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

**JAMBI**

**2017**

**PENYISIHAN BOD, TSS, DAN FOSFAT DENGAN  
SISTEM FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN  
TANAMAN MELATI AIR (*ECHINODORUS  
PALAEFOLIUS*)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**NIKEN ARYANI**

**1200825201008**

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

**JAMBI  
2017**

## HALAMAN PERSETUJUAN

### **PENYISIHAN BOD, TSS, DAN FOSFAT DENGAN SISTEM FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN MELATI AIR (*ECHINODORUS PALAEFOLIUS*)**

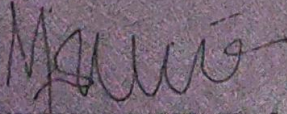
#### TUGAS AKHIR

Oleh

**NIKEN ARYANI**  
1200825201008

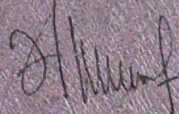
Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi, menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul dan Penyusun sebagaimana tersebut diatas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku dan dapat diajukan dalam ujian Tugas Akhir dan komprehensif Program Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Pembimbing I

  
MONIK KASMAN, ST, M. Eng. Sc  
NIDN. 0003088001

Jambi, 2017

Pembimbing II

  
PEPPY HERAWATI, ST, MT  
NIDN. 1012027402

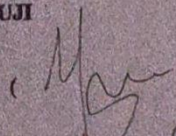
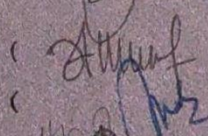



**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENYISIHAN BOD, TSS, DAN FOSFAT DENGAN  
SISTEM FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN  
TANAMAN MELATI AIR (*ECHINODORUS  
PALAEFOLIUS*)**

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


Nama : Niken Aryani  
NIM : 1200825201008  
Hari/ Tanggal : Selasa / 26 September 2017  
Jam : 10.00 Wib  
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik UNBARI

**PANITIA PENGUJI**

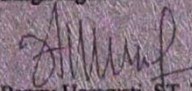
Ketua  
1. Monik Kasman, ST, M. Eng, Sc (  )  
NIDN.0003088001  
Anggota :  
2. Peppy Herawati, ST, MT (  )  
NIDN. 1012027402  
3. Marhadi, ST, M. Si (  )  
NIDN. 1008038002  
4. Hadrah, ST, MT (  )  
NIDN.1020088802  
5. Henry Wibowo, ST, ME (  )  
NIDN. -

**Disahkan Oleh**

Dekan Fakultas Teknik

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

Ketua Program Studi Teknik  
Lingkungan

  
Peppy Herawati, ST, MT  
NIDN.1012027402

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN



Yang Bertandatangan di bawah ini :

Nama : Niken Aryani

NIM : 1200825201008

Judul : PENYISIHAN BOD, TSS DAN FOSFAT DENGAN SISTEM FOTOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN MELATI AIR (*ECHINODORUS PALAEFOLIUS*)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karyasendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur 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, 2017

Niken Aryani

## ABSTRAK

### **PENYISIHAN BOD, TSS DAN FOSFAT DENGAN SISTEM FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN MELATI AIR (*ECHINODORUS PALAEFOLIUS*)**

Niken Aryani; Dibimbing Oleh Pembimbing I Monik Kasman,ST,M.Eng.Sc dan Pembimbing II Peppy Herawati, ST, MT

xiv + 45 halaman, 7 tabel, 8 gambar, 7 lampiran

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menguji Penurunan Parameter pencemar BOD, TSS dan Fosfat pada *grey water* dengan sistem Fitoremediasi menggunakan tanaman melati air. Terdapat 2 (dua) variable yaitu variabel terikat yang meliputi pH, BOD, TSS dan Fosfat sedangkan variabel bebas meliputi waktu tinggal / waktu detensi yang terdiri dari 3 tiga hari; empat hari; lima hari; enam hari; dan tujuh hari. Pengambilan sampel *grey water* dilakukan dengan metode grab sampling. Perlakuan terhadap melati air menggunakan Bak reactor uji yang dibedakan menjadi 4 bak yaitu Bak kontrol, bak dengan melati air berdaun 15 (B I), bak dengan melati air berdaun 25 (B II), dan bak dengan melati air berdaun 35 (B III). Hasil Penelitian menunjukkan bahwa waktu tinggal dan kondisi bak sangat mempengaruhi laju penurunan parameter pencemar BOD, TSS dan Fosfat pada *grey water*

**Kata Kunci** : *grey water, fitoremediasi, BOD, TSS, Fosfat*

## **ABSTRACT**

*This experiment is for knowing the reduction of BOD, TSS and phosphate pollutant parameters in grey water with the phytoremediation system using water jasmine plants. There are 2 (two) variables, the dependent variable which includes pH, BOD, TSS and Phosphate and the independent variable includes detention time which consists of 3,4,5,6,and 7 days. Grey water samples were taken using grab sampling method. The treatment of water jasmine used labororium scale reactor. The grey water using water jasmine was carried out in labororium scale reactor. Each reactors was planted with certain number of water jasmine. There were five reactors used in this experiment consisting the control reactor without water jasmine; Reactor BI with 15 leaves of water jasmine; reactor BII with 25 leaves of water jasmine; and reactor BIII with 35 leaves of water jasmine. The results showed that detention time and reactor's conditions highly influenced the rate of reduction of BOD, TSS and Phosphate pollutant parameters in grey water.*

**Keywords:** *grey water, phytoremediation, BOD, TSS, Phosphate*

## PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT karena Ridho dan KaruniaNya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan baik. Laporan Tugas Akhir ini berjudul

**“PENYISIHAN BOD, TSS, DAN FOSFAT DENGAN SISTEM FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN MELATI AIR (*ECHINODORUS PALAEFOLIUS*)”**

yang mana pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Pasar, Kota Jambi. Selama proses penyelesaian laporan tugas akhir ini penulis memperoleh bantuan, bimbingan, pengarahan, dan support dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada ;

1. Bapak Dr.Ir.H. Fakhrol Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi;
2. Ibu Monik Kasman,ST,M.Eng,Sc Selaku Kepala Program Studi Teknik Lingkungan, dan Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan masukan dalam penyelesaian laporan ini;
3. Ibu Peppy Herawati, ST, MT sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan masukan dalam penyelesaian laporan ini;
4. Untuk Ibuku, Bulik dan Om Wahyudi, serta kedua abangku yang kusayangi dan saudara-saudaraku yang senantiasa mendoakan memberi semangat serta nasehat kepada penulis dan semua keluarga besar yang selalu mensupport terima kasih atas doanya;



5. Bapak dan ibu penguji yang telah banyak memberikan masukan dan saran untuk kesempurnaan tugas akhir ini;
6. Bapak dan ibu dosen serta karyawan dan karyawan/i Fakultas Teknik Universitas Batanghari;
7. Semua teman-teman mahasiswa/i Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari Jambi yang telah memberikan *support* dalam penyelesaian laporan ini;
8. Semua teman-teman yang tidak disebutkan satu per satu yang telah membantu dan memberikan *support* dalam penulisan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan penelitian tugas akhir ini tak luput dari kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna membuat laporan ini lebih baik lagi.

Akhirnya penulis berharap laporan penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan berbagai pihak lainnya.

Jambi, Oktober 2017

Niken Aryani

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Niken Aryani

NIM : 1200825201008

Judul : PENYISIHAN BOD, TSS DAN FOSFAT DENGAN SISTEM FOTOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN MELATI AIR (*ECHINODORUS PALAEFOLIUS*)

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

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

Jambi, Oktober 2017

Penulis

Niken Aryani

## DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| COVER.....  | i       |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....  | iii     |
| HALAMAN PENGESAHAN.....   | iv      |
| HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....  | v       |
| ABSTRAK.....  | vi      |
| PRAKATA.....  | viii    |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....                                 | x       |
| DAFTAR ISI.....   | xi      |
| 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 Manfaat Penelitian.....   | 4       |
| 1.6 Sistematika Penulisan Laporan.....  | 5       |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....  | 6       |
| 2.1 <i>Grey water</i> .....   | 6       |
| 2.2 Sumber dan Dampak Limbah grey Water .....                                 | 7       |
| 2.3 Teknologi Alternatif Pengolahan <i>Grey Water</i> .....                   | 9       |
| 2.4 Tumbuhan yang digunakan dalam Fitoremediasi.....                          | 14      |
| 2.5 Tanaman Melati Air.....   | 15      |
| 2.6 Lahan Basah Buatan ( <i>Construction Wetland</i> ).....                   | 16      |
| 2.7 Implementasi Penggunaan Fitoremediasi pada Penelitian Grey Water<br>..... | 19      |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....  | 21      |
| 3.1 Jenis Penelitian.....   | 21      |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....   | 21      |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3 Variabel penelitian.....   | 21        |
| 3.4 Alat dan Bahan .....   | 22        |
| 3.5 Prosedur Penelitian.....   | 23        |
| 3.6 Metode Analisis pada Parameter Pencemaran.....   | 27        |
| <b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>  | <b>32</b> |
| 4.1 Karakteristik Limbah Grey Water Kampus Universitas Batanghari<br>Jambi .....                         | 32        |
| 4.2 Kondisi Fisik tanaman .....  | 32        |
| 4.3 Analisis Pengaruh Kondisi Tanaman Melati Air dan Waktu Detensi<br>Terhadap pencemar Grey water ..... | 34        |
| 4.4 Efisiensi Penurunan Konsentrasi Pencemar pada Grey<br>Water.....                                     | 41        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>   | <b>45</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....  | 45        |
| 5.2 Saran.....   | 45        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>   | <b>44</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|   | Hal |
|---|-----|
| Gambar 2.1 Mekanisme kerja tanaman                          | 12  |
| Gambar 2.2 Melati Air                                       | 16  |
| Gambar 2.3 Lahan Basah Buatan sistem aliran Permukaan       | 18  |
| Gambar 2.3 Lahan Basah Buatan sistem aliran bawah Permukaan | 19  |
| Gambar 3.1 Prosedur Penelitian                              | 23  |
| Gambar 3.2 Instalasi Bak Eksperimen                         | 26  |
| Gambar 4.1 Kondisi Awal Melati Air                          | 33  |
| Gambar 4.2 Kondisi Melati Air Setelah Penelitian            | 33  |
| Gambar 4.3 Analisa Parameter pH                             | 35  |
| Gambar 4.4 Analisa Parameter BOD                            | 36  |
| Gambar 4,5 Analisa Parameter TSS                            | 38  |
| Gambar 4.6 Analisa Parameter Fosfat                         | 40  |
| Gambar 4.7 Efisiensi Penurunan Konsentrasi BOD              | 41  |
| Gambar 4.8 Efisiensi Penurunan Konsentrasi TSS              | 42  |
| Gambar 4.9 Efisiensi Penurunan Konsentrasi Fosfat           | 43  |

## DAFTAR TABEL

|   | Hal |
|---|-----|
| Tabel 3.1 Metode Analisis pada Parameter Pencemar | 27  |
| Tabel. 4.1 Karakteristik Awal Grey Water          | 32  |
| Tabel 4.2 Analisa Parameter pH                    | 34  |
| Tabel 4.3 Analisa Parameter BOD                   | 35  |
| Tabel 4.4 Analisa Parameter TSS                   | 37  |
| Tabel 4.5 Analisa Parameter Fosfat                | 39  |

## DAFTAR LAMPIRAN

|               |  |
|---------------|--|
| LAMPIRAN I    | : SK Pembimbing  |
| LAMPIRAN II   | : SK Komperehensif   |
| LAMPIRAN III  | : Lembar Asistensi   |
| LAMPIRAN IV   | : Berita Acara   |
| LAMPIRAN V    | : Hasil Uji Laboratorium   |
| LAMPIRAN VI   | : Kepmen LHK P. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu<br>Limbah Domestik |
| Lampiran VII  | : Dokumentasi  |
| Lampiran VIII | : SNI  |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Universitas Batanghari Jambi merupakan salah satu perguruan tinggi swasta di Kota Jambi dengan jumlah mahasiswa sebesar 16.033 orang dan jumlah dosen dan karyawan sebesar 470 orang. Peningkatan mahasiswa di Universitas Batanghari setiap tahunnya, menuntut pihak Universitas untuk meningkatkan sarana sanitasi di lingkungan Kampus. Jika aktifitas kampus meningkat sedangkan sarana sanitasi tidak ditingkatkan maka dikhawatirkan akan menjadi masalah bagi lingkungan sekitar kampus.

Salah satu limbah yang dihasilkan oleh Kampus Universitas Batanghari adalah limbah domestik atau limbah cair rumah tangga. Berdasarkan Keputusan menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik yang dimaksud dengan air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari – hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air.

Mukhtasor (2007) membagi air limbah menjadi 2 (dua) yaitu air kelabu (*grey water*) dan air hitam (*black water*). *Grey water* adalah air limbah yang berasal dari aktifitas domestik contohnya dari mandi, buangan dapur dan cucian baju. *Black water* adalah istilah untuk air yang sangat terkontaminasi seperti air *septic tank* dan air limbah dapur. Sekitar 60% - 85% dari penggunaan air bersih, 75% berubah menjadi *grey water* (Wijiono, 2012).



*Grey water* kampus Universitas Batanghari Jambi dengan jumlah mahasiswa dan dosen 16.053 orang diperkirakan 990.180 liter/hari. Jumlah tersebut berdasarkan pemakaian air bersih 100 liter/ hari dengan rasio air buangan 60%. Besarnya kuantitas *grey water* Universitas Batanghari dapat berpotensi menjadi bahan baku air bersih untuk pemenuhan kebutuhan aktifitas kampus oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan *grey water*.

Salah satu cara untuk memproses atau mengolah limbah *grey water* adalah dengan sistem fitoremediasi yaitu menggunakan vegetasi (tanaman) untuk menghilangkan dan memperbaiki kondisi tanah, *sludge*, kolam, sungai dari kontaminan (Melethia dkk, 1996) . Pengolahan dengan sistem ini dinilai sangat tepat mengingat karakteristik air limbah *grey water* dengan beban organik relatif kecil serta unsur nitrogen dan fosfat yang tinggi. Unsur nitrogen dan fosfat pada air limbah ini merupakan pupuk alami bagi tumbuhan sehingga sistem pengolahan dapat dilaksanakan dengan teknologi sederhana, praktis, mudah dan murah dalam pemeliharannya.

Keuntungan fitoremediasi adalah dapat bekerja pada senyawa organik dan anorganik, prosesnya dapat dilakukan secara insitu dan eksitu, mudah diterapkan dan tidak memerlukan biaya yang tinggi, teknologi yang ramah lingkungan, serta dapat mereduksi kontaminan dalam jumlah yang besar. Sedangkan kerugian fitoremediasi ini adalah prosesnya memerlukan waktu lama. (Santriyana, Dery Diah,dkk. 2013).

Beberapa tanaman air sering diterapkan dalam sistem pengolahan limbah memanfaatkan lahan basah baik yang alami maupun buatan. Tanaman hias yang dapat tumbuh di lingkungan *wetland* yaitu selalu dicirikan dengan kehadiran air dalam sistem. Tumbuhan melati air (*Echinodorus palaefolius*) merupakan tumbuhan yang akarnya terletak pada dasar perairan dan reproduksinya secara fleksibel (lehtonen, 2009). Tumbuhan ini dapat digunakan pada fitoremediasi karena dapat menurunkan kadar nutrien (eutrofikasi) pada perairan (Brouwer, 2002). Tumbuhan melati air ini mudah tumbuh dan tidak memerlukan perawatan yang khusus. Oleh sebab itu penulis ingin mencoba melakukan penelitian pada pengolahan *grey water* kampus Universitas Batanghari menggunakan tanaman melati air dengan sistem fitoremediasi-*wetland construction*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Penelitian bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengolahan *grey water* menggunakan melati air dengan fitoremediasi-*wetland construction*. Adapun rumusan masalah penelitian adalah :

1. Mengetahui pengaruh penggunaan tanaman melati air terhadap jumlah penyisihan parameter pencemar pada *grey water* Kampus Universitas Batanghari Jambi
2. Berapa waktu tinggal optimal yang dibutuhkan dalam pengolahan air limbah *grey water* dengan sistem fitoremediasi menggunakan tanaman melati air?

## **1.3 Batasan Masalah**

Lingkup penelitiannya adalah :

1. Sampel limbah *grey water* diambil di kawasan kampus Universitas Batanghari Jambi dengan sistem *grab sampling*.
2. Proses fitoremediasi dilakukan dengan metode *wetland construction* dengan variasi waktu tinggal (td) 3 (tiga) hari, 4(empat) 5 (lima) hari, 6 (enam) dan 7 (Tujuh) hari.
3. Parameter yang diamati adalah pH, BOD, TSS, dan Fosfat

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh laju penyisihan parameter pencemar pengolahan *grey water* dengan sistem fitoremediasi- *wetland construction* menggunakan tumbuhan melati air
2. Untuk mengetahui waktu tinggal optimal yang dibutuhkan dalam pengolahan air limbah *grey water* dengan sistem fitoremediasi- *wetland construction* menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*)

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil dari pelaksanaan penelitian diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Mengurangi dampak pencemaran *grey water*
2. Memberikan alternatif pengolahan *grey water* yang lebih mudah, murah dan efisien.

3. Menambah referensi bagi mahasiswa yang ingin mengetahui cara pengolahan *grey water* dengan sistem fitoremediasi – *wetland construction*

## **1.6 Sistematika Penyusunan Laporan**

Sistematika penyusunan laporan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

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

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Pada Bab II, deskripsi teori pendukung yang berkaitan dengan *grey water*, pengolahan limbah *grey water*, fitoremediasi, *wetland construction*, parameter pencemar dan hal – hal lainnya

### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Pada Bab III berisi penjelasan metoda serta prosedur pelaksanaan penelitian.

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini, dibahas mengenai proses dan hasil penelitian, perhitungan dan pengolahan data.

### **BAB V: KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 *Grey Water***

*Grey Water* adalah limbah cair domestik yang terpisah dengan limbah dari toilet/kakus (*black water*). *Grey water* berasal dari bekas air mandi, air bekas mencuci pakaian baik, dan air bekas aktifitas dapur rumah tangga, gedung – gedung perkantoran maupun sekolah (Erickson,dkk, 2002).

Limbah cair domestik pada dasarnya berasal dari ekskresi tubuh yaitu feses dan urine, maupun cairan lain yang berasal dari mandi, cuci, penyediaan makanan maupun pembersihan dapur. Limbah domestik biasanya mengandung bahan-bahan yang terdiri dari berbagai bahan kimia deterjen, sabun, lemak, dan minyak, sisa makanan dan lainnya. Dalam Mason (1991) yang dikutip oleh Haryati Bawole mengatakan bahwa perubahan kualitas air yang disebabkan oleh pencemaran limbah dalam air akan mempengaruhi organisme yang hidup dalam perairan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh tersebut terjadi melalui rendahnya kandungan oksigen terlarut, meningkatnya kekeruhan air yang menyebabkan intensitas cahaya yang masuk air turun, dan selanjutnya akan merubah kondisi substrat.

Limbah cair domestik biasanya menggenang sebelum mengalir, sehingga tempat di sekitarnya menjadi bau, kotor, sarang kuman, dan kumuh. Lalat dan nyamuk yang bersarang di genangan air kotor kemudian akan menjadikan tempat disekitarnya berlumut, menghitam, dan bau. Bau tersebut disebabkan oleh adanya proses dekomposisi zat organik yang memerlukan oksigen terlarut, sehingga dapat

menurunkan kandungan oksigen terlarut dalam air limbah, ditandai oleh warna air limbah kehitaman, berbusa, dan berbau busuk.

## **2.2 Sumber dan Dampak Limbah *Grey Water***

### **1. Sumber *Grey Water***

Sumber – sumber atau tempat yang merupakan penghasil limbah cair domestik antara lain :

- a. Daerah Pemukiman
- b. Daerah Perdagangan
- c. Daerah Kelembagaan
- d. Daerah Rekreasi

Limbah secara umum, baik itu limbah domestik maupun limbah non domestik, sebelum dibuang ke badan air harus diolah terlebih dahulu, karena jika langsung dibuang akan menyebabkan turunnya kualitas lingkungan khususnya perairan dan lebih jauh lagi akan mengakibatkan terganggunya proses-proses ekologi. Beberapa parameter pencemar yang terkandung dalam *grey water* diantaranya meliputi :

1. BOD (*Biological Oxygen Demand*) merupakan parameter pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mengurai hampir semua zat organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air buangan, BOD dinyatakan dengan BOD 5 hari pada suhu 20°C dalam mg/liter atau ppm. Pemeriksaan BOD<sub>5</sub> diperlukan untuk menentukan beban pencemaran terhadap air buangan domestik atau industri juga untuk mendesain sistem pengolahan limbah biologis bagi air tercemar.

Penguraian zat organik adalah peristiwa alamiah, jika suatu badan air tercemar oleh zat organik maka bakteri akan dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses *biodegradable* berlangsung. Hal tersebut mengakibatkan kematian pada biota air dan keadaan pada badan air dapat menjadi anaerobik yang ditandai dengan timbulnya bau busuk.

2. TSS (*Total Suspended Solid*) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal  $2\mu\text{m}$  atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. TSS terdiri atas lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur. TSS umumnya dihilangkan dengan flokulasi dan penyaringan. TSS memberikan kontribusi untuk kekeruhan (*turbidity*) dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas di perairan. Sehingga nilai kekeruhan tidak dapat dikonversi ke nilai TSS.
3. Fosfat ( $\text{PO}_4$ ) berasal dari Sodium *TriPolyPhosphate* (STPP) yang merupakan salah satu bahan detergen. STPP berfungsi sebagai builder yang merupakan unsur penting kedua setelah surfaktan karena kemampuannya menghilangkan mineral dalam air sehingga deterjen dapat bekerja optimal.  $\text{PO}_4$  yang berlebih dalam air akan mengakibatkan terjadinya eutrofikasi

## **2. Dampak Grey Water**

Beberapa masalah yang dapat ditimbulkan oleh buangan limbah cair domestik antara lain :

- a. Merusak keindahan atau estetika
- b. Menimbulkan kerusakan lingkungan
- c. Merusak dan membunuh kehidupan didalam air , dan
- d. Membahayakan kesehatan

Masuknya limbah cair domestik kedalam lingkungan perairan akan mengakibatkan perubahan – perubahan besar dalam sifat fisika, kimia dan biologi perairan tersebut seperti suhu, kekeruhan , konsentrasi oksigen terlarut, zat hara dan produksi dari bahan beracun. Tingkat dan luas pengaruh yang ditimbulkan terhadap organisme perairan tersebut sangat tergantung dari jenis dan jumlah bahan pencemar yang masuk ke perairan.

### **2.3 Teknologi Alternatif Pengolahan Grey Water**

Banyak metode yang dapat digunakan untuk penanggulangan pencemaran. Menurut Udiharto (1992), metoda penanggulangan pencemaran lingkungan dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu secara fisika, kimia dan biologi. Metoda penanggulangan secara fisika bisa dilakukan dengan penyaringan, penenggelaman, pembakaran, dan penggunaan *gelling agent*.

Beberapa Teknologi yang dapat digunakan dalam pengolahan limbah cair domestik yaitu antara lain :

1. Metoda RBC (*Rotating Biological Contactor*)

Metoda RBC merupakan sistem dimana mikroba menempel dan tumbuh



pada permukaan plat dengan tujuan untuk stabilisasi limbah. Plat - plat ini sebagian tercelup pada cairan limbah dan berputar dengan kecepatan tertentu (Klees dan Silverstein, 1992)

## 2. Metode Elektroflotasi

Metoda Elektroflotasi adalah teknik pengolahan limbah menggunakan sistem eletrolisis.

## 3. Metode *Ion Exchange*

Metoda ini merupakan proses fisika – kimia dimana senyawa yang tidak larut menerima ion positif atau negatif tertentu dari larutan dan melepaskan ion lain kedalam larutan tersebut dalam jumlah ekivalen yang sama

## 4. Bioremediasi

Bioremediasi merupakan penggunaan mikroorganisme untuk mengurangi polutan di lingkungan. Saat bioremediasi terjadi, enzim-enzim yang diproduksi oleh mikroorganisme memodifikasi polutan beracun dengan mengubah struktur kimia polutan tersebut, sebuah peristiwa yang disebut biotransformasi. Pada banyak kasus, biotransformasi berujung pada biodegradasi, dimana polutan beracun terdegradasi, strukturnya menjadi tidak kompleks, dan akhirnya menjadi metabolit yang tidak berbahaya dan tidak beracun.

## 5. Fitoremediasi

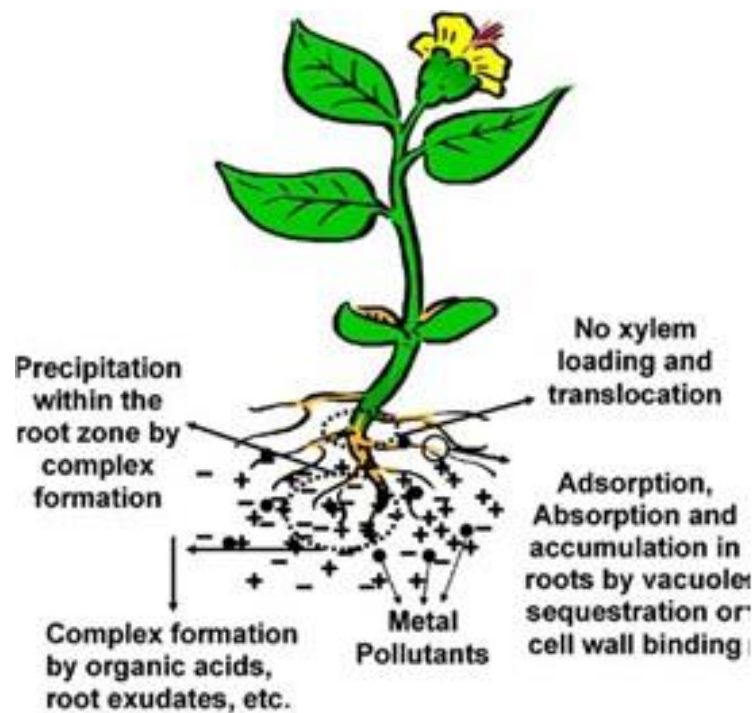
Fitoremediasi adalah teknologi proses dengan menggunakan vegetasi (tanaman) untuk menghilangkan dan memperbaiki kondisi tanah, *sludge*, kolam, sungai dari kontaminan (Melethia dkk, 1996). Metode

fitoremediasi sangat berkembang pesat karena metoda ini mempunyai beberapa keunggulan diantaranya secara finansial relatif murah bila dibandingkan dengan metoda konvensional biaya dapat dihemat sebesar 75-85%. Mekanisme kerja fitoremediasi terdiri dari beberapa konsep dasar yaitu *fitoekstraksi*, *fitovolatilisasi*, *fitodegradasi*, *fitostabilisasi*, *rhizofiltrasi* dan interaksi dengan mikroorganisme pendegradasi polutan.

1. *Fitoekstraksi* merupakan penyerapan polutan oleh tanaman dari air atau tanah dan kemudian diakumulasi/disimpan didalam tanaman (daun atau batang), tanaman seperti itu disebut dengan *hiperakumulator*. Setelah polutan terakumulasi, tanaman bisa dipanen dan tanaman tersebut tidak boleh dikonsumsi tetapi harus di musnahkan dengan insinerator kemudian di *landfiling* .
2. *Fitovolatilisasi* merupakan proses penyerapan polutan oleh tanaman dan polutan tersebut dirubah menjadi bersifat *volatile* (menguap) dan kemudian ditranspirasikan oleh tanaman. Polutan yang di lepaskan oleh tanaman ke udara bisa sama seperti bentuk senyawa awal polutan, bisa juga menjadi senyawa yang berbeda dari senyawa awal.
3. *Fitodegradasi* adalah proses penyerapan polutan oleh tanaman dan kemudian polutan tersebut mengalami metabolisme didalam tanaman. Metabolisme polutan didalam tanaman melibatkan enzim antara lain *nitrodictase*, *laccase*, *dehalogenase* dan *nitrilase*.
4. *Fitostabilisasi* merupakan proses yang dilakukan oleh tanaman untuk mentransformasi polutan didalam tanah menjadi senyawa yang non

toksik tanpa menyerap terlebih dahulu polutan tersebut kedalam tubuh tanaman. Hasil transformasi dari polutan tersebut tetap berada didalam tanah.

5. *Rhizofiltrasi* adalah proses penyerapan polutan oleh tanaman tetapi biasanya konsep dasar ini berlaku apabila medium yang tercemarnya adalah badan perairan. Mekanisme kerja tanaman pada fitoremediasi bisa dilihat pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 . Mekanisme Kerja Tanaman  
sumber . Ainul Mahbubillah, 2012

Tanaman sering kali ditemukan di lokasi-lokasi yang mengalami pencemaran. Tanaman ini dapat berperan langsung atau tidak langsung dalam proses remediasi lingkungan yang tercemar. Tanaman yang tumbuh di lokasi yang tercemar belum tentu berperan secara aktif dalam penyisihan kontaminan, bisa

saja tanaman tersebut berperan secara tidak langsung. Secara langsung yang berperan aktif dalam biodegradasi polutan adalah mikroorganisme tanah sedangkan tanaman bersifat mendorong percepatan remediasi lokasi yang tercemar tersebut.

Peranan tanaman dalam proses mempercepat remediasi pada lokasi yang tercemar bisa dalam berbagai cara antara lain:

1. *Solar driven-pump-and-treat-system*

Tanaman mengalami transpirasi, proses ini adalah penyerapan air dan air tersebut diuapkan ke udara melewati stomata pada daun. Proses transpirasi ini menggunakan matahari sebagai sistem yang membantu transpirasi. Pada saat transpirasi terjadi akar tanaman menghisap zat cair dan larutan yang berada disekitar akar tertarik ke daerah *rhizospher* sehingga kontaminan lebih terkonsentrasi di daerah *rhizospher* dan mempermudah bakteri untuk mengambil sebagai sumber nutrisi. Proses penarikan polutan ke daerah rhizosfer dengan bantuan sinar matahari disebut dengan *Solar driven-pump-and-treat-system*.

2. Biofilter

Tanaman dapat mengadsorpsi dan biodegradasi kontaminan yang berada di udara, air dan daerah buffer. Proses adsorpsi tersebut bersifat menyaring kontaminan.

3. Transfer oksigen dan menurunkan *water table*

Tanaman dengan sistem perakarannya dapat berfungsi sebagai oksigen transfer bagi mikroorganisme dan dapat menurunkan *water table* sehingga difusi gas dapat terjadi. Fungsi ini biasanya dilakukan oleh tanaman apabila

kontaminannya bersifat mudah terurai (*ready degraded*).

#### 4. Penghasil sumber karbon dan energi

Kontaminan biasanya bersifat tidak terlarut baik pada air sehingga sebelum dapat mendegradasi polutan, mikroorganisme memerlukan nutrisi alternatif sebelum dapat menggunakan polutan sebagai sumber karbon dan energi. Dari beberapa hasil penelitian tanaman dapat berperan sebagai penghasil sumber karbon dan energi alternatif yaitu dengan cara mengeluarkan eksudat atau metabolisme oleh akar tanaman. Eksudat tersebut dapat digunakan oleh mikroorganisme tanah sebagai sumber karbon dan energi alternatif sebelum mikroorganisme tersebut menggunakan polutan sebagai sumber karbon dan energi.

### **2.4 Tumbuhan yang digunakan dalam Fitoremediasi**

Jenis tanaman yang sering digunakan dalam penelitian fitoremediasi adalah jenis tanaman air atau tanaman yang tahan hidup di air tergenang (*Submerged plants atau amphibious plants*). Pada umumnya tanaman air tersebut dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) kelompok, berdasarkan area pertumbuhannya didalam air. Adapun ketiga tipe tanaman air tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Tanaman yang mencuat ke permukaan air, merupakan tanaman air yang memiliki sistem perakaran pada tanah di dasar perairan dan daun berada jauh di atas permukaan air.
- b. Tanaman yang mengambang dalam air, merupakan tanaman air yang seluruh tanaman (akar, batang, dan daun) berada didalam air.
- c. Tanaman yang mengapung di permukaan air, merupakan tanaman air yang

akar dan batangnya berada dalam air.

Dari beberapa jenis tanaman *amphibious plants* tersebut yang merupakan tanaman hias dan memiliki nilai estetika yaitu antara lain Anturium Merah/Kuning, Alamanda Kuning/ Ungu, Akar Wangi, Bambu Air, Kana Presiden Merah/Kuning/ Putih, Dahlia, Dracenia Merah/ Hijau, Helekonias Kuning/ Merah, Jaka, Keladi Loreng/Sente/ Hitam, Kenyeri Merah/ Putih, Lotus Kuning/ Merah, Onje Merah, Pacing Merah/ Mutih, Padi-padian, Papyrus, Pisang Mas, Ponaderia, Sempol Merah/Putih, Spider Lili, Melati Air dan lain-lain.

## **2.5 Tanaman Melati Air**

Melati air mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom : Plantae (tumbuhan )

Sub Kingdom : Tracheobionta (Tumbuhan Berpembuluh)

Super Divisi : Spermatophyta (menghasilkan biji)

Divisi : Magnoliophyta (tumbuhan Berbunga)

Kelas : Liliopsida (Berkeping satu/monokotil)

Sub Kelas : Alismatidae

Ordo : Alismatales

Famili : Alismataceae

Genus : Echinodorus

Spesies : Echinodorus palaefolius var. Latifolius



Gambar 2.2: Bunga Melati Air  
Sumber . Ainul Mahbubillah 2012

Bunga melati air adalah tanaman hias yang memberi kesan keindahan dan menyegarkan udara. Melati air atau *Echinodorus palaefolius* ini sangat unik karena hidup di air dengan bunga berwarna putih yang mempunyai kelopak bunga 3 dengan kepala sari berwarna kuning ditengahnya yang membentuk sebuah lingkaran. Tumbuhan melati air merupakan tumbuhan yang akarnya terletak pada dasar perairan dan reproduksinya secara fleksibel (Lethonen, 2009). Tumbuhan ini dapat digunakan pada fitoremediasi karena dapat menurunkan kadar nutrien (eutrofikasi) pada perairan (Brouwer, 2002).

## **2.6 Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*)**

Sistem Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetlands*) merupakan proses pengolahan limbah yang meniru/aplikasi dari proses penjernihan air yang terjadi dilahan basah/rawa (*Wetlands*), dimana tumbuhan air (*Hydrophita*) yang tumbuh didaerah tersebut memegang peranan penting dalam proses pemulihan kualitas air

limbah secara alamiah (*self purification*).

Menurut Hammer (1986) pengolahan limbah Sistem Wetlands didefinisikan sebagai sistem pengolahan yang memasukkan faktor utama, yaitu :

- a. Area yang tergenangi air dan mendukung kehidupan tumbuhan air sejenis *hydrophyta*.
- b. Media tempat tumbuh berupa tanah yang selalu digenangi air (basah).
- c. Media bisa juga bukan tanah, tetapi media yang jenuh dengan air.

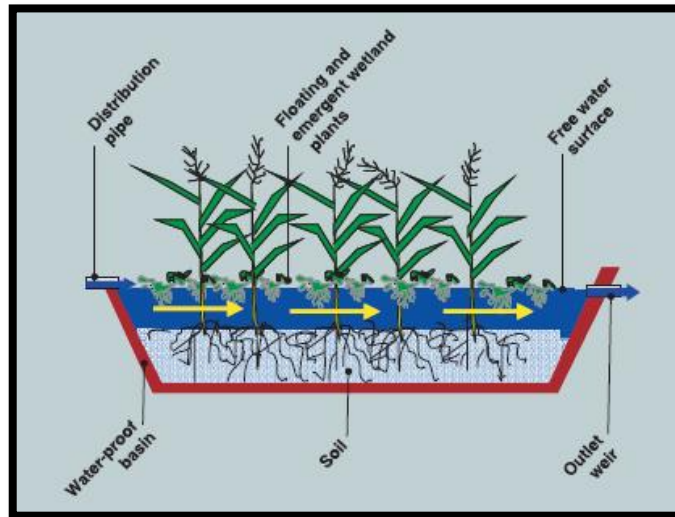
Sejalan dengan perkembangan ilmu dan penelitian, maka definisi tersebut disempurnakan oleh Metcalf & Eddy (1993), menjadi Sistem yang termasuk pengolahan alami, dimana terjadi aktivitas pengolahan sedimentasi, filtrasi, transfer gas, adsorpsi, pengolahan kimiawi dan biologis, karena aktivitas mikroorganisme dalam tanah dan aktivitas tanaman.

Secara umum sistem pengolahan limbah dengan Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*) ada 2 (dua) tipe, yaitu sistem aliran permukaan (*Surface Flow Constructed Wetland*) atau FWS (*Free Water System*) dan sistem aliran bawah permukaan (*Sub-Surface Flow Constructed Wetland*) atau sering dikenal dengan sistem *SSF-Wetlands* (Leady, 1997).

#### A. Sistem Aliran Permukaan (*Surface Flow Constructed Wetlands*)

Sistem Aliran Permukaan (*Surface Flow Constructed Wetland*) disebut juga rawa buatan dengan aliran di atas permukaan tanah. Sistem ini berupa kolam atau saluran-saluran yang dilapisi dengan lapisan impermeable di bawah saluran atau kolam yang berfungsi untuk mencegah merembesnya air keluar kolam atau saluran.





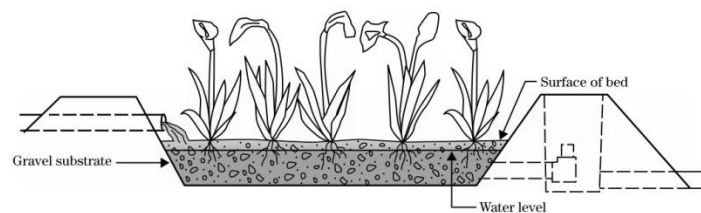
Sumber . Gaus, 2008

Gambar 2.2 Lahan Basah Buatan sistem aliran Permukaan

#### B. Sistem Aliran Bawah Permukaan (SSF – Wetland)

Sistem Aliran Bawah Permukaan (*Sub Surface Flow - Wetland*) merupakan sistem pengolahan limbah yang relatif masih baru, namun telah banyak diteliti dan dikembangkan oleh banyak negara dengan berbagai alasan. Menurut Tangahu & Warmadewanthi (2001), bahwa pengolahan air limbah dengan sistem tersebut lebih dianjurkan karena beberapa alasan sebagai berikut :

- a. Dapat mengolah limbah domestik, pertanian dan sebagian limbah industri termasuk logam berat.
- b. Efisiensi pengolahan tinggi (80 %).
- c. Biaya perencanaan, pengoperasian dan pemeliharaan murah dan tidak
- d. membutuhkan keterampilan yang tinggi.



Sumber . Victor, et al.,.2002

Gambar 2.3 Lahan Basah Buatan sistem Aliran Bawah Permukaan

## 2.7 Implementasi Penggunaan Fitoremediasi pada Penelitian Grey Water

Penelitian terhadap grey water dengan sistem fitoremediasi dan wetland construction telah banyak dilakukan sebelumnya, yaitu :

1. Penggunaan Bambu Air (*Equisetum hyemale*) dan bambu rejeki (*Dracaena sanderiana*) untuk Penyisihan Nitrogen dan Fosfor pada Grey Water dengan Sistem *Constructed Wetland* yang dilakukan oleh Ratna Widya Danista dan Alia Damayanti pada (2012). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui Efisiensi removal Konsentrasi Nitrogen dan Fosfor pada grey water dengan sistem *Wetland contrucion* menggunakan tanaman bambu air dan bambu rejeki dengan memvariasikan waktu tinggal 2 (dua) hari; 3(tiga) hari; dan 4(empat) hari. Hasil dari Penelitian ini adalah tanaman bambu air dan bambu rejeki dapat mereduksi konsentrasi nitrogen dan fosfor hingga 87,7 %. Efisiensi removal tertinggi berada pada waktu detensi 4 hari hal ini menunjukkan waktu detensi berpengaruh dalam menurunkan konsentrasi pencemar pada grey water.
2. Pengaruh Biomassa melati Air (*Echinodorus paleaefolius*) dan Teratai

*(Nyphaea firecrest)* Terhadap kadar Fosfat , BOD, COD dan Derajat Keasaman Limbah Cair *Laundry* yang dilakukan oleh Regina Tutik Padmaningrum, Tien Aminatn dan Yuliati. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui Pengaruh Biomassa Melati Air dan Teratai terhadap limbah Laundry dengan memvariasikan waktu tinggal 7 (tujuh) hari dan 30 (tiga puluh hari) terhadap parameter pencemar pH, BOD, COD, TSS, dan Fosfat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan untuk konsentrasi parameter BOS, COD, Fosfat dan pH mengalami penurunan yang cukup tinggi secara teratur. Sedangkan pada bak teratai hanya mengalami penurunan pada parameter BOD dan COD saja, untuk parameter fosfat , TSS dan pH malah terjadi kenaikan konsentrasi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan melati air lebih efektif untuk pereduksi pencemar.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Metoda penelitian yang digunakan adalah metoda eksperimental, yaitu dengan melakukan percobaan terhadap variabel yang diuji. Dalam penelitian ini menggunakan tanaman melati air sebagai pereduksi pencemar limbah *grey water* dari kampus Universitas Batanghari. Pada eksperimen ini terdapat 2 perlakuan: Perlakuan I (*grey water* tanpa melati air (Kontrol); Perlakuan II (*grey water* dengan melati air dengan variasi waktu tinggal).

#### **3.2 Tempat dan Waktu**

Eksperimen ini dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Batanghari Jambi. Pada eksperimen ini menggunakan limbah *grey water* dari kampus Universitas Batanghari Jambi. Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2016 sampai dengan Juli 2017

#### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel Penelitian terbagi menjadi 2 (dua) yaitu :

1. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah parameter pencemar limbah domestik meliputi pH, BOD, TSS, dan Fosfat.
2. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah waktu tinggal dan Perlakuan kondisi reaktor tumbuh. Waktu tinggal terdiri atas (td) 3 (tiga) hari; 4 (empat) hari; 5 (lima) hari; 6 (enam) hari; 7 (tujuh) hari. Sedangkan perlakuan kondisi reaktor terdiri atas bak kontrol (tanpa

melati air), bak I (melati air dengan jumlah daun 15 buah), bak II (melati air dengan jumlah daun 25 buah), bak III (melati air dengan jumlah daun 35 buah)

### 3.4 Alat dan Bahan

#### 1. Peralatan :

Peralatan yang digunakan adalah:

- a. Bak Transparan dengan diameter 25cm yang akan digunakan sebagai bak reaktor penelitian
- b. Katup air, fungsinya sebagai outlet *grey water* yang setelah dilakukan pengujian.
- c. Bak penampung, difungsikan sebagai penampung *grey water*
- d. Pipa PVC ukuran  $\frac{1}{2}$  inch , untuk mengaliri *grey water* ke reaktor uji
- e. Botol plastik sebagai tempat sampel *effluent grey water*
- f. pH meter
- g. pH Buffer 4, 7 dan 10
- h. Vacum Machine
- i. Kertas Saring Whatman 41
- j. Corong Pisah
- k. Pipet Ukur
- l. Gelas piala
- m. Erlenmeyer

- n. Karet hisap

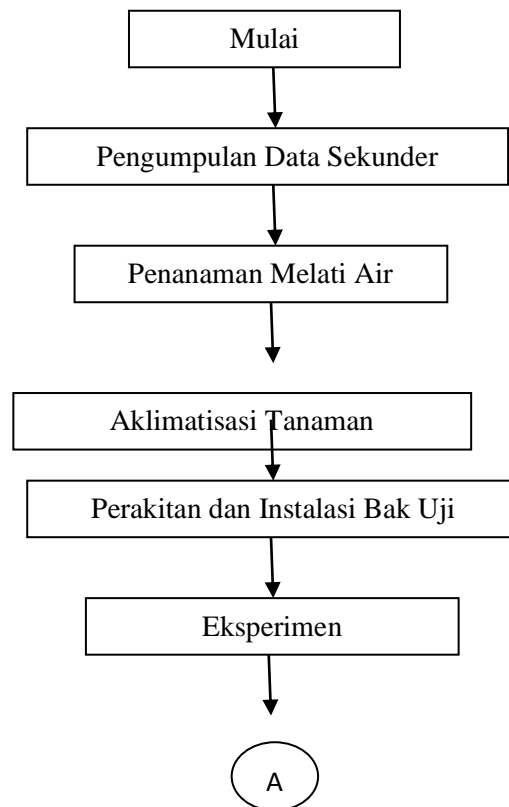
## 2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah:

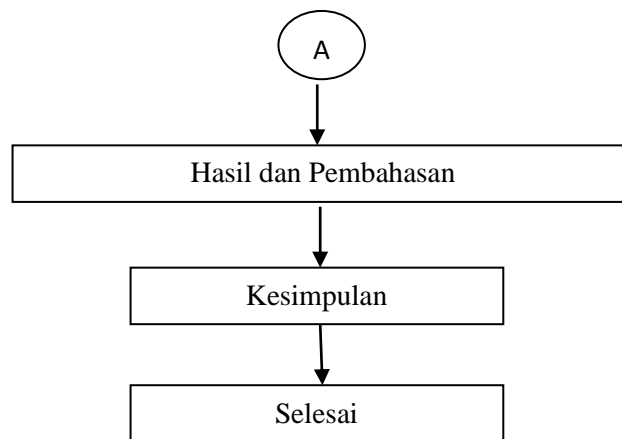
- a. *Grey water* diambil dari satu titik efluen limbah termasuk juga limbah sisa cucian yang di tampung sebanyak 60 liter
- b. Tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) sebagai pereduksi parameter pencemar
- c. Batu pecah sebanyak kurang lebih 12 Kg
- d. Tanah sebanyak 20 Kg

## 3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dapat ditunjukkan pada gambar 3.1 :



Gambar 3.1. Prosedur Penelitian



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian (Lanjutan)

Prosedur Eksperimen adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data Sekunder

Pengumpulan data Sekunder untuk mencari referensi tentang fitoremediasi, *grey water*, dan tanaman yang akan digunakan. *Grey water* yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari grey water kampus Universitas Batanghari Jambi yang terletak pada pipa outlet parkir bawah, limbah diambil pada siang hari saat jam makan siang dengan sistem *grab sampling*. *grey water* diambil sebanyak 50 liter dan langsung dimasukkan kedalam bak penampung. Menyiapkan dan memilih tanaman melati air sebagai tanaman percobaan. Melati air adalah tanaman hias yang hidup di air, selain memberi kesan keindahan, tanaman ini juga dapat digunakan untuk sistem fitoremediasi karena dapat menurunkan kadar nutrisi pada perairan.

2. Penanaman Melati Air

Melati air ditanam dengan cara menyiapkan bak-bak uji yang diisi dengan batu pecah dan dilapisi tanah, kemudian melati air ditanam. Waktu

penanaman selama 60 hari hingga akarnya menjadi kuat dan berdaun banyak.

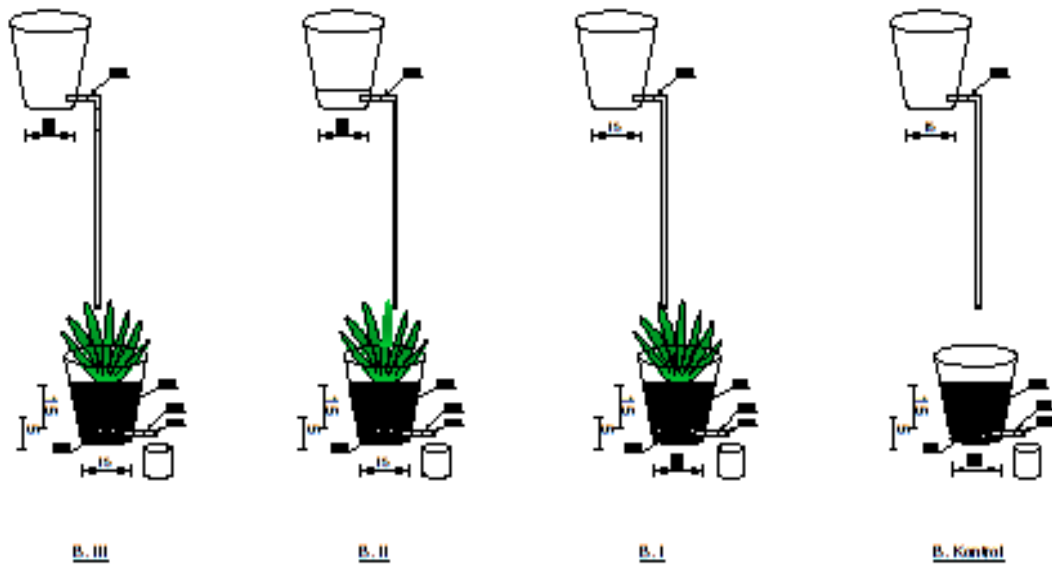
### 3. Aklimatisasi Tanaman

Aklimatisasi Tanaman adalah masa pengadaptasian tanaman terhadap lingkungan baru yang bertujuan untuk mengkondisikan tanaman agar tidak terjadi stres. Aklimatisasi tanaman dilakukan sebelum dilakukan eksperimen dengan cara memasukkan *grey water* kampus Universitas Batanghari sebanyak 2 liter tanpa pengenceran dan tanaman dibiarkan selama 1(satu) minggu untuk memastikan tanaman tidak layu ataupun mati. Setelah itu tanaman dinetralkan kembali dengan air bersih selama 1(satu) hari lalu kemudian dilakukan eksperimen.

### 4. Perakitan bak – bak eksperimen

Eksperimen ini menggunakan 4 (empat) bak. Bak kontrol (tanpa melati air), bak I (melati air dengan jumlah daun 15 buah), bak II (dengan jumlah daun 25 buah), dan bak III (dengan jumlah daun 35 buah). Jumlah daun melati air dikondisikan untuk melihat pengaruh terhadap penurunan kadar parameter pencemar. Bak eksperimen terdiri atas bak penampung awal dan bak tanaman. Grey water dilairkan secara gravitasi dari bak penampung awal ke bak tanaman melalui pipa PVC berukuran ½ inch. Laju alir yang digunakan untuk mengalirkan 2 liter *grey water* per hari yaitu sebesar 33 ml per menit selama 1 Jam. Lebih jelas lihat gambar 3.2





Gambar 3.2 Instalasi Bak Eksperimen

## 5. Eksperimen

*Grey water* dialirkan kedalam masing – masing bak uji yang tersedia (4 bak). *Grey water* dimasukkan kedalam bak inlet sebanyak 4 liter dihari pertama dan dialirkan melalui pipa yang diberi katup yang telah dikondisikan dengan laju alir sebesar 33 ml per menit agar *grey water* bisa mengalir sama sebanyak 2 liter pada tiap bak. Hari kedua dan hari ketiga air ditambahkan sebanyak 2 liter dan dilakukan hal yang sama seperti hari pertama. Pengambilan sampel dilakukan pada hari keempat hingga hari kedelapan sebanyak 1200 ml setiap harinya untuk pengujian Parameter pH, BOD, TTS dan Fosfat. Analisis untuk parameter pH dan TSS dilakukan di Laboratorium teknik sedangkan untuk parameter BOD dan

Fosfat dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup provinsi Jambi.

## 6. Hasil dan Pembahasan

Pengujian parameter sampel meliputi pH, BOD, TSS dan Fosfat. Pembahasan hasil penelitian terdiri dari efisiensi penurunan pencemar dan analisa pengaruh kondisi tanam dan waktu detensi terhadap penurunan pencemar *grey water*.

### 3.6 Metode Analisis pada Parameter Pencemar

Metode analisis terhadap parameter pencemar grey water dapat ditunjukkan pada tabel 3.1 :

Tabel 3.1 Metode analisis parameter pencemar

| No | Parameter | Satuan | Metode Acuan          | Metode Analisis  |
|----|-----------|--------|-----------------------|------------------|
| 1  | pH        |        | (SNI 06-6989.11-2004) | pH meter         |
| 2  | BOD       | Mg/L   | (SNI 6989.72 – 2009)  | Titrasi          |
| 3  | TSS       | Mg/L   | (SNI 06-6989.11.2004) | Gravimetri       |
| 4  | Fosfat    | Mg/L   | (SM 4500-PD)          | Spectrofotometri |

*Sumber : Standar Nasional Indonesia*

#### A. Pengujian parameter pH

Prinsip cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter adalah sebuah metode pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktifitas ion hidrogen secara potensiometri/elektrometri dengan

menggunakan pH meter. Pengujian pH dilaksanakan di Laboratorium teknik Unbari. Dengan acuan pengujian menggunakan SNI 06-6989:11-2004.

Bahan dan cara kerja pengujian pH antara lain :

1. pH meter di kalibrasi dengan menggunakan pH Buffer 4, pH Buffer 7 dan pH buffer 10.
2. Sampel dimasukkan kedalam gelas piala sebanyak 50 ml.
3. Ukur pH

#### B. Pengujian parameter BOD

Parameter pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mengurai hampir semua zat organik yang terlarut dan tersuspensi dalam air buangan, BOD dinyatakan dengan BOD5 hari pada suhu 20 °C dalam mg/liter atau ppm. Perhitungan nilai BOD menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Do\ awal = Vol\ Titrasi \times Pengambilan\ sampel \times N\ Na_2S_2O_3 \times BM\ O_2 \\ (16) \times Fp \dots \dots \dots (Persamaan\ 3.1)$$

$$Do\ akhir = Vol\ Titrasi \times Pengambilan\ sampel \times N\ Na_2S_2O_3 \times BM\ O_2 \\ (16) \times Fp \dots \dots \dots (Persamaan\ 3.2)$$

$$BOD = Do\ awal - Do\ akhir$$

Pengukuran nilai BOD dari limbah dengan cara kerja sebagai berikut:

1. Sampel cair dimasukkan kedalam gelas piala ditambahkan  $KmnO_4$  0,1 N,  $K_2Cr_2O_7$  0,1 N sebanyak 20 ml,  $MnSO_4$  jenuh sebanyak 2ml dan pereaksi  $O_2$  (KI 7% dalam NaOH 1N) sebanyak 3 ml. Jika

terbentuk endapan putih maka tidak terdapat O<sub>2</sub>, jika terbentuk endapan coklat maka terdapat O<sub>2</sub>.

2. Kemudian ditambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Larutan ini disebut larutan induk. Sebanyak 25 ml larutan induk ditambahkan 3 ml amilum 1% dititrasasi dengan 0,025 N (Pengujian hari ke 0 H0). Pengujian hari ke-5 (H5) menggunakan langkah yang sama dengan langkah tersebut.

### C. Pengujian Parameter TSS

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2µm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. TSS terdiri atas lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur. Pengujian TSS menggunakan acuan SNI 06-6989.3-2004. TSS dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A - B) \times 1000}{V} \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.4)}$$

A = berat kertas saring + residu kering

B = berat kertas saring kosong (mg)

Pengukuran nilai TSS sebagai berikut :

1. Kertas saring di oven di oven selama 1 jam kemudian di timbang dan masukkan kedalam desikator kemudian timbang kertas saring diperoleh berat kertas saring kosong

2. Sampel limbah cair diaduk agar homogen, masukkan 100 ml ke dalam gelas ukur.
3. Kertas saring dicuci menggunakan air suling di biarkan hingga kering sempurna
4. Penyaringan dilakukan menggunakan vacum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna
5. Kertas saring dan residu kering di oven selama 1 jam pada suhu  $103 - 105^{\circ}$  , ddinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu kemudian imbang kertas saring dan dapat diperoleh kertas saring + residu kering

#### D. Pengujian parameter fosfat

Perhitungan kadar fosfat menggunakan rumus :

$$x = \frac{y - 0,05778}{4,9203}$$

$$P \text{ (ppm)} = \frac{x \times fp}{\text{grab sampel}} \times 1000 \times 2,29 \quad \dots\dots\dots \text{(Persamaan 3.5)}$$

Pengujian parameter fosfat dalam limbah dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Sampel cair ditimbang ditambahkan  $\text{HNO}_3$  (1:3)
2. Campuran dipanaskan, setelah mendidih selama 20 menit, diencerkan dengan air suling hingga volume tertentu, di kocok hingga homogen. Sebanyak 1 ml pereaksi Vanadat molibdat, kemudian divortek dan di diamkan selama 20 menit.

3. Campuran diencerkan dengan air suling hingga volume akhir 5 ml dan diukur absorbansinya pada anjang gelombang 410 nm.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Karakteristik Limbah *Grey Water* Universitas Batanghari

Uji karakteristik Limbah *Grey Water* Universitas Batanghari Jambi dilakukan untuk mengetahui karakteristik awal fisik dan kimia. Adapun hasil analisa untuk parameter awal dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1. Karakteristik awal grey water Universitas Batanghari

| Parameter | Satuan | Hasil Analisis | Baku Mutu * |
|-----------|--------|----------------|-------------|
| pH        |        | 7,3            | 6-9         |
| BOD       | Mg/L   | 5,64           | 100         |
| TSS       | Mg/L   | 0,126          | 100         |
| Fosfat    | Mg/L   | 0,127          |             |

Ket : \*Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2014

Berdasarkan tabel 4.1 tersebut dapat diketahui bahwa kualitas *grey water* kampus universitas batanghari masih memenuhi standar baku mutu limbah domestik. Meskipun demikian tetap dilakukan pengolahan untuk mengetahui efisiensi penurunan kandungan pencemar dalam *grey water* tersebut dengan menggunakan metode fitoremediasi.

#### 4.2 Kondisi Fisik Tanaman

Melati air selain berfungsi sebagai pereduksi parameter pencemar juga bisa berfungsi sebagai tanaman hias dengan bunga berwarna putih. Pada saat awal penelitian daun bunga sudah dikondisikan jumlahnya pada setiap bak. Setelah

dilakukan eksperimen, jumlah daun semakin hari semakin bertambah hal ini dapat menunjukkan bahwa melati air dapat menyerap polutan pada *grey water* dengan baik.



Gambar 4.1 Kondisi Awal Melati Air



*Data Primer, 2017*

Gambar 4.2. Kondisi Melati Air setelah Penelitian



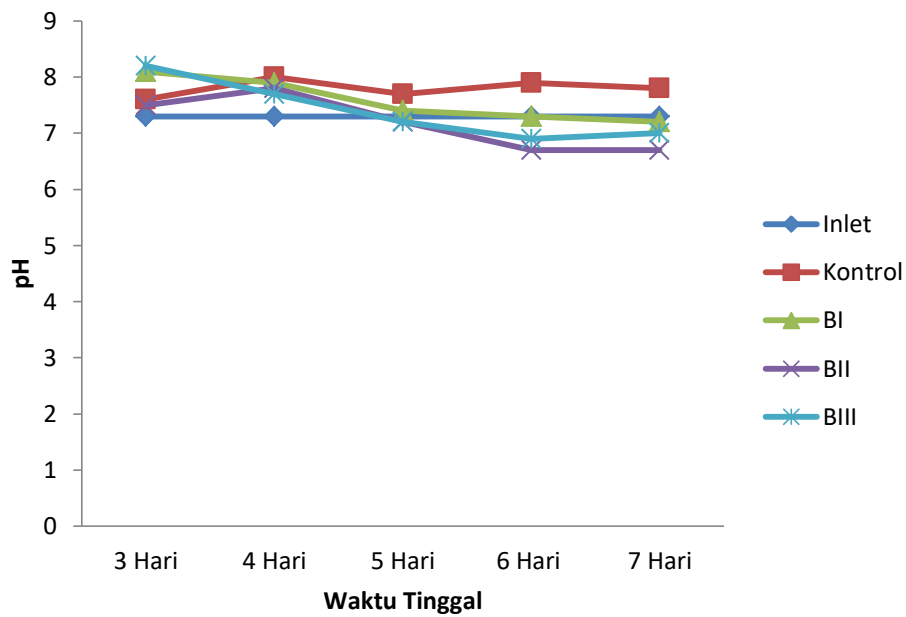
### 4.3 Pengaruh Kondisi Tanaman Melati Air dan Waktu Detensi terhadap Parameter Pencemar *Grey Water*

#### A. Parameter pH

Limbah awal *grey water* kampus Universitas Batanghari mempunyai pH 7,3 atau netral . pH outlet kontrol, BI, BII dan BIII berada pada kisaran yang sama yaitu antara 6,7 – 8,2 . kondisi ini terjadi hingga hari ke-7 waktu tinggal. Nilai pH tersebut telah sesuai dengan batas minimal kandungan pH limbah cair yakni 6,5 – 9 yang dapat dibuang ke lingkungan dan bila melihat dari nilai pH, bisa dikatakan bahwa limbah tersebut apabila dibuang ke lingkungan tidak mencemari lingkungan. Lebih jelas kondisi pH setelah dilakukan pengujian bisa dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.3:

Tabel 4.2 Analisa Parameter pH

| pH      | 3 Hari | 4 Hari | 5 Hari | 6 Hari | 7 Hari |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inlet   | 7,3    | 7,3    | 7,3    | 7,3    | 7,3    |
| Kontrol | 7,6    | 8      | 7,7    | 7,9    | 7,8    |
| BI      | 8,1    | 7,9    | 7,4    | 7,3    | 7,2    |
| BII     | 7,5    | 7,8    | 7,2    | 6,7    | 6,7    |
| BIII    | 8,2    | 7,7    | 7,2    | 6,9    | 7      |



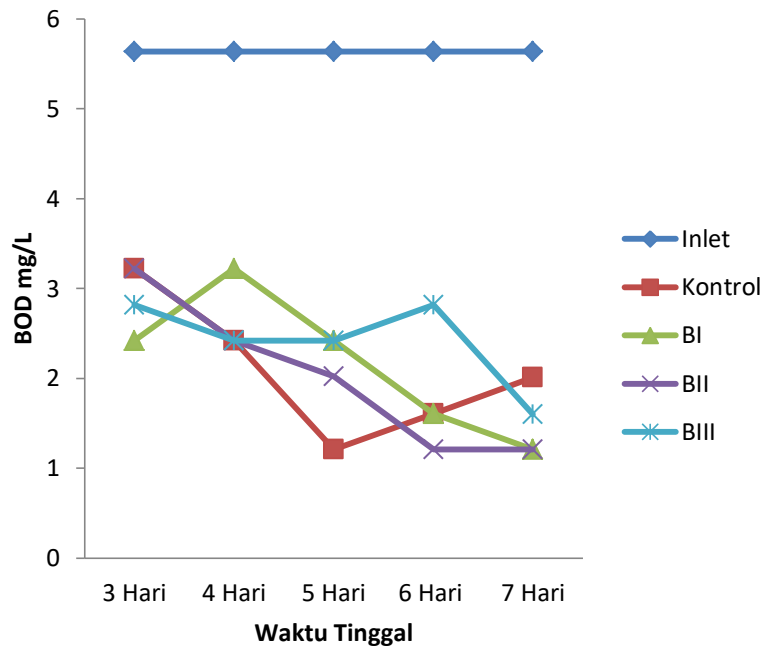
Gambar 4.3. Analisis parameter pH

## B. Parameter BOD

Konsentrasi BOD awal pada *grey water* kampus Universitas Batanghari adalah 5,6 mg/l dan masih berada dibawah baku mutu permen LH no. 5 Tahun 2014. Setelah dilakukan pengolahan nilai BOD mengalami penurunan. Penurunan BOD bisa dilihat pada Tabel 4.3 dan gambar 4.4 berikut :

Tabel 4.3 Analisa Parameter BOD

| BOD     | 3 Hari | 4 Hari | 5 Hari | 6 Hari | 7 Hari |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inlet   | 5,64   | 5,64   | 5,64   | 5,64   | 5,64   |
| Kontrol | 3,22   | 2,42   | 1,21   | 1,61   | 2,01   |
| BI      | 2,42   | 3,22   | 2,42   | 1,61   | 1,21   |
| BII     | 3,22   | 2,42   | 2,02   | 1,21   | 1,21   |
| BIII    | 2,82   | 2,42   | 2,42   | 2,82   | 1,6    |



Gambar 4.4. Analisis Parameter BOD

Hasil Analisa BOD yang ditunjukkan pada gambar 4.4 terlihat mengalami penurunan secara keseluruhan pada setiap bak uji secara fluktuatif. Kondisi ini menunjukkan pengaruh penggunaan tanaman melati air dalam menurunkan beban pencemar. Penerapan waktu detensi juga memberikan pengaruh terhadap penurunan BOD terlihat bahwa nilai BOD semakin kecil sampai hari ketujuh

Penurunan Konsentrasi bahan organik dalam sistem fitoremediasi terjadi karena adanya mekanisme aktifitas mikroorganisme dan tanaman melalui proses oksidasi bakteri aerob yang tumbuh disekitar rizhospher tanaman salah satu faktor yang menyebabkan penurunan kandungan limbah adalah ketersediaan oksigen untuk proses biologis. Jika oksigen dalam akar tercukupi maka mikroorganisme yang berperan menguraikan limbah juga semakin besar. Menurut wood daam Eddy (2002), saat lain limbah melewati partikel tanah dalam waktu detensi

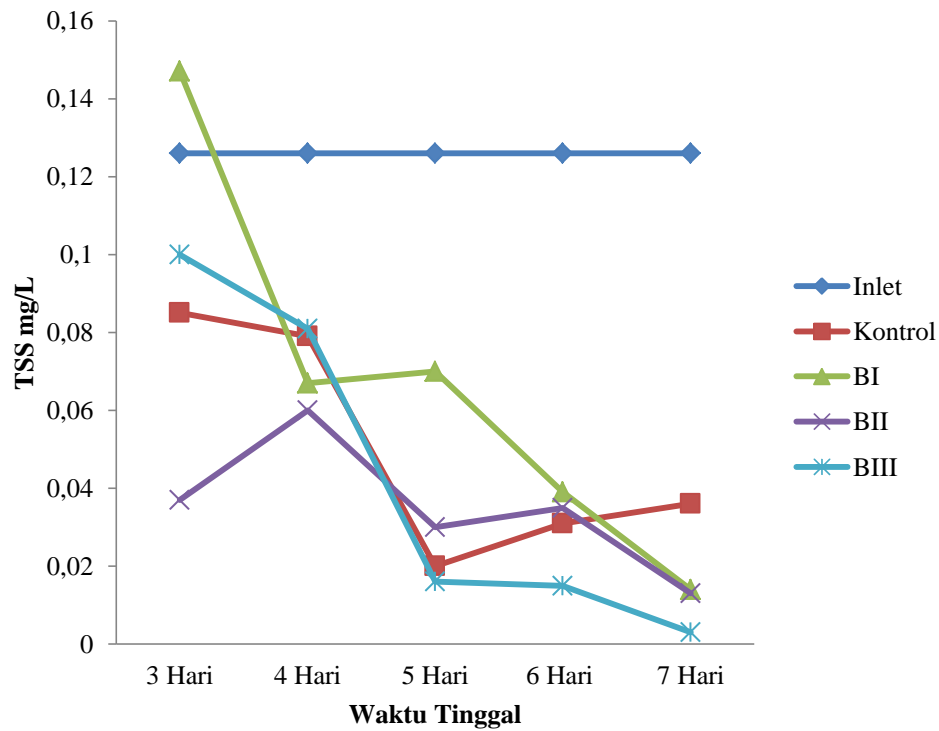
tertentu memberi kesempatan partikel solid mengendap. Dengan adanya proses pengendapan ini maka akan mengurangi kebutuhan oksigen pada pengolahan biologis berikutnya (Supradata, 2005).

### C. Parameter TSS

Kondisi awal dan setelah pengujian TSS pada *grey water* kampus Universitas Batanghari Jambi dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan gambar 4.5:

Tabel 4.4. Tabel Analisa Parameter TSS

| TSS     | 3 Hari | 4 Hari | 5 Hari | 6 Hari | 7 Hari |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inlet   | 0,126  | 0,126  | 0,126  | 0,126  | 0,126  |
| Kontrol | 0,085  | 0,079  | 0,02   | 0,031  | 0,036  |
| BI      | 0,147  | 0,067  | 0,07   | 0,039  | 0,014  |
| BII     | 0,037  | 0,06   | 0,03   | 0,035  | 0,013  |
| BIII    | 0,1    | 0,081  | 0,016  | 0,015  | 0,003  |



Gambar 4.5 Analisa Parameter TSS

Nilai penurunan TSS tertinggi terlihat pada Bak BIII sedangkan penurunan terendah pada bak kontrol, kondisi ini menunjukkan bahwa kondisi tanaman melati air dan variasi waktu tinggal mempengaruhi nilai konsentrasi TSS. Perbedaan laju penurunan TSS pada tiap- tiap bak bisa terjadi akibat perbedaan porositas media yang dibentuk oleh system perakaran tanaman dalam bak bahwa penurunan kandungan TSS di dalam air limbah domestik yang melalui proses fitoremediasi – wetland construction berupa bakuji, lebih besar penurunannya dengan adanya ditanami tanaman sebagai penyerap kandungan TSS di limbah.

Sistem perakaran tanaman yang terbentuk dalam bak uji tidak tumbuh secara merata pada masing – masing bak uji, sehingga pola aliran limbah tidak membentuk aliran sumbat. (Supradata,2005). Faktor lingkungan mempengaruhi

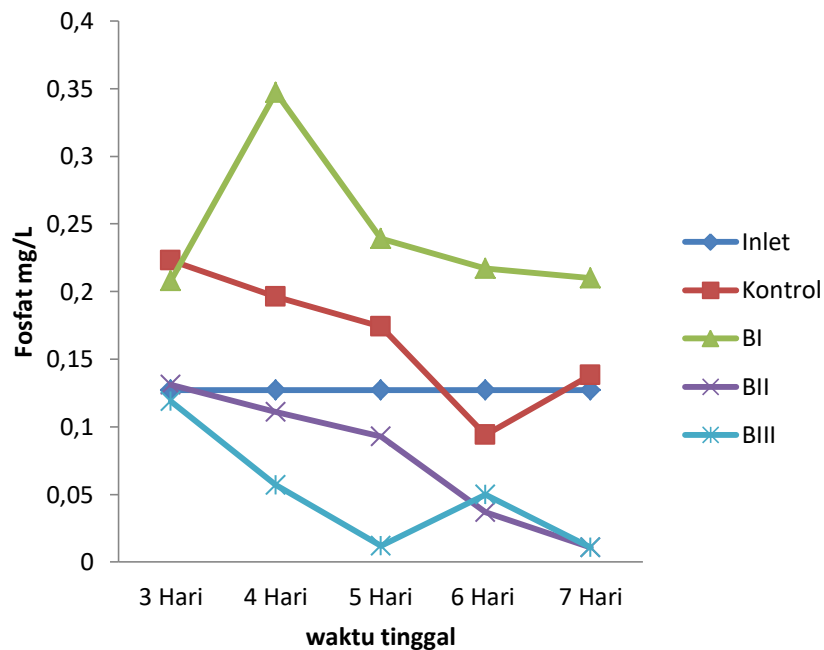
nilai TSS seperti masuknya lalat ke media tanam dan tumbuhan lumut yang berkembang di media itu. Hal ini menyebabkan nilai TSS yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.3 yang tidak beraturan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan tanaman dan variasi waktu tinggal tidak mempengaruhi hasil.

#### D. Parameter Fosfat

Konsentrasi fosfat pada *grey water* masih berada dibawah baku mutu limbah domestik sesuai dengan PermenLh No. 5 Tahun 2014, setelah dilakukan pengolahan konsentrasi Fosfat terjadi penurunan secara fluktuatif. Hal ini bisa dilihat pada Tabel 4.5 dan gambar 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.5. Tabel Analisa Parameter Fosfat

| fosfat  | 3 Hari | 4 Hari | 5 Hari | 6 Hari | 7 Hari |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inlet   | 0,127  | 0,127  | 0,127  | 0,127  | 0,127  |
| Kontrol | 0,223  | 0,196  | 0,174  | 0,094  | 0,138  |
| BI      | 0,208  | 0,347  | 0,239  | 0,217  | 0,21   |
| BII     | 0,131  | 0,111  | 0,093  | 0,037  | 0,011  |
| BIII    | 0,119  | 0,057  | 0,012  | 0,05   | 0,011  |



Gambar 4.6. Analisis Parameter Fosfat

Sesuai dengan hasil uji yang dilakukan bahwa dengan variasi waktu tinggal yang berbeda beda konsentrasi fosfat mengalami penurunan. Pada setiap bak uji terlihat bahwa terjadi penurunan Konsentrasi fosfat.

Proses penyerapan zat – zat yang terdapat didalam air limbah dilakukan oleh ujung – ujung akar. Zat – zat yang diserap oleh akar akan masuk ke batang melalui pembuluh pengangkut (Purwaningtyas, ddk, 2012)

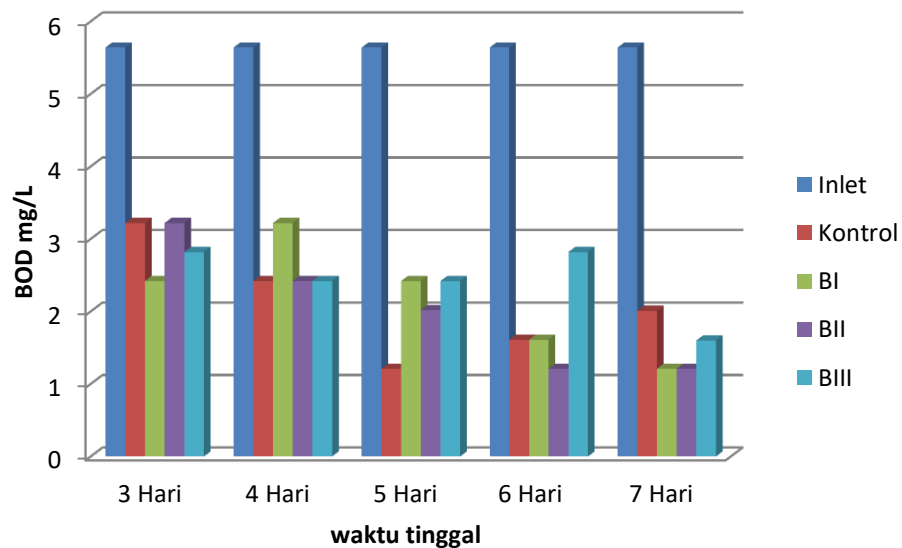
Fosfat yang terkandung dalam limbah pada penelitian ini merupakan nurien bagi tumbuhan melati air. Penyerapannya dilakukan oleh ujung akar kemudian akan masuk ke batang untuk dijadikan nutrisi bagi tanaman tersebut. Fosfor bagi tumbuhan berfungsi membentuk asam nukleat(DNA dan RNA) menyimpan serta memindahkan energi *Adenusin Tri Phosphate* (ATP) dan *Adenosin Di Phosphate*

(ADP) merangsang pembelahan sel dan membantu proses asimilasi serta respirasi (Purwaningtyas dkk 2012).

#### 4.4 Efisiensi Penurunan Konsentrasi Pencemar pada *Grey Water*

##### A. Efisiensi penurunan Konsentrasi BOD

Untuk mengetahui optimalnya efisiensi penurunan konsentrasi BOD pada *grey water* dapat dilihat pada gambar 4.7 sebagai berikut:

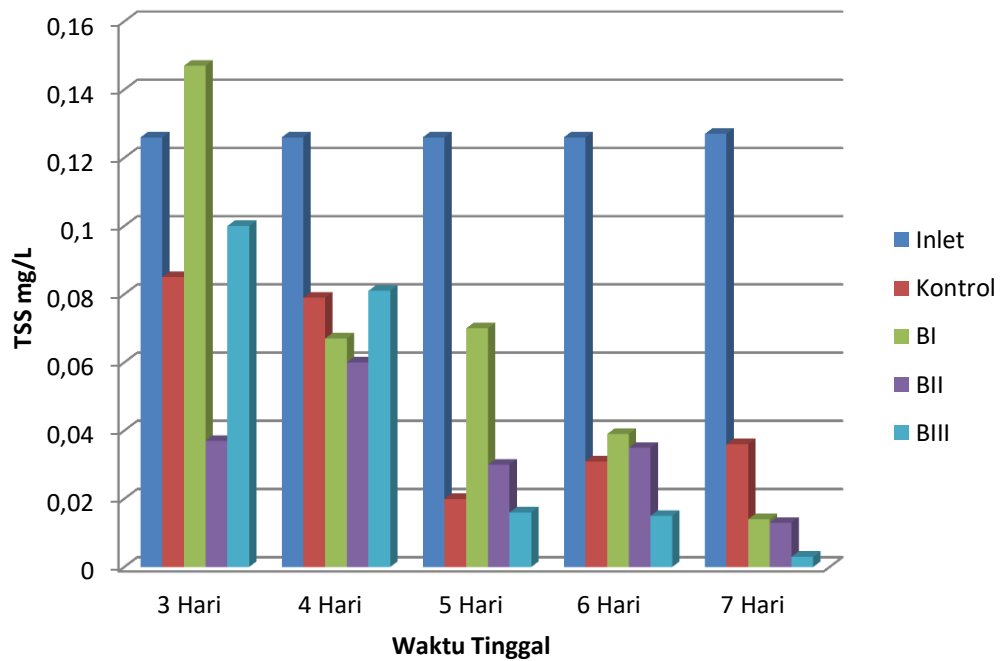


Kondisi tanaman berupa sedikit banyaknya jumlah daun melati air tidak mempengaruhi penurunan konsentrasi BOD. Keberadaan mikroorganisme tanaman memegang peranan penting dalam penurunan konsentrasi BOD. Jumlah daun yang divariasikan ini ternyata menunjukkan tidak berpengaruh terhadap efisiensi penurunan. Hal ini baru dengan kesimpulan awal, karena tidak dilakukan pengamatan terhadap akar tanaman.

##### B. Efisiensi Penyisihan Konsentrasi TSS



Efisiensi penyisihan konsentrasi TSS pada *grey water* dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut:

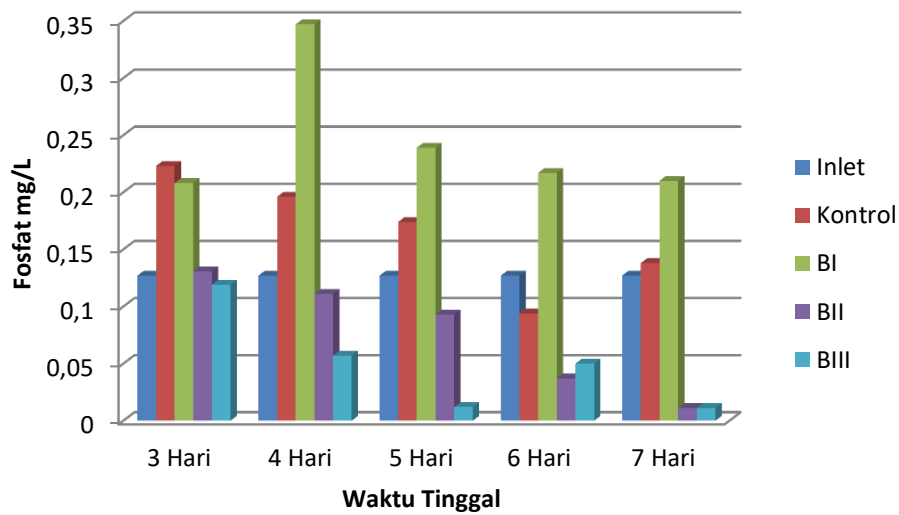


Pada gambar 4.7 diatas terlihat bahwa efisiensi tertinggi konsentrasi TSS berada pada hari ketujuh, hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu tinggal semakin efektif penurunan kadar TSSnya .

Kondisi tanaman yang ditunjukkan dengan perbedaan jumlah daun juga tidak memberi pengaruh terhadap penurunan TSS.

### C. Efisiensi Penurunan Konsentrasi Fosfat

Untuk melihat optimalnya efisiensi penurunan konsentrasi fosfat bisa dilihat pada gambar 4.8 berikut:



Gambar 4.8. Efisiensi Penurunan Konsentrasi Fosfat

Berdasarkan gambar 4.8 diatas, dapatterlihat bahwa efisiensi penurunan konsentrasi fosfat berada pada hari ketujuh. Hal ini juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu tinggal semakin efisien dalam penurunan konsentrasi fosfat. Namun Penerapan variasi perbedaan jumlah daun tidak berpengaruh pada penurunan fosfat karena menurut Purwaningtyas (2012) Proses penyerapan zat – zat terdapat di dalam air limbah dilakukan oleh ujung – ujung akar. Zat – zat yang diserap oleh akar akan masuk ke batang melalui pembuluh pengangkut.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 KESIMPULAN**

Kesimpulan pada Penelitian Tugas Akhir ini yaitu :

1. Tanaman hias melati air (*Echinodorus palaefolius*) memiliki kinerja yang cukup baik dalam pengolahan *grey water* dengan sistem Fitoremediasi – *Wetland Construction*
2. Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data dapat disimpulkan bahwa tanaman melati air dapat menurunkan kadar BOD, TSS dan Fosfat. Namun banyak atau sedikitnya jumlah daun tidak mempengaruhi besaran penurunan.
3. Efisiensi Optimal Penurunan Konsentrasi Pencemar pada Waktu Tinggal 7 Hari.

#### **5.2 SARAN**

Pada Penelitian yang telah dilakukan maka sebagai bahan pertimbangan diajukan beberapa saran sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan pengujian terhadap Akar Tanaman dilakukan eksperimen untuk dapat memastikan pengaruh tanaman terhadap pencemar
2. Perlu Pemeliharaan yang lebih intensif terhadap tanaman agar terhindar dari matahari langsung dan gangguan hama
3. Perlu dilakukan Penelitian lanjutan untuk mendapatkan hasil efisiensi yang lebih baik lagi

## DAFTAR PUSTAKA

- Brouwers,H.,Van Eijk,R. (2002) *Fly Ash reactivity: Extansion and aplication of a shrinking core model an Thermodynamic approach Journal of material science* 37:2129-2141
- Erickson, Eva, Auffarth, Henze.,K. *Characteristic of Grey Wastewater. Urban Water* 4,85-104 ).
- Hammer, Mark J. 1986 *Water and Wastewater Technology SI version* Singapore: Jhon Willey & Sons
- Kelly,E.B., (1997). *Groundwater Pollution Primer. Phytoremediation.* Civil Engineering Dept, Virginia Tech
- Klees R., Silverstein J., (1992) *Improved Biologgycal nitrification using recirculation in rotating biological Contactors.* Water Sci Technol 26: 545 - 553
- Leady,B., (1997). *Constructed Subsurface Flow Wetlands For Waste Water Treatment* Purdue University
- Mason. (1991) *Biology of Fresh Water Pollution*, Longman Inc, New York
- Melethia, C.L.A., Jhonson, dan Amber.W., (1996). *Ground Water Pollution : In situ Biodegradation*
- Metcalf & Eddy, (1993) *Waste Water Engineering: treatment Disposal, and reuse.* Mc.Graw-Hill, New York
- Mukhtasor (2007). *Pencemaran Pesisir dan Laut*

- Supradata. (2005). Pengolahan Limbah Domestik menggunakan Tanaman *Cyperus Alternifolius* L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan , Tesis, Semarang : Universitas Diponegoro.
- Santriyana, Dery D, dkk. (2013). *Eksplorasi Tanaman Fitoremediator Alumunium (Al) yang ditumbuhkan pada limbah IPA PDAM Tirta Katulistiwa Kota Pontianak*
- Tangahu,B.V., Warmadewanthi,I.D.A,A (2001), Pengolahan Limbah Rumah Tangga dengan memanfaatkan Tanaman Cattail (*Thypha angustifolia*) dalam sistem constructed wetland, Purifikasi, Volume 2 Nomor 3, ITS-Surabaya
- Wijiono. S., (2012). *Grey Water dan Black Water*

