# KOMPARASI VARIASI JUMLAH TANAMAN MELATI AIR (*Echinodorus palaefolius*) DALAM MENURUNKAN *TOTAL DISSOLVE SOLID* LIMBAH CAIR INDUSTRI MENGGUNAKAN SISTEM RESIRKULASI

**TUGAS AKHIR**


**Disusun Oleh:**

**Munadiya Rosada**

**NIM: H05216017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL**

**SURABAYA**


**2020**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Munadiya Rosada

NIM : H05215017

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "KOMPARASI VARIASI JUMLAH TANAMAN MELATI AIR (*Echinodorus palaefolius*) DALAM MENURUNKAN *TOTAL DISSOLVE SOLID* LIMBAH CAIR INDUSTRI MENGGUNAKAN SISTEM RESIRKULASI".

Apabila suatu saat nanti terbukti saya telah melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, Juli 2020

METERAI TEMPEL

TGL 20

360ADAHF533026587

6000

ENAM RIBU RUPIAH

Yang menyatakan

(Munadiya Rosada)

NIM. H05216017

# LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir oleh

NAMA : MUNADIYA ROSADA

NIM : H05216017

JUDUL : "KOMPARASI VARIASI JUMLAH TANAMAN MELATI AIR (*Echinodorus palaefolius*) DALAM MENURUNKAN *TOTAL DISSOLVE SOLID* LIMBAH CAIR INDUSTRI MENGGUNAKAN SISTEM RESIRKULASI"

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan

Surabaya, 24 Juli 2020

| Dosen Pembimbing I | Dosen Pembimbing II |
|---|---|
| (Dedy Supriyogi S.KM, M.KL) | (Ida Munfarida, M.Si, M.T) |
| NIP: 198512112014031002 | NIP: 198411302015032001 |

**PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir Munadiya Rosada ini telah dipertahankan

Didepan tim penguji tugas akhir

di Surabaya, 28 Juli 2020

Mengesahkan,

Dewan Penguji

| Dosen Penguji I | Dosen Penguji II |
|---|---|
| (Dedy Suprayogi S.KM. M.KL) | (Ida Munfarida, M.Si, M.T) |
| NIP: 198512112014031002 | NIP: 198411302015032001 |

| Dosen Penguji III | Dosen Penguji IV |
|---|---|
| (Teguh Taruna Utama, M. T) | (Shinfi Wazna Auvaria, M.T) |
| NUP 201603319 | NIP 198603282015032001 |

Mengetahui

Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Uin Sunan Ampel Surabaya

(Dr Evi Fatimatur Rusydiyah, M.Ag)

NIP. 197312272005012003

**KEMENTERIAN AGAMA**
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA**
**PERPUSTAKAAN**
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Munadiya Rosada

NIM : H05216017

Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ TEKNIK LINGKUNGAN

E-mail address : munadiyar07@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
■ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain
(.....)
yang berjudul :
KOMPARASI VARIASI JUMLAH TANAMAN MELATI AIR (*Echinodorus palaefolius*) DALAM MENURUNKAN *TOTAL DISSOLVE SOLID* LIMBAH CAIR INDUSTRI MENGGUNAKAN SISTEM RESIRKULASI

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

(Munadiya Rosada)

**Abstrak**

**Komparasi Variasi Jumlah Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Dalam Menurunkan *Total Dissolve Solid* Limbah Cair Industri Menggunakan Sistem Resirkulasi**

Air merupakan kebutuhan utama bagi makhluk hidup, namun tidak semua air yang tersedia dapat digunakan secara langsung. Maka diperlukan adanya pengolahan air terlebih dahulu. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jumlah tanaman *Echinodorus palaefolius* yang efektif dalam penurunan nilai TDS. Mengetahui nilai rata-rata pH dan suhu dalam proses fitoremediasi, dan menganalisa perbedaan variasi jumlah tanaman *Echinodorus palaefolius* pada proses fitoremediasi terhadap kemampuan tanaman dalam menurunkan kandungan TDS. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Hasil pengujian dianalisa secara deskriptif dan statistik. Hasil analisa statistik menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan hasil yang signifkan dalam penurunan nilai TDS terhadap variasi jumlah tanaman. Hasil pengujian nilai rata-rata pH 8,3 dan suhu 30,5 $^{0}$C. Kesimpulan dari penelitian ini adalah nilai removal TDS yaitu 27% (481 mg/l) untuk 0 tanaman, 29.1% (510 mg/l) untuk 3 tanaman, 2.4% (42 mg/l) untuk 6 tanaman dan tidak terdapat penurunan pada variasi 9 tanaman. Maka dapat dikatakan jumlah tanaman yang paling efektif dalam menurunkan nilai TDS yaitu sejumlah 3 tanaman selama 6 hari pengujian. Nilai TDS dapat bertambah akibat adanya pembusukan pada tanaman.

Kata kunci : TDS, *Echinodorus palaefolius*, sistem resirkulasi



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

***Abstract***

***The Comparation Of Water Jasmine (Echinodorus palaefolius) Variations to Reduce Total Dissolve Solid of Industrial Waste Water Using Recirculation System***

*All living organisms need water for life, however, not all water can be used directly. It was necessary to have water treatment. Phytoremediation method can be used for alternative treatment. The aim of this study was to determine the number of effective Echinodorus palaefolius plant to reduce TDS, to know pH and temperature average inphytoremediation process, and to analyze differences variations of Echinodorus palaefolius plant in phytoremediation process on plant ability to reduce TDS. This research used experimental method. The analysis using descriptive and statistical analysis. The result of statistical analysis showed that there was no significant difference value of TDS between variations in the number of Echinodorus palaefolius. The conclusion found that average pH and temperature were 8.3 and 30,5 $^{0}$C. With removal TDS were 27% (481 mg/l) for 0 plants, 29.1% (510 mg/l) for 3 plants, 2.4% for 6 plants and no reduction for 9 plants. Therefore, the conclusion showed that the most effective plants to reduce TDS were 3 plants for 6 days of testing. TDS can increase due to decompotition on plant.*

*Keywords: TDS, Echinodorus palaefolius, resirculation system*



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL ..... i
PERNYATAAN KEASLIAN ..... ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING ..... iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR ..... iv
Abstrak ..... v
*Abstract* ..... vi
DAFTAR ISI ..... vii
DAFTAR GAMBAR ..... ix
DAFTAR TABEL ..... x
BAB I PENDAHULUAN ..... 1
1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Identifikasi Masalah ..... 2
1.3 Rumusan Masalah ..... 3
1.4 Tujuan Penelitian ..... 3
1.5 Batasan Masalah ..... 3
1.6 Manfaat Penelitian ..... 4
1.7 Ruang Lingkup Penelitian ..... 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... 5
2.1 Limbah Cair Industri ..... 5
2.2 *Total Dissolve Solid* (TDS) ..... 6
2.3 Derajat Keasaman (pH) ..... 6
2.4 Suhu Air ..... 7
2.5 Metode Pengolahan Limbah Cair ..... 8
2.6 Fitoremediasi ..... 9
2.7 Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) ..... 12
2.8 Aklimatisasi ..... 14
2.7 Sistem Resirkulasi ..... 14
2.8 Baku Mutu Air Bersih ..... 15
2.9 Integrasi Keislaman ..... 17
2.10 Rangkuman Hasil Penelitian Total Dissolved Solid ..... 18
2.11 Penelitian Terdahulu ..... 19



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III METODE PENELITIAN.....23
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....23
3.2 Kerangka Pikir Penelitian .....23
3.3 Variabel Penelitian.....25
3.4 Alur Penelitian .....25
3.5 Alat dan Bahan.....27
3.6 Tahapan Penelitian.....27
3.7 Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan.....32
3.8 Hipotesis Penelitian.....33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....34
4.1 Karakteristik Tanaman.....34
4.2 Aklimatisasi Tanaman.....34
4.3 Uji Fitoremediasi Tanaman *Echinodorus palaefolius*.....38
4.4 Hasil Uji Penyisihan Kadar TDS oleh Tanaman *Echinodorus palaefolius* 51
4.5 Hasil Uji pH dan Suhu .....54
4.6 Analisa Perbedaan Kemampuan Penyisihan Kadar TDS dengan Variasi Jumlah Tanaman *Echinodorus palaefolius* .....59
4.7 Integrasi Keislaman.....60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....62
5.1 Kesimpulan .....62
5.2 Saran.....62
DAFTAR PUSTAKA .....63
Lampiran .....69



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

## DAFTAR GAMBAR

**Gambar 2. 1** Proses Penurunan Kadar Bahan Pencemar pada Kolam Wetland ...11
**Gambar 2. 2** Tanaman Echinodorus palaefolius.....13
**Gambar 2. 3** Rancangan Reaktor Resirkulasi.....15
**Gambar 3. 1** Kerangka Pikir Penelitian.....24
**Gambar 3. 3** Rancangan Percobaan pada Green House .....27
**Gambar 3. 4** Detail Reaktor.....28
**Gambar 3. 5** Skema Kerja Pengukuran pH.....30
**Gambar 3. 6** Skema Kerja Pengukuran TDS.....30
**Gambar 3. 7** Skema Kerja Pengukuran Suhu .....31
**Gambar 4. 1** Persiapan Proses Fitoremediasi .....38
**Gambar 4. 2** Pengamatan Hari Ke-1.....41
**Gambar 4. 3** Pengamatan Hari Ke-2.....43
**Gambar 4. 4** Pengamatan Hari Ke-3.....45
**Gambar 4. 5** Pengamatan Hari ke-4.....46
**Gambar 4. 6** Pengamatan Hari ke-5.....48
**Gambar 4. 7** Pengamatan Hari ke-6.....49
**Gambar 4. 8** Hasil Pengujian Reduksi TDS .....51
**Gambar 4. 9** Hasil pengukuran pH.....55
**Gambar 4. 10** Hasil pengukuran Suhu.....57
**Gambar 4. 11** Reaksi Kesetimbangan Antara Air, Ion Hidroksil dan Ion Hidrogen .....58



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

## DAFTAR TABEL

**Tabel 2. 1** Baku Mutu Air Bersih Kelas III .....16
**Tabel 2. 2** Rangkuman Hasil Penelitian TDS.....19
**Tabel 2. 3** Penelitian Terdahulu.....19
**Tabel 3. 1** Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....23
**Tabel 3. 2** Rencana Percobaan.....32
**Tabel 4. 1** Hasil Aklimatisasi Tanaman .....34
**Tabel 4. 2** Hasil Pengukuran Awal Parameter Air Limbah.....39
**Tabel 4. 3** Hasil Pengukuran Parameter Air Limbah Hari Ke-1 .....41
**Tabel 4. 4** Hasil Pengukuran Parameter Air Limbah Hari Ke-2 .....42
**Tabel 4. 5** Hasil Pengukuran Parameter Air Limbah Hari Ke-3 .....44
**Tabel 4. 6** Hasil Pengukuran Parameter Air Limbah Hari Ke-4 .....45
**Tabel 4. 7** Hasil Pengukuran Parameter Air Limbah Hari Ke-5 .....47
**Tabel 4. 8** Hasil Pengukuran Parameter Air Limbah Hari Ke-6 .....48
**Tabel 4. 9** Hasil Uji Normalitas.....59
**Tabel 4. 10** Hasil Uji Statistik Kruskal-Wallis TDS .....60



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan utama bagi makhluk hidup, keberadaan air di muka bumi sebanyak tiga per empat bagian. Namun tidak semua air yang tersedia dapat digunakan secara langsung. Saat ini banyak air yang telah tercemar akibat kegiatan makhluk hidup. Kebutuhan akan adanya air bersih semakin bertambah setiap harinya, seiring dengan bertambahnya jumlah makhluk hidup yang ada di bumi. Untuk memenuhi kebutuhan air bersih, maka diperlukan adanya pengolahan air terlebih dahulu.

Alternatif pengolahan air tercemar dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu fisika, kimia dan biologi. Fitoremediasi merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah secara biologi. Prosesnya dengan pemanfaatan tanaman guna menghilangkan, memindahkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar baik berupa senyawa organik maupun anorganik. Fitoremediasi tergolong pengolahan limbah dengan cara biologis (Setiyono & Gustaman, 2017). Jenis tanaman yang dapat digunakan berupa tanaman akuatik.

*Total Dissolve Solid* atau biasa disebut TDS merupakan salah satu zat pencemar yang ada dalam air. TDS dapat berasal dari bahan organik seperti daun dan endapan lumpur limbah industri (Saptani & Himma, 2018). Jika kadar TDS terlalu tinggi maka dapat membuat air menjadi keruh, hal ini dapat mempengaruhi proses fotosintesis bagi tumbuhan air dan meningkatnya suhu perairan. Selain itu dapat pula berasal dari bahan inorganik seperti udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, sulfur dan mineral lainnya (Palanna, 2009). Pengolahan TDS sendiri biasanya diakukan dengan sedimentasi, penambahan koagulan dan filtrasi.

Selain nilai TDS parameter yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas air limbah adalah derajat keasaman atau biasa disebut pH. Sebagai parameter kualitas air, pH memiliki fungsi untuk mengontrol tipe dan laju reaksi bahan-bahan dalam air. selain itu nilai pH dapat mempengaruhi kehidupan tumbuhan dan hewan yang habitatnya dalam air (Pamungkas, 2016).



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dalam QS. Ar-rum ayat 41 telah dijelaskan adanya kerusakan yang terjadi dibumi baik di laut, daratan maupun udara akibat ulah tangan manusia. Kerusakan yang ada di muka bumi dapat ditimbulkan oleh berbagai aktifitas dan sumber. Salah satu nya berasal dari bahan buangan atau limbah hasil aktifitas kegiatan manusia.

Allah SWT memperingatkan mereka dengan dampak perbuatannya, dan diharapkan manusia memperbaiki kerusakan yang telah mereka perbuat sendiri.

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya : “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (kejalan yang benar)” (QS. Ar-rum:41)

Limbah cair dari kawasan industri PT SIER-PIER mengandung nilai TDS yang tinggi. Nilai TDS pada kawasan industri PT SIER-PIER saat pengambilan sampel limbah mencapai 1748 mg/l. Dari data tersebut diharapkan dapat dilakukan pengolahan air menjadi air bersih sesuai dengan kriteria baku mutu air bersih kelas III yang dapat digunakan untuk budidaya ikan dan peternakan menurut Peraturan Pemerintah no 82 Tahun 2001. Pengolahan dilakukan dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dan sistem resirkulasi. Prinsip sistem resirkulasi adalah penggunaan kembali air yang telah digunakan atau dikeluarkan. Keuntungan dari penggunaan sistem resirkulasi, ialah dapat meminimalisi penggunaan air, buffer pH dan mereduksi bahan-bahan organik (Efendi dkk, 2015).

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, penulis dapat mengidentifikasi masalah yang akan dijadikan bahan penelitian yaitu tingginya kadar TDS pada air limbah yang dapat menyebabkan permasalahan lingkungan.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

## 1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini ialah:

1. Bagaimana kemampuan penurunan nilai TDS tanaman *Echinodorus palaefolius* dalam variasi jumlah 3, 6, dan 9 tanaman?
2. Berapa jumlah tanaman *Echinodorus palaefolius* yang efektif dalam penurunan nilai TDS?
3. Berapa nilai rata-rata pH dan suhu dalam proses fitoremediasi tanaman *Echinodorus palaefolius*?
4. Bagaimana perbedaan variasi jumlah tanaman *Echinodorus palaefolius* pada proses fitoremediasi terhadap kemampuan tanaman dalam menurunkan kandungan TDS?

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kemampuan penurunan nilai TDS tanaman *Echinodorus palaefolius* dalam variasi jumlah 3, 6, dan 9 tanaman
2. Untuk mengetahui jumlah tanaman *Echinodorus palaefolius* yang efektif dalam penurunan nilai TDS
3. Untuk mengetahui nilai rata-rata pH dan suhu dalam proses fitoremediasi tanaman *Echinodorus palaefolius*
4. Untuk menganalisa perbedaan variasi jumlah tanaman *Echinodorus palaefolius* pada proses fitoremediasi terhadap kemampuan tanaman dalam menurunkan kandungan TDS

## 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Menggunakan limbah cair kawasan industri PT.SIER-PIER yang berlokasi di Jalan Raya Raci – Bangil Panumbuan, Pandean Kec. Rembang Pasuruan pada Bulan April 2020
2. Menggunakan uji parameter TDS, pH, dan suhu
3. Proses fitoremediasi menggunakan sistem resirkulasi



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4. Menggunakan reaktor dengan ukuran 30 cm x 20 cm x 22 cm (p x l x h) dan bahan kaca
5. Variasi tanaman yang digunakan dengan jumlah 3, 6, dan 9 tanaman

## 1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat memberikan gambaran mengenai pengolahan limbah cair industri dengan cara remediasi menggunakan tanaman *Echinodorus palaefolius*.
2. Dapat menjadi bahan pembanding penelitian mengenai fitoremediasi limbah cair menggunakan *Echinodorus palaefolius*

## 1.7 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah:

1. Menggunakan sistem resirkulasi yang dilengkapi dengan aerator berupa terjunan, talang air, dan pompa
2. Menguji TDS, pH dan suhu sebagai parameter air bersih
3. Limbah yang digunakan berasal dari limbah kawasan industri PT SIER-PIER yang berlokasi di Jalan Raya Raci – Bangil Panumbuan, Pandean Kec. Rembang Pasuruan yang telah tercemar
4. Menggunakan reaktor berbahan kaca dengan ukuran 30 cm x 20 cm x 22 cm (p x l x h)
5. Variasi tanaman yang digunakan dengan jumlah 3, 6, dan 9 tanaman



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Limbah Cair Industri

Limbah cair merupakan sesuatu bahan cair yang tidak berguna sisa hasil produksi, tidak memiliki nilai ekonomis, dan tidak diinginkan oleh pemiliknya untuk dibuang. Limbah cair dapat berasal dari limbah domestik dan limbah dan non domestik. Limbah domestik berasal dari kegiatan permukiman, perkantoran restoran dan beberapa kegiatan lain. Sedangkan limbah non domestik yang bukan merupakan hasil kegiatan rumah tangga seperti kegiatan industri. Komposisi limbah non domestik lebih didominasi oleh bahan-bahan kimia beracun dan berbahaya. Kandungan limbah cair non domestik memiliki komposisi logam berat, oksida karbon, oksida nitrogen, oksida belerang, dan senyawa hidrokarbon (Arief, L. M, 2016).

Limbah cair khususnya limbah industri biasa disebut sebagai entitas pencemar air. Komponen penyusun limbah cair industri berupa bahan buangan padat, bahan buangan organik, dan bahan buangan anorganik. Bahan pencemar pada limbah cair industri dapat terbawa air permukaan, seperti aliran sungai yang berasal dari air buangan kegiatan domestik/rumah tangga, air buangan kegiatan medis dan kegiatan peternakan (Arief, L. M, 2016).

Menurut (Saptani, 2018) limbah cair dapat dibedakan menjadi 2 tipe yaitu limbah cair organik dan non organik. Limbah cair organik berasal dari industri kimia yang menggunakan senyawa organik pada proses produksi, seperti industri kulit, fermentasi, tekstil, farmasi, kosmetik, pewarna organik, lem, sabun, pestisida dan lain-lain. Sedangkan limbah cair anorganik umumnya berasal dari industri baja, pelapisan logam dan mineral non logam. Limbah hasil produksi industri perlu dilakukan pengolahan secara khusus agar tidak terjadi permasalahan lingkungan.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

## 2.2 *Total Dissolve Solid* (TDS)

Total Dissolve Solid (TDS) merupakan jumlah partikel yang terlarut dalam air dan lolos dari media filter. Secara umum partikel TDS memiliki ukuran lebih kecil dari 2 mikrometer. Sumber TDS berasal dari bahan organik dan anorganik. Bahan anorganik dapat berasal dari dedaunan, limpasan kegiatan pertanian, pencucian, dan lumpur hasil limbah industri. Sedangkan bahan anorganik dapat berasal dari udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, sulfur dan mineral lainnya. Kandungan TDS pada air hujan sangat sedikit yaitu ±10 mg/l (Palanna, 2009)

Jumlah kadar TDS sangat berpengaruh bagi kehidupan ekosistem akuatik karena jika kadarnya berlebih maka dapat membahayakan organisme akuatik. Kandungan partikel dapat berupa bahan kimia seperti nitrogen, sulfur dan fosfat. Jika kadar TDS terlalu tinggi maka dapat membuat air menjadi keruh, hal ini dapat mempengaruhi proses fotosintesis bagi tumbuhan air dan meningkatnya suhu perairan (Palanna, 2009). Berikut data perbedaan kadar TDS pada tiap tempat

1. Pada air minum kadar TDS 25-250 mg/l dan air distilat memiliki kadar 0,5-1,5 mg/l
2. Pada air sungai kadar TDS 100-20.000 mg/l
3. Pada air laut kadar TDS 35.000 mg/l
4. Pada danau kadar TDS 50-250 mg/l

Menurut (Farid dkk, 2014) TDS mampu berkurang dengan proses fitoremediasi dengan menggunakan tanaman *Pistisia stratiotes, Eichornia crassipes, Hydrocotyle umbellata, Lemna minor, Typa latifolia dan Scirpus acutus.* Nilai removal TDS berbeda-beda, tumbuhan yang paling optimum digunakan ialah *Pistisia stratiotes.*

## 2.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH merupakan gambaran keadaan asam dan basa dalam suatu perairan. Oleh karena itu, nilai pH menjadi salah satu parameter pada air. Perairan dengan nilai pH 7 menandakan kondisi air yang bersifat netral,



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

apabila nilai pH kurang dari 7 maka kondisi air bersifat asam, sedangkan apabila nilai pH lebih dari 7 maka kondisi air bersifat basa(Muslim, 2014).

Nilai pH dihitung dengan menggunakan nilai ion hidrogen yang terkandung dalam larutan. Pada pH 7 konsentrasi ion hidrogen dan hidroksil sama, yaitu 1 x $10^{-7}$ M hal ini dapat menjaga larutan agar tetap bersifat netral. Namun sifat ini hanya berlaku pada suhu $25^0$C (Muslim, 2014).

pH menjadi salah satu parameter kualitas air, karena dapat mengontrol tipe dan laju reaksi bahan dalam air. Nilai pH yang ideal berkisar dari 7-8,5 untuk kelangsungan hidup organisme akuatik. Air yang memiliki nilai pH rendah memiliki sifat yang korosif terhadap bahan konstruksi seperti besi. Air buangan dengan sifat asam dapat berasal dari bahan kimia yang memiliki sifat asam, seperti asam khlorida dan asam sulfat. Sedangkan air buangan yang bersifat basa dapat berasal dari buangan yang mengandung bahan anorganik seperti senyawa karbonat, bikarbonat dan hidroksida (Arief, L. M, 2016).

## 2.4 Suhu Air

Suhu air merupakan sifat fisik air yang dapat menandakan kondisi air apakah dalam keadaan panas atau dingin. Dalam penjelasan yang lebih mendalam suhu dapat dikatakan sebagai pengukuran energi panas rata-rata. Energi panas merupakan energi kinetik atom dan molekul, sehingga dijadikan sebagai parameter penentuan energi kinetik rata-rata dari atom dan molekul. Energi ini dapat ditransfer antar zat sebagai aliran panas. Perpindahan panas yang dapat mengubah suhu air dapat berasal dari udara, sinar matahari, sumber air lain atau polusi termal. Suhu air juga merupakan faktor utama, karena dapat berpengaruh pada organisme air di danau, sungai maupun lautan (Muslim, 2014).

Suhu menjadi salah satu parameter dalam menilai kualitas air, hal ini dikarenakan suhu dapat mempengaruhi parameter lain dan dapat mengubah sifat fisik dan kimia dari parameter tersebut. Suhu air harus diperhatikan saat menentukan parameter lain seperti harga metabolik dan produksi fotosintesis, toksisitas dari senyawa, oksigen terlarut dan konsentrasi gas terlarut lainnya, konduktivitas dan salinitas, potensial reduksi dan oksidasi, pH dan densitas air (Wilde F,2006 dalam Muslim, 2014).



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Suhu air dapat mempengaruhi tingkat metabolisme dan aktifitas biologis dalam air. Tanaman air dapat tumbuh subur pada suhu yang hangat, namun ada beberapa tanaman air yang dapat mentolelir perairan dingin dan hidup dengan baik. Tanaman air terutama daerah tropis akan menunjukkan pertumbuhan terbatas dan domansi suhu air dibawah $21^0$C. Suhu dapat menghambat proses respirasi dan fotosisntesis tanaman. Setiap tanaman memilikai suhu puncak yang berbeda dalam proses fotosisntesis (Muslim, 2014).

## 2.5 Metode Pengolahan Limbah Cair

Limbah cair mengandung berbagai jenis zat yang dapat membahayakan lingkungan. Sebelum dibuang diperlukan pengolahan terlebih dahulu. Metode pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan cara fisik, kimia dan biologis.

1. Pengolahan Fisika

   Pengolahan limbah cair secara fisika dilakukan secara mekanis, perubahan yang terjadi hanya pada kondisi fisiknya. Pengolahan dapat dilakukan dengan penyaringan, sedimentasi, dan flotasi.

2. Pengolahan Kimia

   Pengolahan secara kimia dilakukan dengan penambahan zat kimia guna mengurangi konsentrasi suatu zat. Pengolahan limbah secara kimiawi dapat dilakukan dengan beberapa metode:

   a. Pertukaran Ion (*Ion exchange*)

      Penambahan resin sintetis yang memiliki gugus fungsional organik yang berfungsi sebagai penukar ion baik anion maupun kation, sesuai dengan yang diperlukan

   b. Elektrolisa

      Metode elektrolisa merupakan pemisahan logam berat dengan cara elektrolisis melapisi katoda

   c. Pengendapan kimia

      Pengendapan kimia menggunakan zat katalis untuk mengendapkan sebagai hidroksida atau oksida



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d. Ekstraksi

Ekstraksi dapat diakukan dengan penambahan zat organik yang tidak larut dalam air.

3. Pengolahan Biologi

Pengolahan secara biologi dapat dilakukan dengan pemanfaatan tanaman, atau yang biasa disebut dengan fitoremediasi. Tanaman yang digunakan dapat berupa tanaman akuatik yang memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat maupun zat organik lainnya. Sebagai contoh, menurut (Setiyono & Gustaman, 2017) dapat digunakan tanaman *Eichornia crassipes, Pistisia stratiotes, dan Salvinia cucullata* sebagai tanaman fitoremediasi.

## 2.6 Fitoremediasi

Kata fitoremediasi berasal dari kombinasi 2 kata '*phyto*' dan '*remedium*' yang berarti tumbuhan dan memperbaiki atau membuang makhluk jahat. Fitoremediasi dapat meremoval logam berat, radionuklida, dan pencemar organik seperti pestisida dan hidrokarbon aromatik (Evans & Furlong., 2010). Terdapat beberapa mekanisme fitoremediasi, berikut penjelesan secara singkat masing-masing jenisnya:

1. Fitoekstraksi

Selain disebut sebagai fitoekstraksi dapat disebut pula fitoakumulasi, fitoabsorbsi dan fitosekuestrasi. Proses kerja penyerapan senyawa pencemar dari tanah atau air oleh akar tanaman juga translokasi dan akumulasi senyawa pencemar pada bagian atas tanah, yaitu tajuk tanaman. Pada jenis fitoremediasi ini tumbuhan menyerap unsur logam dan disebut pula tumbuhan hiperakumulator. Tumbuhan ini mampu mengakumulasi logam 100 kali lebih banyak daripada tanaman biasa. Tanaman ini juga mampu mengakumulasi 10 mg/kg Hg (raksa); 100 mg/kg Cd (kadmium); 1000 mg/kg Co (kobalt), Cr (kromium), Cu (cuprum), dan Pb (timbal); 10000 mg/kg Zn (seng) dan Ni (nikel). Baerikut gambar mekanisme proses fitoekstraksi.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Hiperakumulator

   Pada proses ini dilakukan dengan tanaman yang dapat menjadi tumbuhan hiperakumulator. Tanaman ditumbuhkan pada media yang tercemar, kemudian dilanjutkan dengan rentang waktu yang telah ditentukan. Setelah itu, tanaman diambil dan dihilangkan kandungan kontaminan yang terkandung didalamnya. Cara yang biasa digunakan yaitu menjadikan sebagai kompos dengan menambahkan bahan lain untuk menghilangkan kontaminan.

3. Fitostabilisasi

   Fitostabilisasi merupakan pemanfaatan tanaman untuk stabilisasi bahan pencemar dalam tanah. Tujuan utamanya untuk mencegah bahan pencemar masuk dalam air tanah dan rantai makanan. Proses fitostabilisasi dilakukan melalui penyerapan oleh akar, pengendapan, kompleksasi atau penurunan valensi logam di rizosfir. Jenis tumbuhan yang umum digunakan harus tumbuhan asli lokasi tercemarnya logam berat, dikarenakan tumbuhan telah mengalami proses evolusi bertahan hidup pada lingkungan yang ekstrim.

4. Fitovolatisasi

   Tujuan dari proses ini yaitu memanfaatkan tumbuhan untuk menyerap unsur beracun kemudian dikonversi dan dilepaskan dalam kadar kurang beracun ke atmosfer, logam berat yang diserap tergolong dalam logam mudah menguap seperti Se dan Hg racun dari dalam tanah diuapkan melalui daun tumbuhan. Namun kelemahan dari teknik ini racun yang telah menguap ke udara kelak dapat mengendap lagi kedalam tanah.

5. Fitodegradasi

   Fitodegradasi dapat pula disebut fitotransformasi yaitu degradasi bahan pencemar organik oleh tumbuhan dengan menggunakan bantuan enzim dehalogenase dan oksigenase, namun tidak bergantung pada mikroorganisme rizosfer. Proses ini hanya sebatas penyingkiran pencemar organik disebabkan logam berat tidak bisa terdegradasi secara biologis

6. Rhizofiltrasi

   Konsep dari rhizofiltrasi mirip dengan fitoekstraksi, yaitu dengan menggunakan akar tumbuhan atau bibit untuk menyerap bahan pencemar terutama logam dari air, tanah, maupun limbah.

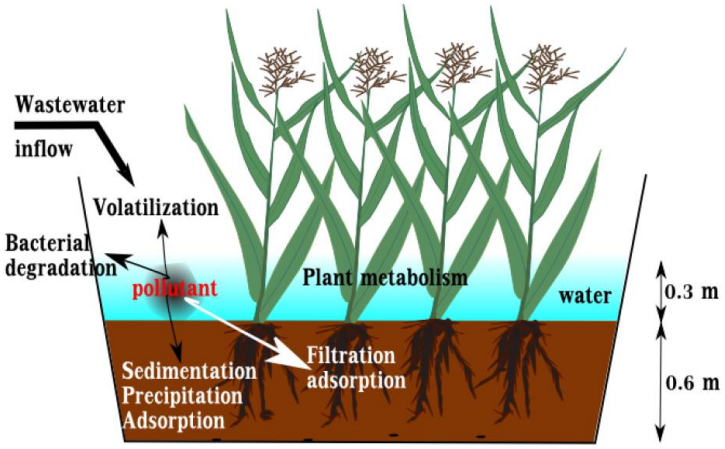


digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada proses ini perlu dilakukan proses aklimatisasi (penyesuaian terhadap lingkungan baru) sebelum proses fitoremediasi guna menyesuaikan kondisi lingkungan yang tercemar. Kemudian setelah proses aklimatisasi tanaman ditumbuhkan dengan sistem hidroponik, setelah berkembang air sebagai media tempat tumbuh tanaman diganti dengan air yang tercemar agar tanaman dapat menyesuaikan diri. Setelah dapat menyesuaikan diri tanaman dapat menyerap air pencemar dan bahan pencemar bersamaan. Setelah akar tanaman jenuh, maka dapat diambil tanamannya dan dibuang ditempat yang aman.

Proses fitoremediasi diperlukan untuk mengurangi bahan pencemar pada lingkungan. Pada proses ini melibatkan semua bagian dari tumbuhan, setiap bagian tumbuhan memiliki fungsi masing-masing. Berikut beberapa fungsi tanaman air dalam proses fitoremediasi (Ronald et. al, 1998)

1. Akar atau batang dalam air merupakan tempat pertumbuhan bakteri, selain itu akar menjadi media filtrasi dan adsorbsi padatan yang terendap.
2. Batang dan daun yang terletak di permukaan, sebagai penghalang sinar matahari yang dapat memperlambat pertumbuhan alga. Mengurangi efek angin pada air yaitu dalam hal tranfer gas antara atmosfer dan air. Batang menjadi bagian penting dalam transfer gas dari dan menuju bagian tanaman yang terendam air.




**Gambar 2. 1** Proses Penurunan Kadar Bahan Pencemar pada Kolam Wetland

*Sumber :(Truijen & Peter., 2013)*



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Mekanisme penghilangan bahan pencemar dengan proses fitoremediasi dilakukan dengan berbagai proses. Proses tersebut berupa volatilisasi atau penguapan dimana kandungan bahan pencemar dalam air diuapkan ke udara. Kemudian filtrasi dan adsorpsi yang dilakukan oleh tanaman, akar tanaman menjadi media filtrasi serta dapat menyerap kandungan bahan pencemar pada air. Selanjutnya bahan pencemar diolah oleh tanah dengan proses adsorpsi, filtrasi dan presipitastasi oleh degradasi mikrobiologis (Ronald et. al, 1998).

## 2.7 Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*)

Melati air tergolong dalam tanaman akuatik dan biasa digunakan sebagai tanaman hias yang memiliki nama latin *Echinodorus palaefolius*. Menurut (Lingkar Kata, 2019) *Echinodorus palaefolius* memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Berbunga tanpa mengenal musim dan bunga bewrwarna putih tumbuh berderet pada tangkainya
2. Daunnya agak kaku, permukaan bagian bawah daun berbulu kasar dan ukuran daun semakin keatas semakin besar
3. Bunga *Echinodorus palaefolius* mekar dipagi hari, setelah itu menguncup kembali
4. Dari bekas bunga tumbuh tunas tanaman kecil yang dapat dipisahkan sebagai tanaman baru
5. Tidak tahan terhadap sinar matahari, jika terpapar terlalu lama warna daun menjadi kekuningan

Dalam buku (Lingkar Kata, 2019) dijelaskan pula klasifikasi ilmiah tumbuhan *Echinodorus palaefolius*.

| | |
|---|---|
| Nama tanaman | : Melati air |
| Kingdom | : *Plantae* |
| Divisi | : *Magnoliophyta* |
| Kelas | : *Liliopsida* |
| Ordo | : *Alismatales* |
| Genus | : *Echinodorus* |
| Spesies | : *Echinodorus palaefolius var. Latifolius.* |



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

**Gambar 2. 2** Tanaman *Echinodorus palaefolius*

*Sumber: Dokumentasi Pribadi,2020*

Tumbuhan ini termasuk dalam tumbuhan akuatik berumpun setengah terendam. Daun tunggal dan kaku, memilikai tangkai bersegi hingga membulat menuju pangkal daun, panjang tangkai dari 50-100 cm, diameter 103 cm, tekstur tangkai keras, mempunyai alur sepanjang tangkai dan berbintik putih dengan warna dasar hijau muda. Daunnya memiliki benduk buat telur, pangkal berlekuk, ujung membulat, tulang daun menjari banyak, dan menonjol ke bawah. Permukaan daun kasap, memiliki warna hijau muda. Identifikasi tanaman melati air menurut (Sari,2013) bunga melati air berwarna putih dan muncul sepanjang waktu. Perbanyakan tanaman menggunakan bunga. Setelah buka mekar dan keluar tunas kemudian dilanjutkan dengan keluarnya daun. Menurut (Setiyanto dkk, 2016) tanaman melati air dapat bertahan hidup dalam rentang pH 4.5-7 dan kondisi suhu 25-35$^0$C.

Pada penelitian milik (Handajani dkk, 2018) dilakukan uji penurunan kadar nitrogen dan organofosfat dengan membandingkan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) dengan amazon sword (*Echinodorus amazonius*). Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa tanaman *Echinodorus palaefolius* lebih baik dalam penyerapan kadar nitrogen dan organofosfat.

Hasil analisa komposisi bahan kimia yang terkandung pada *Echinodorus palaefolius* pada kondisi yang segar didapatkan bahan organik 37,59%, C-organik 21,23%, N total 0,28%, P total 0,0011% dan K total 0,016% (Wardini, 2008).



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dalam penelitian lain diperoleh kandungan kimia pada tangkai segar yaitu air 95,6%, abu 0,44%, serat kasar 2,09%, karbohidrat 0,17%, lemak 0,35%, protein 0,16%, fosfor 0,52%, kalium 0,42%, klorida 0,26%, alkanoid 0,26%. Sedangkan dalam keadaan kering memiliki kandungan selulosa 64,51%, pentosa 15,61%, silika 5,56%, abu 12% dan lignin 7,69% (Rochyati,1998 dalam Kurniawati, 2018)

Selain menurunkan kadar logam berat, tanaman *Echinodorus palaefolius* juga dapat menurunkan kadar zat organik berupa COD dan BOD pada air limbah. Hal ini didasarkan pada penelitian milik (Prayitno, 2013). Kadar COD yang dapat diturunkan mencapai 68% sedangkan nilai BOD 61%.

## 2.8 Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan tahapan penyesuaian atau peralihan lingkungan dari kondisi heterotrof ke lingkungan autotrof pada planlet tanaman melalui teknik invitro. Faktor yang dapat mempengaruhi proses aklimatisasi ialah media tanam, intensitas cahaya, kelembaban dan suhu ruang. Secara umum media tumbuh yang ideal untuk proses aklimatisasi memiliki beberapa syarat yaitu struktur gembur, aerasi dan drainase yang baik, kelembaban cukup, bebas organisme pengganggu dan bahan berbahaya seperti pestisida, cukup mineral dan hara serta bobotnya ringan (Sukmadijaya dkk., 2015).

Sebelum proses aklimatisasi, akar tanaman dibersihkan dari media tanam seperti tanah atau kerikil pada akar. Proses aklimatisasi dapat dilakukan dengan merendam tanaman yang sudah dibersihkan ke dalam ember yang berisi air sumur dan dibiarkan selama 10 hari dalam ruang kaca (Padmaningrum & Aminatun, 2014).

## 2.7 Sistem Resirkulasi

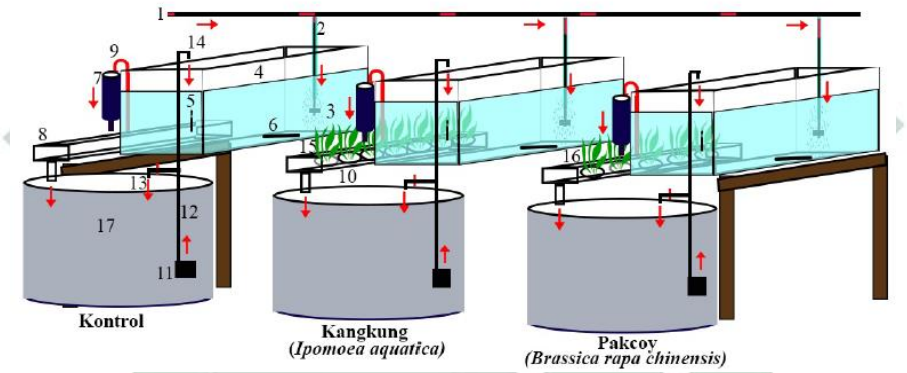
Resirkulasi memiliki dua kata dasar yaitu re yang artinya kembali dan sirkulasi yang artinya peredaran. Sistem resirkulasi merupakan sebuah sistem sirkulasi air dengan menggunakan kembali air yang digunakan, dengan menggunakan sistem tersebut maka manfaat yang dapat diperoleh adalah mengurangi jumlah penggunaan air (Rahmat Fadhil dkk., 2010).



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sistem resirkulasi merupakan salah satu cara yang sering digunakan untuk budidaya tanaman dengan menggunakan metode hidroponik, yaitu memanfaatkan air sebagai media tanam. Dalam sistem resirkulasi diperlukan pengecekan pH dan suhu untuk mengetahui dan menjaga agar tetap stabil.

Keuntungan menggunakan sistem resirkulasi untuk meminimalisi penggunaan air, buffer pH dan mereduksi bahan-bahan organik. Sedangkan kelemahan sistem ini membutuhkan biaya yang sedikit banyak diawal penerapan. Sistem resirkulasi pernah diterapkan pada penelitian milik (Efendi dkk, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi kadar amonia pada limbah budidaya ikan lele. Dengan menggunakan prinsip fitoremediasi, tanaman yang dipilih adalah *Ipomea aquatica* dan *Brassica rapa chinensis*. Rancangan reaktor resirkulasi yang digunakan seperti disajikan pada gambar berikut




**Gambar 2. 3** Rancangan Reaktor Resirkulasi

*Sumber : (Efendi dkk, 2015)*

## 2.8 Baku Mutu Air Bersih

Menurut (Sukandarrumidi dkk., 2018) pengertian baku mutu adalah nilai besaran kuantitas suatu zat, yang berwujud padat, cair, dan gas yang terkandung dalam suatu media jumlahnya tidak boleh melebihi ambang batas yang telah ditentukan. Apabila nilainya melebihi ambang batas maka dapat menimbulkan bahaya bagi makhluk hidup seperti gangguan kesehatan baik penyakit ringan maupun mematikan.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Limbah yang dihasilkan dari aktifitas industri harus diperhatikan kualitasnya sebelum dibuang ke badan air. Hal ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan lingkungan. Berikut baku mutu air menurut Peraturan Pemerintah no 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

**Tabel 2. 1** Baku Mutu Air Bersih Kelas III

| No. | Parameter | Satuan | Kadar Maksimum |
|---|---|---|---|
| **Fisik** | | | |
| 1 | Temperatur | $^0$C | Deviasi 3 |
| 2 | Residu Terlarut | mg/l | 1000 |
| 3 | Residu Tersuspensi | mg/l | 400 |
| **Kimia Anorganik** | | | |
| 1 | Ph | | 6-9 |
| 2 | BOD | mg/l | 6 |
| 3 | COD | mg/l | 50 |
| 4 | DO | mg/l | 3 |
| 5 | Total fosfat sebagai P | mg/l | 1 |
| 6 | $NO_3$ sebagai N | mg/l | 20 |
| 7 | $NH_3$-N | mg/l | (-) |
| 8 | Arsen | mg/l | 1 |
| 9 | Kobalt | mg/l | 0,2 |
| 10 | Barium | mg/l | (-) |
| 11 | Boron | mg/l | 1 |
| 12 | Selenium | mg/l | 0,05 |
| 13 | Kadmium | mg/l | 0,01 |
| 14 | Khrom (IV) | mg/l | 0,05 |
| 15 | Tembaga | mg/l | 0,02 |
| 16 | Besi | mg/l | (-) |
| 17 | Timbal | mg/l | 0,03 |
| 18 | Mangan | mg/l | (-) |
| 19 | Air Raksa | mg/l | 0,002 |



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

| No. | Parameter | Satuan | Kadar Maksimum |
|---|---|---|---|
| 20 | Seng | mg/l | 0,05 |
| 21 | Khlorida | mg/l | (-) |
| 22 | Sianida | mg/l | 0,02 |
| 23 | Fluorida | mg/l | 1,5 |
| 24 | Nitrit sebagai N | mg/l | 0,06 |
| 25 | Sulfat | mg/l | (-) |
| 26 | Khlorin bebas | mg/l | 0,03 |
| 27 | Belerang sebagai $H_2S$ | mg/l | 0,002 |
| **Mikrobiologi** | | | |
| 1 | Fecal coliform | jml/100 ml | 2000 |
| 2 | Total coliform | jml/100 ml | 10000 |
| **Radioaktivitas** | | | |
| 1 | Gross-A | Bq/l | 0,1 |
| 2 | Gross-B | Bq/l | 1 |
| **Kimia Organik** | | | |
| 1 | Minyak dan Lemak | ug/l | 1000 |
| 2 | Deterjen sebagai MBAS | ug/l | 200 |
| 3 | Senyawa Fenol sebagai fenol | ug/l | 1 |
| 4 | BHC | ug/l | 210 |
| 5 | Aldrin/dieldrin | ug/l | (-) |
| 6 | Chlordane | ug/l | (-) |
| 7 | DDT | ug/l | 2 |
| 8 | Heptachlor dan heptachlor epoxide | ug/l | (-) |
| 9 | Lindane | ug/l | (-) |
| 10 | Methoxychlor | ug/l | (-) |
| 11 | Endrin | ug/l | 4 |
| 12 | Toxaphane | ug/l | (-) |

*Sumber: PP No 82 Tahun 2001*

## 2.9 Integrasi Keislaman

Telah dijelaskan dalam Al-Qur'an Surah Ar-rum ayat 41 mengenai kerusakan pada bumi akibat ulah tangan manusia.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya : "Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (kejalan yang benar)" (QS. Ar-rum:41)

Dalam QS. Ar-rum ayat 41 telah dijelaskan adanya kerusakan yang terjadi dibumi baik di laut maupun daratan akibat ulah tangan manusia. Selain penjelasan QS. Ar-rum ayat 41 dijelaskan pula dalam surah lain yaitu, Asy-Syuara ayat 30 Allah berfirman

وَمَا أَصَابَكُمْ مِنْ مُصِيبَةٍ فَبِمَا كَسَبَتْ اَيدِيْكُمْ

Artinya : "Dan apa saja musibah yang menimpa kamu maka adalah disebabkan oleh perbuatan (dosa) mu sendiri, dan Allah memaafkan sebagian besar (dari kesalahan-kesalahanmu)" (QS. Asy-Syuura:30)

Diperjelas pula dalam surah tersebut bahwasannya segala sesuatu bencana atau musibah yang ada dibumi disebabkan oleh perbuatan manusia itu sendiri. Kerusakan yang terjadi dapat ditimbulkan dari berbagai aktifitas dan sumber. Salah satu nya berasal dari bahan buangan atau limbah hasil aktifitas manusia. Allah telah memperingatkan mereka dengan dampak perbuatannya, dan diharapkan manusia dapat memperbaiki kerusakan yang telah mereka perbuat sendiri. Maka dari itu, sudah menjadi kewajiban bagi manusia untuk menjaga bumi dan mencegah kerusakan yang ditimbulkan oleh aktifitas manusia.

## 2.10 Rangkuman Hasil Penelitian Total Dissolved Solid

Pada penelitian terdahulu telah dilakukan penelitian mengenai penyisihan TDS dengan menggunakan metode fitoremediasi. Dari beberapa penelitian diperoleh hasil removal kadar TDS yang bermacam-macam. Perbedaan hasil removal kadar TDS disebabkan adanya perbedaan penggunaan jenis limbah, sistem yang digunakan dan jenis tanaman. Berikut disajikan rangkuman dari beberapa penelitian terdahulu mengenai hasil fitoremediasi TDS.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

**Tabel 2. 2** Rangkuman Hasil Penelitian TDS

| Jenis Pencemar | Jenis Tanaman | Removal | Referensi |
|---|---|---|---|
| TDS | *Eichornia crassipes* | 48,44 % | (Setyorini,2015) |
| TDS | *Thypa sp* | 21% | (Valipour dkk, 2014) |
| TDS | *Eichornia crassipes* | 99% | (Manasika, 2015) |
| TDS | *Lemna minor L* | 81% | (Ugya, 2015) |
| TDS | *Lemna minor L* | 18% | (Saha dkk., 2014) |
| TDS | *Pistisia stratiotes* (P1) | 19% | (Farid dkk., 2013) |
| | *Pistisia stratiotes* (P2) | 35,2% | |
| | *Eichornia crassipes* (P3) | 30,6% | |
| | *Eichornia crassipes* (P4) | 31,1% | |
| | *Hydrocotyle umbellata* (P5) | 23,3% | |
| | *Lemna minor, Typa latifolia dan scirpus acutus* (P7) | 19,3% | |
| | *Pistisia stratiotes* (P7) | 30,7% | |

## 2.11 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini diperlukan pula penelitian terdahulu yang selaras dengan penelitian ini, guna menjadi pembanding serta sumber data sekunder. Berikut disajikan beberapa hasil penelitian terdahulu:

**Tabel 2. 3** Penelitian Terdahulu

| No | Penulis dan Judul | Tujuan | Hasil Penelitian |
|---|---|---|---|
| 1 | Setyorini (2015) "Kajian Proses Fitoremediasi Eceng Gondok *Eichornia crassipes* pada berbagai Variasi Konsentrasi Libah Cair Kopi" | Untuk mengetahui efisiensi eceng gondok sebagai agen fitoremediasi dengan berbagai konsentrasi limbah kopi | Penelitian ini menggunakan sistem batch dengan mendiamkan tanaman pada suatu wadah (reaktor). Dalam setiap reaktor berisi tanaman dengan total berat 300 gr. Pada penelitian ini menggunakan variasi pada konsentrasi air limbah. Dengan menggunakan parameter pH sebagai pembeda. Hasil efisiensi TDS pada penelitian ini sebesar 48,44% |
| 2 | Jenny Caroline dan Guido Arron Moa, (2015) "Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) | Untuk mengetahui penurunan kadar limbah logam Pb dengan konsentrasi kandungan | Biomassa tanaman terbesar ada pada reaktor kontrol yaitu 92,5%, pada reaktor limbah 84,52%. Konsentrasi |



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

| No | Penulis dan Judul | Tujuan | Hasil Penelitian |
|---|---|---|---|
| | menggunakan Tanaman Melati Air (Echinodorus Palefolius) pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan" | limbah yang berbeda-beda, yaitu 15%, 10% dan 5%. Tahapan fitoremediasi yang digunakan dengan mengalirkan limbah cair yang telah ditampung kedalam reaktor yang telah berisi 1 buah tanaman. Air yang digunakan pada kontrol menggunakan air sumur sedangkan pada pengujian menggunakan air limbah dengan konsentrasi berbeda | logam timbal mampu diturunkan hingga , 0,0764 mg/l dengan waktu pemaparan 18 hari. Tanaman *Echinodorus palaefolius* dapat menenyerap logam berat timbal (Pb) dari reaktor limbah sebesar 4,87 mg/kg dengan presentase penyisihan 81,72% dan reaktor kontrol 6,38 mg/kg dengan presentase penyisihan 86,05%. Pada reaktor kontrol tidak terjadi penyerapan, sedangkan hasil penyerapan tertinggi pada perlakuan sebesar 55,97%. |
| 3 | Prayitno, (2013) "Pengurangan COD dan BOD Limbah Cair Terolah Industri Penyamakan Kulit menggunakan Tanaman Melati Air" | Pada penelitian ini dibuat taman tanman air dengan volume ±3 $m^3$. Menggunakan media koral, kerikil, ijuk, dan pasir. Dengan menggunakan sistem aliran *upflow*. Tujuannya untuk mengetahui penurunan kadar COD dan BOD | Pengujian ini menggunakan perbedaan variasi pada debit limbah yang masuk yaitu 0,432; 0,576 dan 1,440 $m^3$/dt dengan menghasilkan waktu tinggal 3 hari 3 jam; 2 hari 2 jam dan 1 hari 13 jam 3 menit. Kadar BOD dan COD diukur pada limbah masuk dan keluar. Hasil perlakuan operasional dengan variasi jumlah debit optimal untuk pengurangan COD sebesar 68,75% pada debit limbah masuk 0,576 $m^3$/d, waktu tinggal 2 hari 2 jam, dengan COD *loading* 0,405 kg/d. sedangkan untuk pengurangan BOD efektif pada debit limbah 1,440 $m^3$/d dengan persentase 61,79% dan waktu tinggal 1 hari 13 jam 30 menit dengan BOD *loading* 0,464 kg/d. |
| 4 | Elisa Kustiyaningsih dan Rony Irawanto (2020) "Pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam Fitoremediasi Deterjen dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*" | Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kemampuan tumbuhan *Sagittaria lancifolia* dalam menurunkan nilai TDS pada larutan deterjen dengan konsentrasi dan waktu detensi yang berbeda. | Variasi konsentrasi deterjen yang digunakan pada penelitian ini sebesar 10, 50, dan 75 mg/l. Dengan variasi waktu detensi 7 dan 14 hari. hasil nilai TDS cenderung fluktiatif dalam setiap harinya. Perlakuan terbaik terdapat pada konsentrasi 10 mg/l dengan waktu detensi 7 |



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

| No | Penulis dan Judul | Tujuan | Hasil Penelitian |
|---|---|---|---|
| | | | hari yang menunjukkan rata-rata nilai TDS 173 mg/l. |
| 5 | Hefni Efendi dkk, (2015) "Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (*Clarias sp*) dengan Kangkung (*Ipomea aquatica*) dan Pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) dalam Sistem Resirkulasi" | Tujuan dari penelitian ini untuk memanfatkan air limbah yang mengandung nutrien untuk pertumbuhan tanaman dan mengurangi kadar amonia ($NH_3$) pada air limbah. | Prinsip sistem resirkulasi adalah penggunaan kembali air yang telah dikeluarkan dari kegiatan budidaya. Seperti prinsip kerja hidroponik sistem resirkulasi. Pada penelitian ini jenis tanaman menjadi variabel bebas. Prentase penurunan amonia bebas ($NH_3$) menunjukkan hasil perbedaan yang tidak terlalu tinggi. Hasil yang diperoleh ialah 89,16%, 93,62%, dan 96,62% dengan urutan kontrol, kangkung dan pakcoy. |
| 6 | Alireza Valipour dkk (2014) "Performance of high-rate constructed phytoremediation process with attached growth for domestic wastewater treatment: Effect of high TDS and Cu" | Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan fitoremediasi tanaman *Thypa sp* terhadap kadar BOD5 dan COD pada limbah cair domestik yang mengandung TDS dan Cu tinggi. | Menggunakan percobaan dengan skala laboratorium. Jika dibandingankan dengan sistem konvensional wetland, hasil yang diperoleh menunjukkan peningkatan kinerja. Tanaman *Thypa sp* mampu bertahan hidup pada konsentrasi TDS gingga 2500 mg/l. Hasil efisiensi removal nilai TDS sebesar 21% sedangkan Cu 67% |
| 7 | Hany Handajani, dkk (2018) "Phytoremediation of Eel (*Anguilla bicolor bicolor*) Rearing Wastewater Using Amazon Sword (*Echinodorus amazonius*), and Water Jasmine (*Echinodorus palaefolius*)" | Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi kemampuan tanaman *Echinodorus amazonius* dan *Echinodorus palaefolius* dalam menghilangkan nitrogen organik dan ortofosfat pada air limbah budidaya *Anguilla bicolor bicolor*. | Penelitian ini menggunakan metode rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan yaitu P1 : *Echinodorus amazonius*, P2: *Echinodorus palaefolius* dan P3 : kontrol. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tanaman *Echinodorus palaefolius* mampu menghilangkan nitrogen dan ortofosfat secara optimal jika dibandingkan dengan *Echinodorus amazonius* |
| 8 | Saha et, al (2014) "Phytoemediation Potential of Duck weed (*Lemna minor L.*) on Steel Wastewater" | Penelitian ini bertujusn untuk menghilangkan klorida dan sulfat pada BOT limbah. Dengan menggunakan sistem remediasi tanaman | Kualitas BOT dinilai dengan menganalisis karakter fisika dan kimia pada limbah. Pada 7 hari pertama nilai TDS mengalami kenaikan. Tetapi setelah itu mengalami |



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

| No | Penulis dan Judul | Tujuan | Hasil Penelitian |
|---|---|---|---|
| | | *Lemna minor L.* | penurunan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman *Lemna minor L.* Mampu menurunkan kadar klorida 30%, sulfat 16% dan TDS 14% |
| 9 | Farid et,al (2013) "Effect of Cyclic Phytoremediation with Different Wetland Plants on Municipal Waswater" | Pada penelitian ini digunakan sistem wetland. Tujuan penelitian untuk mengetahui tanaman yang paling efisien dalam meremoval zat pencemar | Tanaman yang digunakan yaitu *Pistisia stratiotes, Eichornia crassipes, Hydrocotyle umbellata, Lemna minor, Typa latifolia dan Scirpus acutus.* Pada penelitian ini dibagi dalam 7 bak dengan jenis tanaman yang bervariasi. P1 & P2 (*Pistisia stratiotes*), P3 & P4 (*Eichornia crassipes),* P5 (*Hydrocotyle umbellata)* P6 (*Lemna minor, Typa latifolia dan scirpus acutus)* dan P7 (*Pistisia stratiotes*) Hasil penelitian menunjukkan pada P2 mampu menurunkan kadar TDS paling efisien sebesar 35,2%. Sedangkan penurunan kadar TDS terendah terdapat pada P7 yaitu 19% |
| 10 | Adam Yunusa Ugya (2015) "The Efficiency of *Lemna minor L.* In the Phytoremediation of Romi Stream: A Case Study of Kaduna Refinery and Petrochemical Company Polluted Stream" | Penelitian ini menggunakan tanaman *Lemna minor L* dengan skala laboratorium. Pengujian parameter berupa logam dan zat pencemar fisika-kimia. Limbah diambil dari kilang Kaduna dan pabrik petrokimia | Proses fitoremediasi dilakukan dengan menggunakan wadah berukuran 5 liter.pengambilan sampel pada 3 titik sepanjang aliran. Penelitian ini dilakukan selama 21 hari. Hasil penurunan kadar Fisika-kimia berturut-turut sebagai berikut TDS 81,3%, COD 91,6%, Nitrat 93,3%, BOD 68%, konduktifitas 50,3%, TSS 77,3%, Turbiditas 85%, TS 81% dan pH 6,29-7,7. |



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

# BAB III
# METODE PENELITIAN

## 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dengan judul komparasi variasi jumlah tanaman *Echinodorus palaefolius* dalam menurunkan *total dissolved solid* limbah cair industri menggunakan sistem resirkulasi yang dilakukan pada bulan Februari hingga Juni 2020. Untuk lebih jelasnya akan disajikan jadwal pelaksanaan penelitian pada Tabel 3.1. Penelitian dilakukan di *Green House* Pengembangan Karangkitri, Desa Tebel Barat, RT08/RW01, Gedangan, Sidoarjo.

**Tabel 3. 1** Jadwal Pelaksanaan Penelitian

| No | Kegiatan | Februari | | | | Maret | | | | April | | | | Mei | | | | Juni | | | | Juli | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Penyususan Proposal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Seminar Proposal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Perbaikan Proposal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Pelaksanaan Administrasi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Pembuatan Reaktor | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Aklimatisasi Tanaman | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Pengambilan Sampel Air Limbah | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Proses Fitoremediasi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Penyusunan Laporan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Pelaksanaan Seminar Hasil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Perbaikan Laporan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Pelaksanaan Sidang Akhir | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

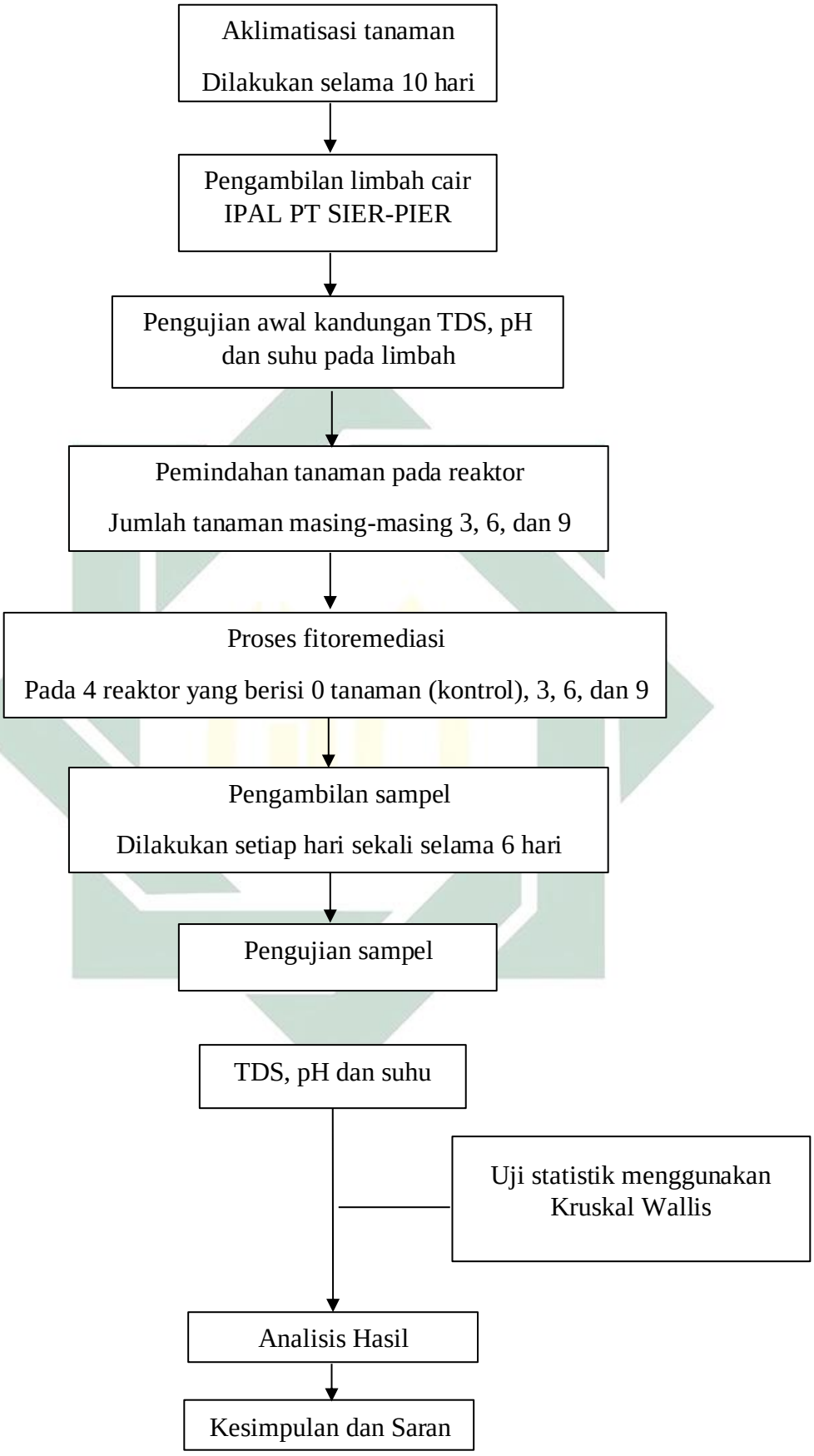
*Sumber : Data Pribadi, 2020*

## 3.2 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian dibuat untuk mengetahui secara garis besar tahapan penelitian. Berikut digambarkan kerangka pikir penelitian



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id




**Gambar 3. 1** Kerangka Pikir Penelitian



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

## 3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan objek yang telah ditetapkan untuk dipelajari sehingga didapatkan hasil tujuan yang diinginkan. Adapun variabel yang terdapat dalam penelitian ini adalah:

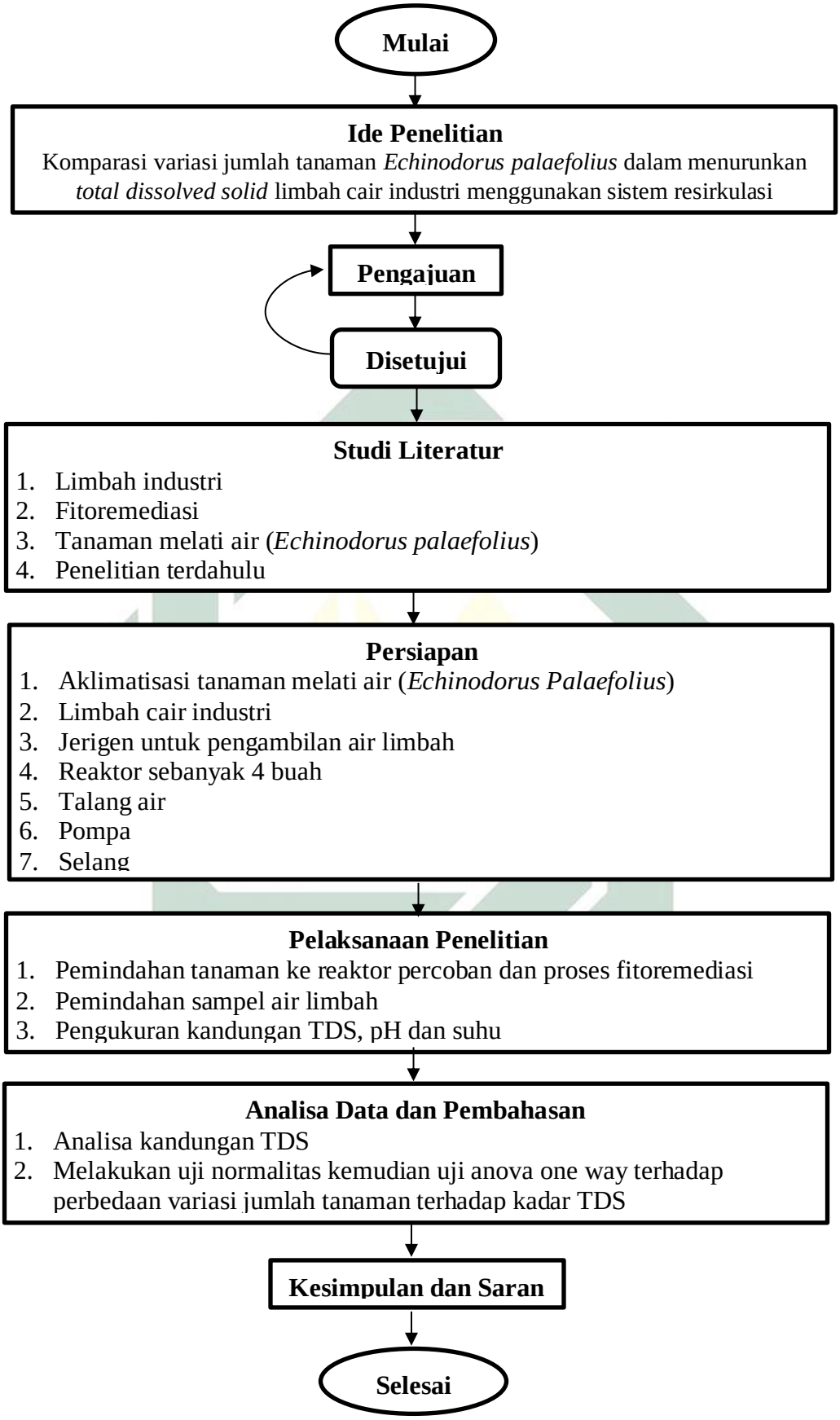
a. Variabel bebas (*independent variable*) pada penelitian ini adalah jumlah tanaman *Echinodorus palaefolius*
b. Variabel terikat (*depedent variable*) pada penelitian ini adalah kandungan TDS dalam limbah

## 3.4 Alur Penelitian

Alur penelitian dibuat agar mengetahui jalannya penelitian dan tercapai tujuan penelitian yang diinginkan. Berikut digambarkan alur penelitian pada **Gambar 3.2**



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id




**Gambar 3. 2** Alur Penelitian



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

## 3.5 Alat dan Bahan

### 3.5.1. Peralatan

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah reaktor sebanyak 4 buah, 4 buah pompa air, talang air, pipa, selang, bak penampung, jerigen plastik, pH meter, TDS meter, dan botol kaca.

### 3.5.2. Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sampel air limbah kawasan industri, tanaman *Echinodorus palaefolius* (melati air), dan air sumur.

## 3.6 Tahapan Penelitian

Terdapat dua tahapan penelitian yaitu tahap persiapan penelitian dan tahapan pelaksaan penelitian.

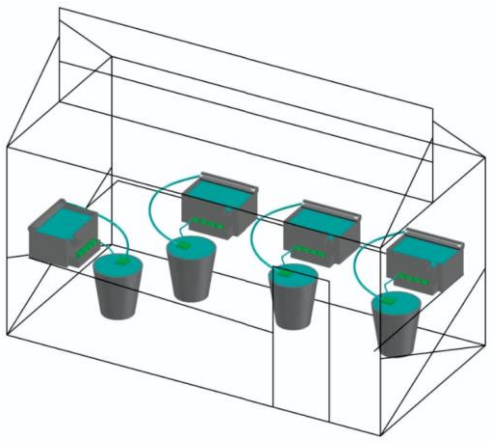
### 3.4.1 Tahap Persiapan Penelitian

Terdapat beberapa tahap persiapan penelitian, yaitu:

1. Studi literatur mengenai obyek penelitian
2. Administrasi

   Proses administrasi diperlukan untuk memperoleh persetujuan pelaksanaan penelitian. Proses administrasi dilakukan pada IPAL PT. SIER-PIER untuk memperoleh air limbah.
3. Rancangan reaktor

   Rancangan reaktor yang digunakan akan digambarkan pada Gambar 3.3

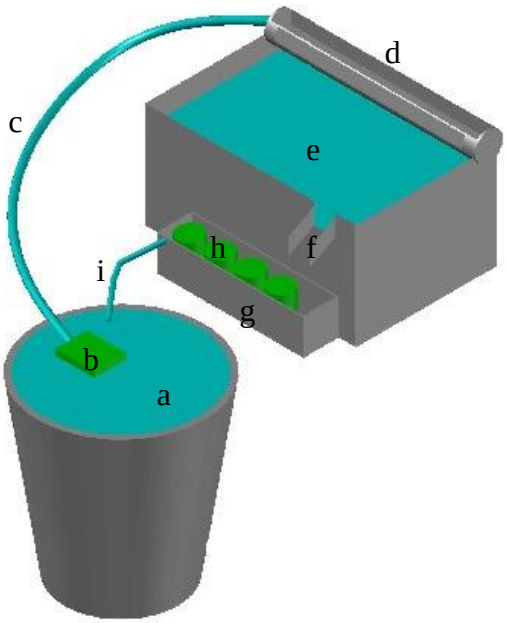


**Gambar 3. 3** Rancangan Percobaan pada *Green House*



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Percobaan pada penelitian ini akan dilakukan didalam *green house* dengan rancangan yang telah disajikan pada **Gambar 3.3.**




**Gambar 3. 4** Detail Reaktor

Keterangan :

a. Bak penampung
b. Pompa air
c. Selang penghubung
d. Pipa penampung (aerasi terjunan)
e. Bak retensi
f. Saluran penghubung
g. Talang air
h. Tanaman
i. Selang penghubung

Dalam penelitian ini dirancang reaktor sebanyak 4 buah dengan ukuran reaktor 30 cm x 20 cm x 22 cm (p x l x h) berbahan kaca, 4 buah pompa air, talang air dengan ukuran lebar 14 cm dan tinggi 12 cm, pipa dengan diameter 2 dim, selang, dan bak penampung dengan diameter 24 cm tinggi 21 cm.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4. Aklimatisasi

Pada proses fitoremediasi ini digunakan tanaman yang yang memiliki karakteristik tertentu dan ukuran seragam, bukan berasal dari benih. Aklimatisasi diperlukan sebelum dimulai penelitian.

Proses aklimatisasi tanaman yang dilakukan sebagai berikut, akar tanaman dibersihkan dari media tanam seperti tanah atau kerikil pada akar. Proses aklimatisasi dapat dilakukan dengan merendam tanaman yang sudah dibersihkan ke dalam ember yang berisi air sumur dan dibiarkan selama 10 hari dalam ruang kaca (Padmaningrum & Aminatun, 2014).

### 3.4.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahap pelaksanaan penelitian diawali dengan pengambilan sampel air limbah, kemudian dilanjutkan dengan pemindahan tanaman dan sampel air limbah pada reaktor yang telah disiapkan. Selanjutnya dilakukan pengamatan selama 6 hari pada tiap-tiap sampel dan dilakukan pengujian kadar TDS, pH dan suhu.

1. Pengambilan Sampel

Sampel air limbah yang digunakan berasal dari hasil limbah produksi kawasan industri PT. SIER-PIER. Pengambilan sampel pada bagian akhir saluran air limbah.

2. Pengujian Awal Sampel Air Limbah

Pengujian awal kadar TDS diperlukan untuk mengetahui nilai awal TDS sebelum dilakukan perlakuan fitoremediasi. Pengujian kadar TDS dilakukan dengan menggunakan alat TDS meter. Selain itu dilakukan pula pengujian pH serta suhu pada sampel air limbah.

3. Pemindahan Tanaman dan Sampel Air Limbah

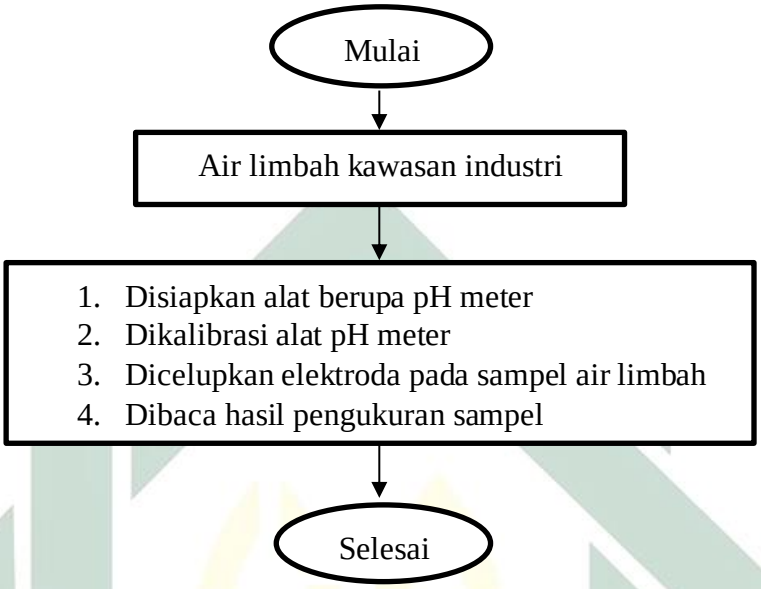
Tanaman yang telah diaklimatisasi dipindahkan dalam rancangan reaktor sejumlah 0, 3, 6, dan 9 tanaman pada masing-masing reaktor. Kemudian sampel air limbah yang sudah didapatkan dimasukkan pula pada reaktor dan dilanjutkan dengan perlakuan proses fitoremediasi selama 6 hari.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

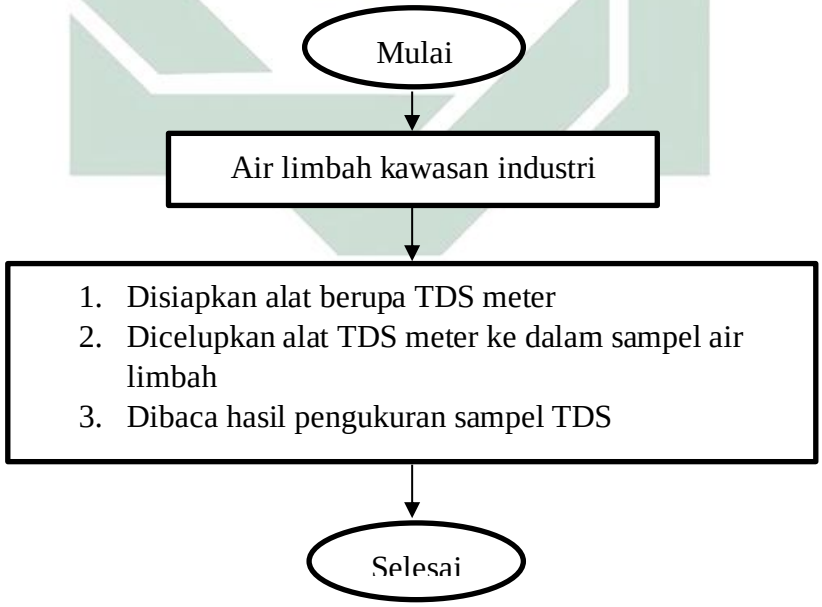
4. Pengujian TDS, pH dan Suhu

Pengujian TDS, pH dan suhu dilakukan pada sampel air limbah dalam reaktor. Alat yang digunakan berupa pH meter dan TDS meter. Untuk




prosedur pengukuran pH dan suhu disajikan dalam bentuk bagan berikut

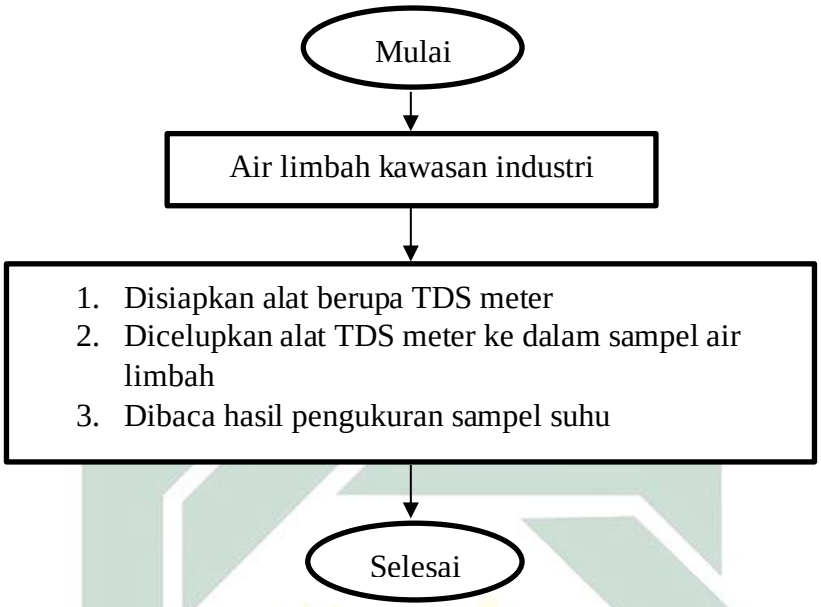
**Gambar 3. 5** Skema Kerja Pengukuran pH




**Gambar 3. 6** Skema Kerja Pengukuran TDS



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id




**Gambar 3. 7** Skema Kerja Pengukuran Suhu

5. Rancangan Percobaan

Pada rancangan percobaan ini terdapat dua variabel yaitu bebas dan terikat, variabel bebas berupa jumlah tanaman *Echinodorus palaefolius* yang digunakan sedangkan variabel terikatnya kadar TDS dalam air limbah. Terdapat total 4 buah rangkaian reaktor pada penelitian ini, 1 buah berfungsi sebagai kontrol dan 3 buah lainnya untuk proses fitoremediasi dengan variasi jumlah tanaman yang berbeda-beda. Keterangan dari masing-masing variabel dijelaskan sebagai berikut:

Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi dengan jumlah tanaman 3 ($X_1$), variasi dengan jumlah tanaman 6 ($X_2$), variasi dengan jumlah tanaman 9 ($X_3$) dan variasi dengan jumlah 0 tanaman yaitu kontrol. Sedangkan untuk variabel terikat pada penelitian ini adalah limbah cair mengandung nilai TDS melebihi nilai baku mutu. Berikut disajikan rencana percobaan penelitian pada Tabel 3.2.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

**Tabel 3. 2** Rencana Percobaan

| **Pengambilan sampel (R)** | **Kontrol (C)** | **$X_1$** | **$X_2$** | **$X_3$** |
|---|---|---|---|---|
| **x/y** | | | | |
| R0 | $R_0Y$ | | | |
| R1 | $R_1CY_1$ | $R_1Y_1X_1$ | $R_1Y_1X_2$ | $R_1Y_1X_3$ |
| R2 | $R_2CY_1$ | $R_2Y_1X_1$ | $R_2Y_1X_2$ | $R_2Y_1X_3$ |
| R3 | $R_3CY_1$ | $R_3Y_1X_1$ | $R_3Y_1X_2$ | $R_3Y_1X_3$ |
| R4 | $R_4CY_1$ | $R_4Y_1X_1$ | $R_4Y_1X_2$ | $R_4Y_1X_3$ |
| R5 | $R_5CY_1$ | $R_5Y_1X_1$ | $R_5Y_1X_2$ | $R_5Y_1X_3$ |
| R6 | $R_6CY_1$ | $R_6Y_1X_1$ | $R_6Y_1X_2$ | $R_6Y_1X_3$ |

Keterangan :

$X_1$ = Jumlah tanaman 3

$X_2$ = Jumlah tanaman 6

$X_3$ = Jumlah tanaman 9

C = Kontrol

$Y_1$ = Limbah tercemar TDS

R0 = Pengambilan sampel hari ke-0

R1= Pengambilan sampel hari ke-1

R2 = Pengambilan sampel hari ke-2

R3 = Pengambilan sampel hari ke-3

R4 = Pengambilan sampel hari ke-4

R5 = Pengambilan sampel hari ke-5

R6 = Pengambilan sampel hari ke-6

Pengambilan sampel dilakukan setiap hari selama 6 hari pada tiap-tiap reaktor dan kontrol. Jumlah sampel yang didapatkan yaitu 25 sampel, 24 sampel diambil setiap hari dan 1 sampel sebelum dilakukan uji fitoremediasi.

## 3.7 Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan

Tahap pengolahan data serta penyusunan laporan pada percobaan ini dapat dilakukan dengan 2 analisa, yaitu:



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

A. Analisa Deskriptif

Analisa deskriptif dihitung dengan menggunakan rumus efisiensi guna mengetahui jumlah reduksi kadar TDS.

Efisiensi (Ef) =

B. Analisa Statistik

Setelah analisa secara deskriptif dilakukan uji statistik dengan menggunakan uji kruskal wallis.

### 3.8 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian merupakan dugaan sementara hasil penelitian yang belum tentu kebenarannya. Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah:

H0 : tidak ada perbedaan hasil penurunan kadar TDS berdasarkan jumlah tanaman

H1 : ada perbedaan hasil penurunan kadar TDS berdasarkan jumlah tanaman



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

# BAB IV
# HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Karakteristik Tanaman

Menurut beberapa penelitian tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) merupakan salah satu jenis tanaman air yang dapat digunakan sebagai remediator. Dalam penelitian ini digunakan tanaman *Echinodorus palaefolius* dengan memiliki karakteristik tinggi dan jumlah daun yang telah ditentukan. Batasan tinggi tanaman yang dipilih yaitu 60-65 cm sedangkan jumlah daun 4-6 helai.

## 4.2 Aklimatisasi Tanaman

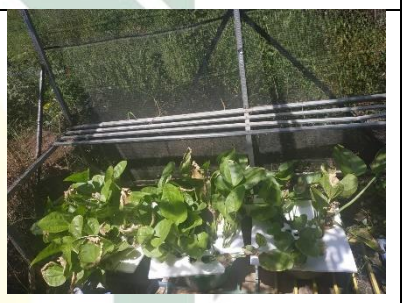
Aklimatisasi tanaman bertujuan untuk penyesuaian tanaman terhadap lingkungan sekitar. Sebelum proses aklimatisasi, akar tanaman dibersihkan dari media tanam seperti tanah atau kerikil yang menempel pada akar. Proses aklimatisasi dapat dilakukan dengan merendam tanaman yang sudah dibersihkan ke dalam ember yang berisi air tanah dan dibiarkan selama 10 hari dalam ruang kaca (Padmaningrum & Aminatun, 2014). Berikut disajikan dalam tabel 4.1 hasil proses aklimatisasi

**Tabel 4. 1** Hasil Aklimatisasi Tanaman

| Waktu | Keterangan | Gambar |
|---|---|---|
| Hari ke-1 | Pada hari pertama kondisi tanaman baik, namun beberapa daun dalam kondisi layu. Kondisi batang tegak dan warna daun masih hijau. | |
| Hari ke-2 | Pada hari kedua terdapat perubahan tanaman secara fisiologis, yaitu ujung daun yang layu berubah warna menjadi kecoklat dan hijau pucat. | |

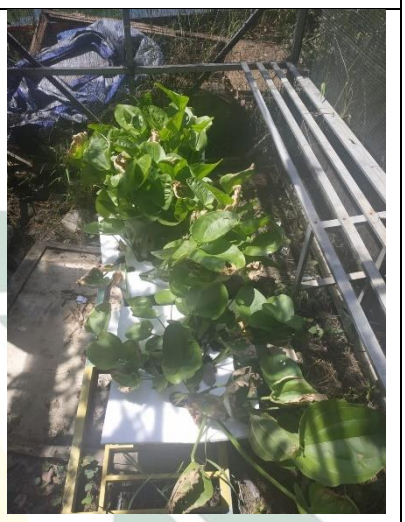


digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

| Waktu | Keterangan | Gambar |
|---|---|---|
| Hari ke-3 | Pada hari ketiga tidak terdapat perubahan fisiologis pada tanaman. Hanya jumlah tanaman yang layu bertambah. Kondisi batang tetap tegak. | |
| Hari ke-4 | Pada hari keempat kondisi batang tetap tegak, ujung daun yang layu mulai mengering dan berubah warna menjadi coklat | |
| Hari ke-5 | Pada hari kelima kondsi batang tidak mengalami perubahan secara fisiologis. Ujung daun yang mengering mulai menjalar hampir ke-seluruh permukaan daun |  |
| Hari ke-6 | Pada hari keenam kondisi batang tetap tegak dan berwarna hijau. Daun yang mengering tidak menjalar dan tidak bertambah jumlahnya. Pada beberapa tanaman mulai tumbuh tunas baru | |
| Hari ke-7 | Pada hari ketujuh tunas yang tumbuh bertambah tinggi. Jumlah tunas juga bertambah banyak | |
| Hari | Pada hari kedelapan tidak terdapat | |



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

| Waktu | Keterangan | Gambar |
|---|---|---|
| ke-8 | perubahan secara fisiologis pada tanaman. Kondisi tanaman cukup baik | |
| Hari ke-9 | Pada hari kesembilan kondisi tanaman mulai membaik. Batang tetap berwarna hijau dan tunas semakin tinggi. |  |
| Hari ke-10 | Pada hari kesepuluh kondisi tanaman lebih baik dari hari sebelumnya. Daun yang mengering sudah gugur dan terdapat tunas baru. Akar tanaman dalam kondisi bersih | |

*Sumber: Data Pribadi,2020*



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dari proses aklimatisasi yang telah dilakukan selama 10 hari dapat membuktikan bahwa tanaman *Echinodorus palaefolius* mampu bertahan pada lingkungan baru. Terdapat beberapa tanaman yang daunnya mengering tetapi kondisi batang masih tetap tegak. Terdapat tunas baru yang tumbuh pada tanaman dan tidak ditemukan tanaman yang mati. Hal ini sejalan dengan penelitian milik (Setyorini, 2015) bahwa tanaman dapat tumbuh dan beradaptasi dengan baik pada lingkungan baru ditandai dengan munculnya tunas baru yang kemudian tumbuh menjadi daun. Namun sebaiknya dalam proses aklimatisasi menggunakan aquades, karena dalam aquades merupakan air murni yang tidak mengandung kontaminan dan bebas mineral.

## 4.3 Uji Fitoremediasi Tanaman *Echinodorus palaefolius*

Setelah melakukan proses aklimatisasi dilanjutkan dengan uji fitoremediasi tanaman *Echinodorus palaefolius* terhadap sampel air limbah. Alat yang diperlukanberupa rangkaian reaktor disiapkan dan diatur dalam *green house* yang ditunjukkan pada gambar 4.1 (a). Kemudian dilakukan pemindahan limbah ke rangkaian reaktor yang ditunjukkan pada gambar 4.1 (b). Dilanjutkan dengan pemindahan tanaman yang telah melalui proses aklimatisasi ke rangkaian reaktor yang ditunjukkan pada gambar 4.1 (c).

(a) (b) (c)

**Gambar 4. 1** Persiapan Proses Fitoremediasi

*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020*



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari inlet IPAL kawasan industri PT. SIER-PIER. Kondisi fisik air limbah berwarna coklat dan memiliki aroma yang sedikit menyengat. Parameter yang akan diukur dalam penelitian ini yaitu, TDS, pH dan suhu.

Tanaman melati air yang digunakan memiliki karakteristik tinggi tanaman 60-65 cm dan memiliki jumlah daun atau tangkai 4-6 helai. Variasi jumlah tanaman yang digunakan yaitu 0, 3, 6, dan 9 tanaman. Dalam penelitian ini dirancang reaktor sebanyak 4 buah dengan ukuran reaktor 30 cm x 20 cm x 22 cm (p x l x h) menggunakan bahan kaca yang dihubungkan dengan talang air yang memiliki ukuran lebar 14 cm dan tinggi 12 cm. Kemudian dialirkan menggunakan selang penghubung menuju bak penampung dengan ukuran diameter 24 cm tinggi 21 cm. Selanjutnya air limbah dipompa ke pipa berukuran 2 dim yang telah diberi lubang guna proses aerasi. Penelitian ini berlangsung selama 6 hari dengan pengambilan sampel dilakukan setiap hari sekali. Parameter yang di uji berupa kadar TDS, pH dan suhu.

Nilai parameter awal dibandingkan dengan baku mutu air bersih Peraturan Pemerintah no 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Berikut hasil pengukuran parameter awal limbah cair.

**Tabel 4. 2** Hasil Pengukuran Awal Parameter Air Limbah

| No | Parameter | Baku Mutu | Nilai |
|---|---|---|---|
| 1 | TDS | 1000 mg/l | 1748 mg/l |
| 2 | pH | 6,5-8,5 | 8,1 |
| 3 | Suhu | Suhu udara ±3 | 30,6 $^{0}$C |

*Sumber : Hasil Pengujian, 2020*

Dari hasil pengujian tersebut maka didapat kadar TDS sebagai parameter yang diuji melebihi nilai baku mutu.

Pengamatan uji fitoremediasi pada hari ke-1 belum terdapat perubahan fisiologis yang signifikan baik pada air limbah dan tanaman. Kondisi pada 0 tanaman masih sama namun terdapat endapan pada talang air. Kondisi tanaman dengan variasi jumlah 3, 6, dan 9 masih bagus dan belum ditemukan tanaman



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang layu. Kondisi ini tidak jauh berbeda dari kondisi awal. Berikut hasil pengujian parameter air limbah pada hari pertama.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

**Tabel 4. 3** Hasil Pengukuran Parameter Air Limbah Hari Ke-1

| Jumlah Tanaman | TDS | pH | Suhu |
|---|---|---|---|
| 0 tanaman | 1200 mg/l | 8,4 | 29,2 $^0$C |
| 3 tanaman | 1137 mg/l | 8,4 | 29,1 $^0$C |
| 6 tanaman | 1169 mg/l | 8,4 | 29,0 $^0$C |
| 9 tanaman | 1223 mg/l | 8,3 | 29,0 $^0$C |

*Sumber: Hasil Pengujian, 2020*

(a) 0 tanaman

(b) 3 tanaman

(c) 6 tanaman

(d) 9 tanaman

**Gambar 4. 2** Pengamatan Hari Ke-1



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020*

Pengamatan uji fitoremediasi pada hari ke-2 terdapat perubahan fisiologis pada air limbah. Warna air limbah sedikit memudar menjadi kekuningan sehingga air terlihat sedikit lebih jernih. Kondisi pada 0 tanaman terdapat padatan yang mengendap pada reaktor, bak penampung dan talang air. Pada variasi tanaman 3 tidak terdapat perubahan fisiologis pada tanaman, hanya kondisi air sedikit lebih jernih. Pada variasi tanaman 6 dan 9 terjadi perubahan fisiologis pada tanaman, beberapa tanaman mulai menguning pada ujung daun dan terdapat endapan tipis pada akar tanaman. Senyawa organik pada limbah dapat diserap oleh akar tanaman, kecepatan penyerapan mencapai 25% dari total jumlah karbon yang diserap saat proses fotosintesis. Pelepasan karbon dapat menjadi sumber makanan bagi bakteri denitrifikasi (Truijen & Peter., 2013). Pengujian parameter air limbah disajikan pada Tabel 4.4 dan gambar kondisi tanaman uji fitoremediasi disajikan pada gambar 4. 3

**Tabel 4. 4** Hasil Pengukuran Parameter Air Limbah Hari Ke-2

| Jumlah Tanaman | TDS | pH | Suhu |
|---|---|---|---|
| 0 tanaman | 1275 mg/l | 8,2 | 30,1 $^0$C |
| 3 tanaman | 1156 mg/l | 8,5 | 30,2 $^0$C |
| 6 tanaman | 1275 mg/l | 8,2 | 30,2 $^0$C |
| 9 tanaman | 1275 mg/l | 8,4 | 30,4 $^0$C |

*Sumber: Hasil Pengujian, 2020*



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(a) 0 tanaman

(b) 3 tanaman

(c) 6 tanaman

(d) 9 tanaman

**Gambar 4. 3** Pengamatan Hari Ke-2

*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020*

Pengamatan uji fitoremediasi pada hari ke-3 kondisi air mulai berkurang kecuali pada variasi 0 tanaman. Pada variasi 3 tanaman daun mulai layu dan terdapat endapan pada akar tanaman. Pada variasi 6 dan 9 tanaman endapan pada akar semakin banyak yang menempel. Menurut (Ronald et. al, 1998) akar merupakan tempat tumbuhnya bakteri, selain itu akar sebagai media filtrasi dan



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

adsorbsi. Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini tergolong tanaman air yang terendam, berbeda dengan enceng gondok yang tergolong tanaman mengapung. Karena sifat tanaman yang terendam pada akar tanaman ditemukan banyak padatan yang menempel. Hasil pengujian disajikan pada tabel 4. 5 dan gambar pengamatan pada gambar 4.4

**Tabel 4. 5** Hasil Pengukuran Parameter Air Limbah Hari Ke-3

| Jumlah Tanaman | TDS | pH | Suhu |
|---|---|---|---|
| 0 tanaman | 1238 mg/l | 8,2 | 31,5 $^0$C |
| 3 tanaman | 1238 mg/l | 8,6 | 31,4 $^0$C |
| 6 tanaman | 1307 mg/l | 8,2 | 31,1 $^0$C |
| 9 tanaman | 1175 mg/l | 8,5 | 30,1 $^0$C |

*Sumber: Hasil Pengujian, 2020*

(a) 0 tanaman

(b) 3 tanaman



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(c) 6 tanaman

(d) 9 tanaman

**Gambar 4. 4** Pengamatan Hari Ke-3

*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020*

Pengamatan uji fitoremediasi pada hari ke-4 terdapat penambahan padatan yang mengendap pada variasi 0 tanaman. Warna endapan menjadi hitam yang semula berwarna coklat. Pada variasi 3 tanaman ditemukan 1 daun yang mengering dan batangnya membusuk serta terdapat endapan yang menempel pada akar tanaman. Pada variasi 6 tanaman ditemukan daun yang mengering hampir ke setengah permukaan daun, tetapi ditemukan pula satu tunas baru pada tanaman. Pada variasi 9 tanaman daun yang menguning menjadi kering dan menyebar. Untuk kondisi fisiologis air limbah lebih jernih dibandingkan hari ke-3. Dalam penelitian (Santriyana, 2013) kondisi tanaman yang menguning menunjukkan bahwa terjadi gejala fitotoksisitas pada tanaman. Setelah daun menguning lambat laun akan menjadi kering dan daun dapat berguguran. Hasil uji parameter air limbah disajikan pada Tabel 4.6 dan gambar pengamatan uji fitoremediasi disajikan pada gambar 4.5

**Tabel 4. 6** Hasil Pengukuran Parameter Air Limbah Hari Ke-4

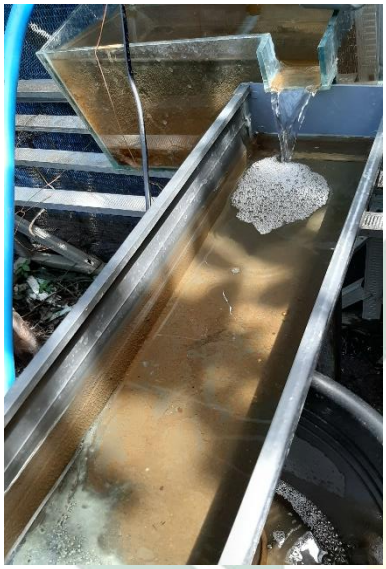
| Jumlah Tanaman | TDS | pH | Suhu |
|---|---|---|---|
| 0 tanaman | 1238 mg/l | 8,2 | 31,5 $^{0}$C |



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 tanaman | 1253 mg/l | 8,4 | 30,2 $^0$C |
| 6 tanaman | 1307 mg/l | 8,0 | 31,1 $^0$C |
| 9 tanaman | 1253 mg/l | 8,0 | 31,5 $^0$C |

*Sumber: Hasil Pengujian, 2020*



(a) 0 tanaman

(b) 3 tanaman

(c) 6 tanaman

(d) 9 tanaman

**Gambar 4. 5** Pengamatan Hari ke-4

*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020*



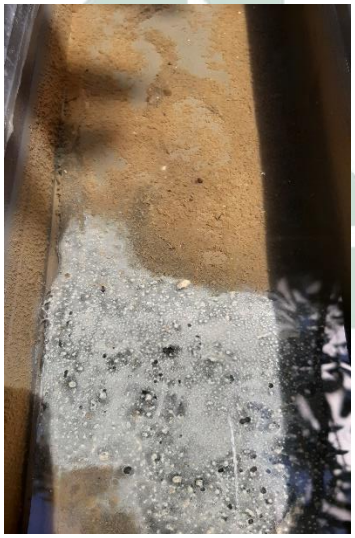
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pengamatan uji fitoremediasi pada hari ke-5 kondisi air limbah pada variasi 0 tanaman tidak mengalami perubahan. Pada variasi 3 tanaman tidak mengalami perubahan secara fisik begitu pula kondisi air limbahnya. Kondisi tanaman pada variasi 6 tanaman tidak jauh berbeda dengan hari sebelumnya, begitu pula pada variasi 9 tanaman. Hasil pengujian disajikan pada tabel dan gambar berikut.

**Tabel 4. 7** Hasil Pengukuran Parameter Air Limbah Hari Ke-5

| Jumlah Tanaman | TDS | pH | Suhu |
|---|---|---|---|
| 0 tanaman | 1253 mg/l | 8,6 | 30,5 $^0$C |
| 3 tanaman | 1267 mg/l | 8,4 | 30,7 $^0$C |
| 6 tanaman | 1282 mg/l | 8,0 | 30,8 $^0$C |
| 9 tanaman | 1744 mg/l | 8,0 | 30,8 $^0$C |

*Sumber: Hasil Pengujian, 2020*



(a) 0 tanaman

(b) 3 tanaman



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(c) 6 tanaman

(d) 9 tanaman

**Gambar 4. 6** Pengamatan Hari ke-5
*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020*

Pengamatan uji fitoremediasi pada hari ke-6 kondisi pada 0 tanaman tetap sama seperti hari sebelumnya tidak mengalami perubahan. Pada variasi 3 tanaman daun yang mengering semakin bertambah namun hanya sebagian permukaan daun saja dan ditemukan satu tunas baru. Pada variasi tanaman 6 dan 9 terdapat banyak tunas baru dan hampir diseluruh tanaman namun banyak ditemukan daun-daun yang mengering. Kondisi batang sedikit layu dan tidak bisa tegak. Warna batang berubah menjadi sedikit kecoklatan seperti tanaman akan mengalami pembusukan.

Volume air limbah berkurang banyak pada variasi tanaman 6 dan 9. Menurut (Manasika, 2015) perubahan fisik tanaman diawali dengan warna daun menguning dan layu hingga berubah menjadi kecoklatan. Selanjutnya diikuti oleh tangkai daun dan apabila akar-akar mengalami kerontokan maka tanaman akan membusuk. Berikut disajikan hasil pengukuran parameter limbah pada hari ke-6 Tabel 4.8 dan gambar hasil pengamatan pada Gambar 4.7

**Tabel 4. 8** Hasil Pengukuran Parameter Air Limbah Hari Ke-6

| Jumlah Tanaman | TDS | pH | Suhu |
|---|---|---|---|
| 0 tanaman | 1267 mg/l | 8,7 | 30,6 $^{0}$C |



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 tanaman | 1238 mg/l | 8,4 | 31,4 $^0$C |
| 6 tanaman | 1706 mg/l | 8,0 | 31,1 $^0$C |
| 9 tanaman | 1874 mg/l | 7,9 | 31,1 $^0$C |

*Sumber: Hasil Pengujian, 2020*

(a) 0 tanaman

(b) 3 tanaman

(c) 6 tanaman

(d) 9 tanaman

**Gambar 4. 7** Pengamatan Hari ke-6

*Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2020*



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dalam proses uji fitoremediasi ini banyak ditemukan tunas baru pada tanaman yaitu di variasi 3, 6, dan 9 tanaman. Maka dapat dikatakan bahwa toleransi tanaman sebagai agen fitoremediasi sangat baik. Hal ini sesuai dengan penyataan (Girsang, 2014) potensi tanaman sebagai agen fitoremediasi yang baik dapat dilihat dari pertumbuhan tanaman yaitu menghasilkan daun baru pada kondisi lingkungan yang tercemar.

Setelah proses uji fitoremediasi kondisi fisik tanaman banyak mengalami perubahan, akan tetapi tanaman masih bisa bertahan hidup. Perubahan fisik tanaman dapat dilihat dari mengeringnya daun dan ditemukan batang yang layu. Bahan organik, non organik bahkan logam berat yang terlarut dalam air dapat direduksi oleh mikroba rhizosfer pada akar tanaman. Mekanismenya dengan penyerapan zat pencemar kemudian mengakumulasikan bahan terlarut ke dalam struktur tanaman (Marianto, 2001 dalam Apsari dkk, 2018).

Pada pengujian hari ke-2 ditemukan padatan yang terendap pada akar tanaman dalam variasi jumlah tanaman 6 dan 9. Pada hari ke-3 padatn yang terendap semakin bertambah dan pada variasi 3 tanaman juga ditemukan endapan. padatan yang terendap pada akar tanaman berasal dari hasil penyaringan air limbah.

Dalam proses resirkulasi air limbah mengalir pada talang air dan melewati tanaman yang ada. Oleh karena itu akar tumbuhan menjadi salah satu penghambat aliran air dan media penyaringan zat padat. Hal ini dijelaskan dalam (USEPA, 1988) air limbah mengalir melalui rhizosfer, pada bagian ini air limbah diolah secara filtrasi, adsorpsi, dan presipitasi pada tanah dan terdegradasi oleh mikrobiologi. Hasil dari proses fisika-kimia dan biokimia sesuai dengan proses mekanik dan biologis yang termasuk sistem denitrifikasi.

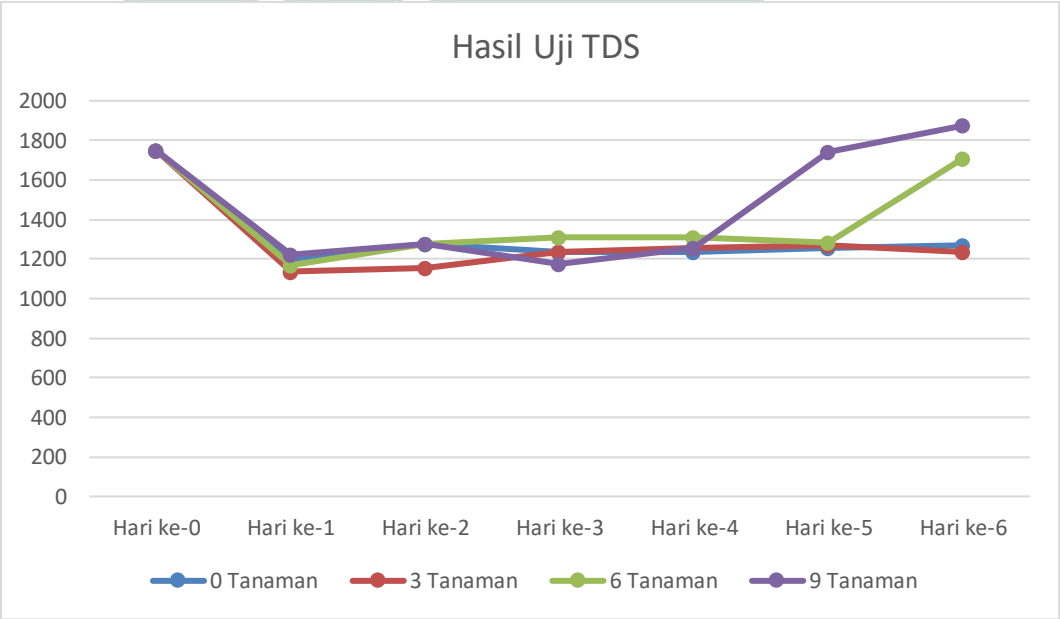
Menurut (Palar, 2004 dalam Haryati dkk, 2012) laju pertumbuhan tanaman dapat mengalami penurunan, hal ini dikarenakan logam masuk dalam sel dan berikatan dengan enzim sebagai katalisator yang mengakibatkan gangguan reaksi kimia dalam sel. Gangguan dapat terjadi pada jaringan epidermis, sponsa, dan palisade. Menurut (Costa et al, 2018) apabila tanaman telah terpapar zat pencemar maka dapat mengakibatkan kerusakan tanaman. Kerusakan tanaman dapat berupa nekrosis dan klorosis (daun menguning).



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

## 4.4 Hasil Uji Penyisihan Kadar TDS oleh Tanaman *Echinodorus palaefolius*

Jumlah kadar TDS sangat berpengaruh bagi kehidupan ekosistem akuatik karena jika kadarnya berlebih maka dapat membahayakan organisme akuatik. Jika kadar TDS terlalu tinggi maka dapat membuat air menjadi keruh, hal ini dapat mempengaruhi proses fotosintesis bagi tumbuhan air dan meningkatnya suhu perairan (Palanna, 2009). Hasil uji penurunan kadar TDS pada penelitian ini dapat disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut




**Gambar 4. 8** Hasil Pengujian Reduksi TDS

*Sumber: Hasil Pengujian, 2020*

Dari grafik tersebut maka bisa dilihat bahwa kadar TDS dominan mengalami penurunan pada hari ke-1. Pada hari selanjutnya kadar TDS cenderung fluktuatif. Pada variasi 0 tanaman menunjukkan penurunan kadar TDS pada hari pertama sebesar 548 mg/l. Pada hari ke-2 mengalami sedikit kenaikan yaitu 75 mg/l. Pada hari ke-3 kembali mengalami penurunan sebesar 37 mg/l. Pada hari ke-4 kadar TDS sama dengan hari sebelumnya. Pada hari ke-5 dan ke-6 mengalami peningkatan nilai TDS nilai kenaikan tersebut 15 mg/l dan 14 mg/l. Maka rata-rata nilai TDS ialah 1245 mg/l.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Penurunan kadar TDS pada variasi 3 tanaman pada hari pertama mengalami penurunan drastis seperti pada variasi 0 tanaman, besar penurunan kadar TDS 611 mg/l. Pada hari ke-2 sampai hari ke-5 kadar TDS terus mengalami kenaikan. Nilai TDS secara berturut-turut ialah 19 mg/l, 82 mg/l, 15 mg/l, dan 14 mg/l. Namun pada hari ke-6 Kadar TDS mengalami kenaikan sebesar 29 mg/l. Hasil penurunan kadar TDS pada variasi 3 tanaman selama 6 hari yaitu 510 mg/l. Rata-rata nilai TDS yang dihasilkan ialah 1214 mg/l.

Pada variasi jumlah 6 tanaman penurunan drastis terjadi pada hari ke-1 yaitu sebesar 579 mg/l. Pengujian pada hari ke-2 mengalami kenaikan nilai TDS begitu juga pada hari ke-3 dengan masing-masing nilai kenaikan 106 mg/l dan 32 mg/l. Pada hari ke-4 kadar TDS tidak mengalami perubahan dari hari sebelumnya. Pada hari ke-5 terjadi penurunan nilai TDS sebesar 25 mg/l. Namun pada pengujian hari ke-6 terjadi kenaikan secara drastis sebesar 424 mg/l. Hasil rata-rata kadar TDS sebesar 1341 mg/l

Hasil pengujian pada variasi 9 tanaman terjadi penurunan drastis pada hari ke-1 sebesar 525 mg/l. Pada hari ke-2 juga terjadi penurunan kadar TDS dengan nilai 52 mg/l. Pada hari ke-3 kadar TDS mengalami penurunan sebesar 100 mg/l. Pada hari ke-3 sampai ke-6 kadar TDS mengalami kenaikan secara terus menerus. Beikut nilai peningkatan kadar TDS secara berturut-turut 78 mg/l, 491 mg/l, 130 mg/l. Pada pengujian kadar TDS variasi 9 tanaman diperoleh rata-rata nilai TDS sebesar 1424 mg/l.

Menurut (Sudiro&Agnes, 2013) Akar merupakan komponen utama dalam penyerapan TDS pada proses fitoremediasi. TSS merupakan partikel yang dapat tertahan apabila disaring menggunakan saringan milipre, sedangkan TDS memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan zat tersuspensi dengan satuan mg per satuan air. Peningkatan nilai TDS dapat terjadi karena adanya pemecahan bahan organik yang awalnya berupa padatan tersuspensi menjadi padatan yang memiliki ukuran lebih kecil (Setyorini, 2015). Dalam penelitian (Manasika, 2015) kenaikan TDS juga dapat disebabkan oleh penguraian senyawa organik oleh mikroorganisme. Selain itu nilai TDS juga dapat bertambah akibat adanya pembusukan pada tanaman.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Untuk mengetahui persentase efisiensi removal TDS pada masing-masing variasi tanaman digunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Efisiensi (Ef)} = \frac{konsentrasi\ awal - konsentrasi\ akhir}{konsentrasi\ awal}\ x\ 100\%$$

Hasil perhitungan persentase efisiensi removal TDS pada masing-masing variasi tanaman berturut-turut adalah 27% untuk 0 tanaman, 29,1% untuk 3 tanaman, 2,4% untuk 6 tanaman dan tidak terdapat penurunan pada variasi 9 tanaman. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa nilai TDS setiap harinya mengalami fluktiatif. Dari hasil pengujian nilai TDS perlakuan dengan variasi 3 tanaman merupakan hasil yang paling optimum dengan hasil penurunan kadar TDS 510 mg/l selama 6 hari.

Bahan organik yang terkandung dalam air limbah dapat menghilang melalui beberapa mekanisme. Mekanisme tersebut adalah: biologis, kimia, fotokimia, dan fisikokimia. Proses fisikokimia berupa penyerapan, sedimentasi, dan penguapan. Proses penguapan merupakan mekanisme utama yang ada pada metode wetland. Namun dalam penyerapan bahan organik proses fisikokimia merupakan mekanisme utama untuk sistem wetland dan fitoremediasi dengan menggunakan media air secara langsung (Ronald et. al, 1998).

Dalam (Cheng, 2003), mekanisme penyisihan bahan pencemar dengan fitoremediasi sistem wetland adalah evapotranspirasi. Air pada kolam yang menguap ke atmosfer disebut proses evaporasi sedangkan reduksi polutan yang menyerap kedalam tanaman disebut transpirasi. Adanya proses transpirasi mempengaruhi adsorpsi mineral dan dapat digunakan sebagai indeks kemampuan pemurnian tanaman.

Menurut (Wulandari, 2013 dalam Apsari dkk, 2018) terdapat tiga mekanisme remediasi pada tanaman. Mekanisme pertama yaitu fitostabilisasi sebagai proses imobilisasi kontaminan dalam air disebabkan karena terbawanya aliran air melalui pori kapiler. Mekanisme kedua yaitu rhizofiltrasi yaitu adsorbsi kontaminan pada akar tanaman. Mekanisme ketiga yaitu rhizodegradasi yang mana terjadi penguraian kontaminan dalam air oleh aktifitas mikroba pada perakaran tanaman.

Kandungan TDS dalam perairan dapat berupa zat organik, anorganik, atau material lainnya yang memiliki ukuran diameter < $10^{-3}$ µm yang terlarut dalam air



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

(Rinawati dkk, 2016). Tanaman *Echinodorus palaefolius* tergolong dalam tanaman air terendam, dimana tanaman ini membutuhkan media penyangga untuk dapat tumbuh. Menurut (USEPA, 2000) mekanisme penyisihan zat organik untuk tanaman terendam hampir sama dengan penyisihan zat padat tersuspensi. Mekanisme penghilangan zat padat dengan sistem wetland menggunakan tanaman terendap yaitu flokulasi dan pengendapan partikel koloid dan suprakoloid. Tanaman menjadi media filter dalam pemisahan partikel koloid dan suprakoloid dengan cara pengendapan (diskrit dan flokulan), penyaringan dan penangkapan fisik, dan adsorpsi biomassa film pada akar dan media kerikil. Padatan yang telah terpisah akan mengalami dekomposisi seperti sistem yang menggunakan tanaman terapung.

Pada penelitian ini terdapat endapan pada akar tumbuhan yang menghambat aliran air dan media penyaringan zat padat. Hal ini dijelaskan dalam (USEPA, 1988) air limbah mengalir melalui rhizosfer, pada bagian ini limbah diolah secara filtrasi, adsorpsi, dan presipitasi pada tanah dan terdegradasi oleh mikrobiologi.

Hasil dari proses fisika-kimia dan biokimia sesuai dengan proses mekanik dan biologis yang termasuk sistem denitrifikasi. Selain itu terdapat pula pengendapan partikel koloid pada akar tanaman. Proses lain yang terjadi dalam pengurangan jumlah zat pencemar melalui proses evapotranspirasi. Adanya proses transpirasi dalam tanaman mempengaruhi adsorpsi mineral dan dapat digunakan sebagai indeks kemampuan pemurnian tanaman.

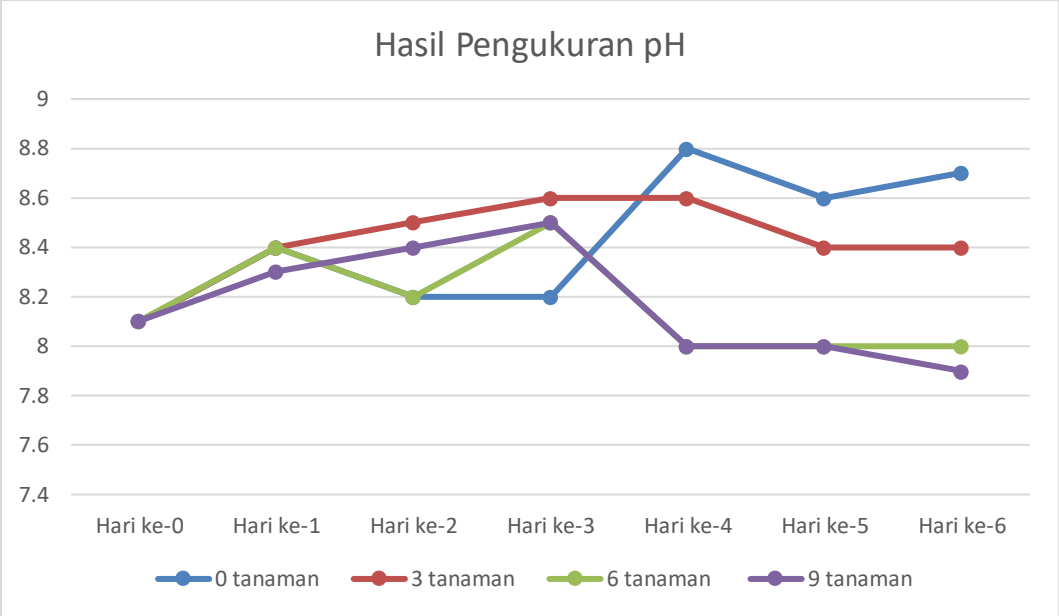
## 4.5 Hasil Uji pH dan Suhu

### 4.5.1 Hasil Uji pH

Selain pengujian TDS dilakukan pengujian pH dan suhu pada masing-masing perlakuan. Sebagai parameter kualitas air, pH memiliki fungsi untuk mengontrol tipe dan laju reaksi bahan-bahan dalam air. Laju reaksi yang dipengaruhi yaitu transformasi biologis, partisi asam dan basa, pertukaran kation, kelarutan padat dan gas (Kayombo et. al, 2003). Selain itu nilai pH dapat mempengaruhi kehidupan tumbuhan dan hewan yang habitatnya dalam air (Pamungkas, 2016).



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id




**Gambar 4. 9** Hasil pengukuran pH

*Sumber: Hasil Pengujian, 2020*

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai pH cenderung fluktuatif baik perlakuan dengan atau tanpa tanaman. Pada hari ke-6 pengujian, variasi tanaman 6 dan 9 mengalami penurunan berturut-turut sebesar 0,1 dan 0,2 dari nilai awal. Sedangkan pada variasi 0 dan 3 tanaman mengalami kenaikan nilai pH. Kenaikan nilai pH pada variasi 0 dan 3 tanaman berturut-turut adalah 0,6 dan 0,3. Menurut (Rahmawati,2016) nilai pH yang cenderung turun pada reaktor dengan variasi jumlah tanaman disebabkan karena terserapnya unsur-unsur dalam limbah ke akar tanaman. Secara umum nilai pH air dipengaruhi oleh $CO_2$ bebas. Pada reaktor dengan variasi 0 tanaman nilai pH cenderung naik hal ini dikarenakan adanya aktivitas mikroorganisme pada air limbah.

Jenis tanaman *Echinodorus palaefolius* yang digunakan pada penelitian ini tergolong tanaman air yang terendam. Pada proses fotosintesis tanaman dapat menghilangkan kandungan karbondioksida dalam air dan mengurangi kadar amoniak. Hal tersebut dapat mempengaruhi nilai pH pada air limbah yaitu menaikkan nilai pH (Ronald et. al, 1998). Pernyataan tersebut sejalan dengan hasil pengujian dengan variasi jumlah 3 tanaman, kenaikan nilai pH sebesar 0,3.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dijelaskan pula dalam (Kholidiyah, 2010 dalam Apsari dkk, 2018) bahwa nilai pH disebakan oleh proses fotosistesis yang berkaitan dengan niai $CO_2$. Tumbuhan mengeluarkan karbondioksida sebagai hasil samping respirasi saat malam hari yang menyebabkan berkurangnya ion $H^+$ sehingga kondisi air limbah bersifat basa. Selain itu disebabkan pula oleh proses denitrifikasi, pemecahan nitrogen organik dan reduksi sulfat. Ketika akar tumbuhan menyerap ion positif, maka tumbuhan juga akan mengeluarkan ekskret berupa ion positif ($H^+$) ke lingkungan. Begitu pula sebaliknya apabila akar tumbuhan menyerap ion negatif, maka tumbuhan juga akan mengeluarkan ekskret berupa ion negatif ($OH^-$). Proses penyerapan nutrien berlangsung secara terus-menerus, apabila ion positif lebih banyak terserap maka nilai pH akan meningkat, begitu pula sebaliknya. Pada variasi jumlah tanaman 6 dan 9 mengalami penurunan nilai pH sebesar 0,1 dan 0,3. Pengujian tersebut dilakukan selama 6 hari. Hal ini menunjukkan bahwa akar tumbuhan lebih banyak menyerap ion negatif, sehingga dapat mempengaruhi penurunan nilai pH pada air limbah.

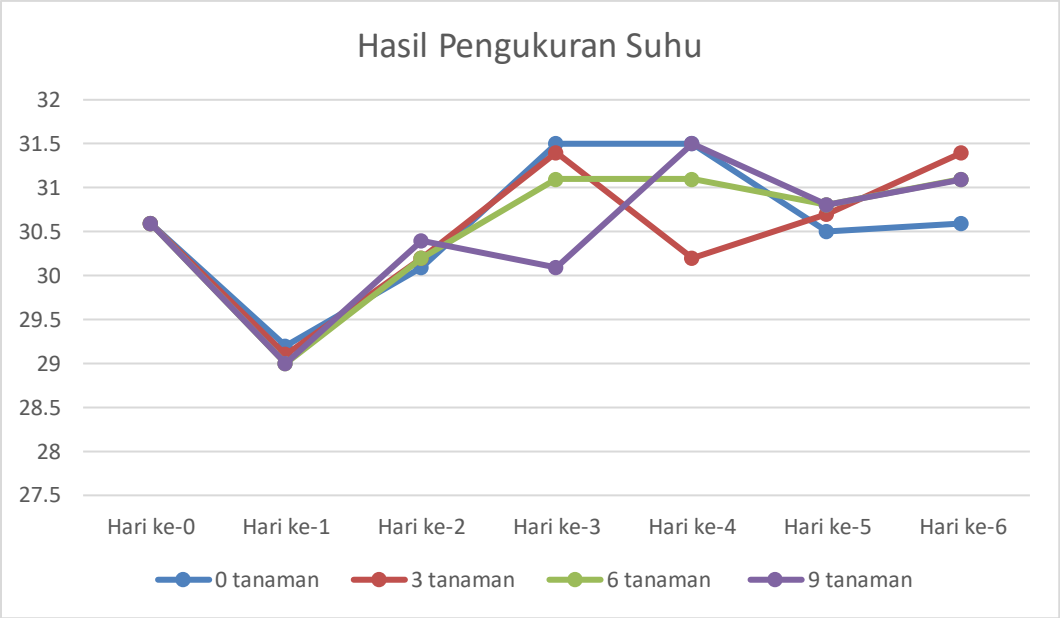
Menjaga keseimbangan pH diperlukan karena nilai pH mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Apabila nilai pH sangat kecil atau besar mikroorganisme tidak aktif bahkan akan mati (Pamungkas, 2016). Menurut (Setiyanto dkk, 2016) tanaman melati air dapat tumbuh dengan optimum pada rentang pH 4,5-7. Nilai pH pada awal pengujian sebesar 8, namun tanaman masih dapat bertahan hidup. Selama 6 hari perlakuan fitoremediasi pada tanaman rentang nilai pH 7,9-8,7 dengan hasil rata-rata nilai pH 8,3. Kondisi tanaman masih bisa bertahan hidup dan menumbuhkan tunas baru.

### 4.5.2 Hasil Uji Suhu

Pengukuran suhu juga dilakukan dalam penelitian ini, karena nilai suhu dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman *Echinodorus palaefolius*, selain itu juga dapat mempengaruhi nilai pH. Berikut disajikan hasil pengukuran suhu dalam bentuk grafik.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id




**Gambar 4. 10** Hasil pengukuran Suhu

*Sumber: Hasil Pengujian, 2020*

Hasil pengukuran suhu menunjukkan bahwa nilai suhu fluktuatif setiap harinya. Hal ini sejalan sesuai dengan pernyataan (Kayombo et. al, 2003) suhu merupakan faktor abiotik yang bersifat fluktiatif hal ini dikarenakan adanya pengaruh perubahan siang dan malam, selain itu musim juga dapat mempengaruhi. Pada proses fitoremediasi sistem wetland suhu sangat mempengaruhi laju proses kimia dan biologis termasuk dekomposisi BOD, nitrifikasi, dan denitrifikasi. Hasil pengujian nilai suhu berkisar dari 29-31,4 $^{0}$C, dengan nilai rata-rata 30,5 $^{0}$C maka tanaman dapat menerima dan hidup dengan baik pada rentang suhu tersebut. Sesuai dengan pernyataan (Setiyanto dkk, 2016) suhu yang optimum untuk pertumbuhan melati air yaitu 25-35 $^{0}$C. Dari nilai suhu yang optimum bagi pertumbuhan melati air, maka dapat dikatakan bahwa suhu air sudah sesuai berkisar 29-31,4 $^{0}$C. Apabila suhu terlalu tinggi maka dapat mempercepat klorosis pada tanaman, hal ini sejalan dengan penelitian (Kurniawati, 2018). Menurut (Anam dkk,2013) suhu pada proses perlakuan dapat dipengaruhi pula oleh suhu lingkungan sekitar. Nilai perubahan suhu dapat mempengaruhi nilai pH pada suatu perairan. Nilai pH dapat dihitung dari jumlah ion hidrogen dalam larutan. Pada kondisi netral dengan nilai pH 7 ion hidrogen dan hidroksil memiliki konsentrasi yang sama yaitu $1x10^{-7}$ M, dengan konsentrasi tersebut maka dapat menjaga kondisi larutan agar tetap netral.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Namun nilai suhu yang diperlukan untuk menjaga kondisi tersebut yaitu $25^0$C. Peningkatan dan penurunan suhu dapat menggeser konsentrasi ion, sehingga menggeser nilai pH (Larsen, 2013 dalam Muslim, 2014). Dalam prinsip Le Chatelier dijelaskan bahwa setiap perubahan ke sistem pada kesetimbangan, seperti penambahan reaktan atau mengubah suhu akan menggeser sistem hingga mencapai kesetimbangan lagi (Volker, 2000 dalam Muslim, 2014).

Berikut disajikan reaksi kesetimbangan antara air, ion hidoksil dan ion hidrogen.

**Gambar 4. 11** Reaksi Kesetimbangan Antara Air, Ion Hidroksil dan Ion Hidrogen

*Sumber: (WTTI,2012)*

Reaksi kesetimbangan tersebut termasuk reaksi eksotermik. Apabila suhu air meningkat maka persamaan akan bergeser ke kiri untuk mencapai keseimbangan. Pergeseran ke kiri dapat menurunkan ion dalam air dan meningkatkan nilai pH. Begitu pula jika suhu mengalami penurunan persamaan akan bergeser ke kanan, menigkatkan konsentrasi ion dan menurunkan nilai pH (Volker,2000 dalam Muslim, 2014). Namun pada (Wilde, 2006) dijelaskan bahwa perubahan suhu bukan menjadi faktor utama dalam menurunkan atau menaikkan nilai pH. Karena konsentrasi ion hidrogen dan hidroksil sama, keasaman tidak hanya bisa berubah dengan perubahan suhu.

Dari penjelasan dan hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai suhu sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitar. Maka nilai suhu tidak terlalu berpengaruh dengan penurunan nilai pH. Nilai pH cenderung mengalami kenaikan pada hari ke-1 sampai hari ke-3 dan cenderung mengalami penurunan pada hari ke-4 sampai hari ke-6 kecuali pada variasi 0 tanaman. Sedangkan nilai suhu selama 6 hari pengujian bersifat fluktuatif.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

## 4.6 Analisa Perbedaan Kemampuan Penyisihan Kadar TDS dengan Variasi Jumlah Tanaman *Echinodorus palaefolius*

Setelah melakukan pengujian nilai TDS dilanjutkan dengan melakukan pengujian secara statistik. Tahapan pertama yang dilakukan yaitu uji normalitas data dengan menggunakan metode *Shapiro-Wilk*. Menurut (Oktaviani&Hari, 2014) uji normalitas data dengan menggunakan metode *Shapiro-Wilk* memiliki konsistensi hasil pengambilan keputusan yang paling baik. Metode ini digunakan untuk pengujian dengan jumlah sampel kurang dari 50. Jumlah sampel yang akan diuji sebanyak 24 sampel dan 1 sampel pengujian awal maka jumlah sampel yang ada kurang dari 50. Hasil keputusan dalam pengujian ini diperoleh bahwa nilai sig <0.05 maka dapat dikatakan bahwa data berdistribusi tidak normal. Berikut disajikan hasil pengujian data statistik pada Tabel 4.9.

**Tabel 4. 9** Hasil Uji Normalitas

| Jumlah Tanaman | Shapiro-Wilk | | |
|---|---|---|---|
| | Statistik | df | Sig. |
| 0 tanaman | .932 | 6 | .595 |
| 3 tanaman | .831 | 6 | .110 |
| 6 tanaman | .735 | 6 | .014 |
| 9 tanaman | .779 | 6 | .037 |

*Sumber: Hasil Analisa, 2020*

Pengujian data dilanjutkan dengan metode anova dengan ketentuan distribusi data harus normal. Hasil pengujian normalitas data menunjukkan bahwa distribusi data tidak normal, maka dilanjutkan dengan pengujian menggunakan metode Kruskal-Wallis. Berikut disajikan data hasil uji statistik Kruskal-Wallis pada Tabel 4.10.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

**Tabel 4. 10** Hasil Uji Statistik Kruskal-Wallis TDS

| | TDS |
|---|---|
| Chi-aquare | 5.893 |
| Df | 3 |
| Asymp. Sig | .117 |

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Jumlah tanaman

(Sumber: Hasil Analisa, 2020)

Berdasarkan Tabel 4.10 dapat diperoleh bahwa hasil uji kruskal wallis mendapatkan nilai signifikan p-value 0,117 dimana nilai tersebut > 0,05. Maka **H0 diterima** atau dapat dikatakan **Tidak Ada Perbedaan** yang signifikan (nyata) terhadap penurunan kadar TDS pada variasi jumlah 0, 3, 6, dan 9 tanaman *Echinodorus palaefolius* dengan kebenaran 95%.

Dalam penelitian serupa (Koesputri dkk, 2016) diperoleh p-value > 0,05 yang menyatakan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap penurunan kadar BOD dan COD. Penelitian ini menggunakan sistem batch dan tanaman *Echinodorus palaefolius* sebagai agen fitoremediator. Namun dalam pengujian kadar fosfat terdapat perbedaan yang signifikan.

Dalam penelitian lain (Apsari dkk, 2018) juga menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan terhadap penurunan kadar daterjen pada limbah *laundry* dengan menggunakan tanaman melati air. Pada penelitian ini menggunakan dua jenis tanaman yaitu *Echinodorus palaefolius* dan *Monochoria vaginalis*. Pengujian perbedaan penurunan kadar daterjen yang dilakukan berupa uji Kruskal-Wallis. Jenis reaktor yang digunakan yaitu sitem batch dengan waktu tinggal selama 2 minggu.

## 4.7 Integrasi Keislaman

Telah dijelaskan dalam Al-Qur'an Surah Ar-rum ayat 41 mengenai kerusakan yang ada di bumi akibat ulah tangan manusia.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُم بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya : "Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (kejalan yang benar)" (QS. Ar-rum:41)

Dalam QS. Ar-rum ayat 41 telah dijelaskan adanya kerusakan yang terjadi dibumi baik di laut maupun daratan akibat ulah tangan manusia. Selain penjelasan QS. Ar-rum ayat 41 dijelaskan pula dalam surah lain yaitu, Asy-Syuara ayat 30 Allah berfirman

وَمَا أَصَابَكُمْ مِنْ مُّصِيبَةٍ فَبِمَا كَسَبَتْ اَيدِيْكُمْ

Artinya : "Dan apa saja musibah yang menimpa kamu maka adalah disebabkan oleh perbuatan (dosa) mu sendiri, dan Allah memaafkan sebagian besar (dari kesalahan-kesalahanmu)" (QS. Asy-Syuura:30)

Dari penjelasan ayat tersebut maka kerusakan yang ada di muka bumi ialah akibat dari kegiatan manusia itu sendiri. Maka sudah seharusnya bagi manusia untuk memperbaiki apa yang telah dirusak. Manusia sebagai makhluk hidup yang memiliki akal, mempunyai tanggung jawab untuk melaksanakan perintah Allah dalam menjaga kelestarian alam. Apabila manusia menjaga kelestarian di muka bumi, maka Allah akan memberikan limpahan nikmat kepadanya. Namun sebaliknya, apabila manusia membuat kerusakan di muka bumi maka allah akan memberikan bencana kepadanya.

Pada penelitian ini merupakan salah satu upaya untuk menjadikan air yang telah tercemar menjadi air bersih yang dapat dimanfaatkan kembali. Dengan tujuan untuk menjaga kelestarian alam yang ada. Sesuai dengan firman Allah dalam surah Ar-rum ayat 41. Diharapkan penelitian ini memberikan pengetahuan baru mengenai upaya pengolahan air limbah menjadi air bersih. Pengolahan air limbah yang dilakukan ditujukan untuk penggunaan budidaya ikan dan peternakan sesuai dengan kriteria kualitas air bersih dengan klasifikasi kelas III menurut Peraturan Pemerintah no 82 Tahun 2001.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

# BAB V
# KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1 Kesimpulan

Dari penjelasan mengenai uji fitoremediasi tanaman *Echinodorus palaefolius* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kemampuan penurunan nlai TDS pada masing-masing variasi tanaman berturut-turut adalah 0 tanaman 481 mg/l, 3 tanaman 510 mg/l, 6 tanaman 42 mg/l, dan variasi 9 tanaman tidak mengalami reduksi namun semakin bertambah.
2. Jumlah variasi tanaman yang paling efektif dalam meremoval TDS yaitu 3 tanaman. Dengan persentase penurunan nilai TDS 29,1% dan akumulasi penurunan sebesar 510 mg/l dalam kurun waktu 6 hari.
3. Hasil pengujian nilai pH selama 6 hari yaitu 7,9-8,7 dan suhu 29-31,4 $^{0}$C dengan nilai rata-rata pH 8,3 dan suhu 30,5 $^{0}$C.
4. Hasil analisa uji perbedaan kemampuan penyisihan kadar TDS menunjukkan bahwa H0 diterima yang bermakna tidak ada perbedaan yang signifikan pada variasi jumlah tanaman *Echinodorus palaefolius*.

## 5.2 Saran

Saran yang diberikan penulis pada penelitian ini yaitu:

1. Pada penelitian selanjutnya apabila menggunakan parameter uji TDS disarankan dalam pengujian TDS menggunakan uji laboratorium bukan alat TDS meter
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menambahkan lama waktu tinggal tanaman
3. Pada penelitian selanjutnya disarankan menggunakan parameter uji berupa logam berat
4. Pada penelitian selanjutnya disarankan memakai dua perbedaan perlakuan yaitu murni menggunakan air langsung pada tanaman dan penambahan media penyangga. Media penyangga yang digunakan dapat berupa pasir atau kerikil sebagai agen pereduksi dan pengendap.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

# DAFTAR PUSTAKA


A S Dwi Saptani N H, & Nurul Himma. (2018). *Perlakuan Fisiko-Kimia Limbah Cair Industri*. UB Press.

Anam, M. M., Kurniati, E., & Suharto, B. (2013). Penurunan Kandungan Logam Pb dan Cr Leachate Melalui Fitoremediasi Bambu Air (Equisetum hyemale) dan Zeolit. *1*(2), 17.

Apsari, L., Kusumawati, E., & Susanto, D. (2018) Fitoremediasi Limbah Cair Laundry Menggunakan Melati air (Echinodorus palaefolius) dan Eceng Padi( Monochoria vaginalis). *Bioprospek. 13(2).* 29-38

Arief, L. M. (2016). *Pengolahan Limbah Industri Dasar-dasar Pengetahuan dan Aplikasi di Tempat Kerja*. CV. Andi Offset.

Caroline, J., & Moa, G. A. (2015). *Tanaman Melati Air (Echinodorus palaefolius) Pada Limbah*. 12.

Effendi, H., Utomo, B, A., Darmawangsa, G, M., & Karo-karo, R, A. (2015). Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Lele (Clarias sp) Dengan Kangkung (Ipomea aquatica) dan Pakcoy (Brassica rapa chinensis) Dalam Sistem Resirkulasi. *Ecolab, 9(2).*

EPA. (1998). *Design Manual Constructed Wetlands And Aquatic Plant System for Municipal Wastewater Treatment*. Ohio: United State Environmental Protection Agency.

EPA. (1988). *Design Manual Constructed Wetlands And Aquatic Plant System for Municipal Wastewater Treatment*. Ohio: United State Environmental Protection Agency.




digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

EPA. (2000). *Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewater*. Ohio: United State Environmental Protection Agency.

Evans, G. M., & Furlong, J. C. (2010). *Environmental Biotechnology: Theory and Application*. John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9780470975152

Farid, M., Irshad, M., Fawadad, M., Awan, Z. A., Eneji, A. E., & Aurangzeb, N. (2013) Effect of Cyclic Phytoremediation with Different Wetland Plants on Municipal Waswater. International Journal of Phytoremediation. http://doi.org/10.1080/15226514.2013.798623

Handayanto, E, Yulia, N, Netty, S, & Amrullah, F. (2017). Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah. *Malang : UB Press*.

Horas P Hutagalung. (1984). Logam Berat dalam Lingkungan Laut. *Oseana*, *IX*, 11–20.

Kasman, M., Riyanti, A., & Kartikawati, C. E. (2019). Fitoremediasi Logam Aluminium (Al) Pada Lumpur Instalasi Pengolahan Air Menggunakan Tanaman Melati Air (Echinodorus palaefolius). *Jurnal Daur Lingkungan*, *2*(1), 7. https://doi.org/10.33087/daurling.v2i1.17

Kayombo, S., Mbwette, T. S. A., Katima, J. H. Y., Ladegaard, N., & Jørgensen, S. E. (n.d.). *Constructed Wetlands Design Manual*. 59.

Koesputri, A, S., Nurjazuli., Dangiran, H, L. (2016). Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman Melati Air (Echinodorus palaefolius) Dengan Sistem Subsurface Flow Wetlands Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD dan Fosfat Dalam Limbah Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat, 4(4)*. http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kustiyaningsih, E., & Irwanto, R. (2020). Pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam Fitoremediasi Deterjen dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia.Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan, 7(1).*

Lestari, K. (2017). *Efisiensi Tanaman Melati Air (Echinodorus Palaefolius) dalam Menurunkan Kadar Kromium heksavalen ($Cr^{6+}$) dan Kadar Warna Air Limbah Batik di Desa Sokaraja Tengah Kecamatan Sokaraja Kabupaten Banyumas Tahun 2017*.

Lingkar Kata. (2019). *Buku Pintar Tumbuhan*. Elex Media Komputindo.

Muslim, Abrar. (2014). *Merkuri Dan Keberadaannya*. Banda Aceh. Syiah Kuala University Press.

Padmaningrum, R. T., & Aminatun, T. (2014). Pengaruh Biomasa Melati Air (*Echinodorus paleafolius*) Dan Teratai (*Nyphaea firecrest*) Terhadap Kadar Fosfat,. *Jurnal Penelitian Saintek, 19*, 11.

Palar, H. (1994). *Logam dalam Sistem BIologi Makhluk Hidup*.

Pamungkas, M. T. O. A. (2016) Studi Pencemaran Limbah Cair Dengan parameter BOD5 Dan pH Di Pasar Ikan Tradisional Dan Pasar Modern Di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. *4*(2), 166. http://ejournal-sl.undip.ac.id/index.php/jkm

Rahmat Fadhil, Johari Endan, Taip, F. S., & Ja'afar, M. S. H. (2010). *Teknologi Sistem Akuakultur Resirkulasi Untuk Meningkatkan Produksi Perikanan Darat Di Aceh: Suatu Tinjauan*. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2202.8247



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Rinawati, Hidayat, D., Supriyanto, R., & Dewi, P, S. (2016). Penentuan Kandungan Zat Padat (*Total Dissolve Solid* dan *Total Suspended Solid*) di Perairan Teluk Lampung. A*nal.Enviro.Chem 1(1).*

Rosihan Adhani, & Husaini. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia*. Lambung Mangkurat University Press.

Saha, P., Banerjee, A., & Sarkar, S. (2014). Phytoemediation Potential of Duck weed (*Lemna minor L.*) on Steel Wastewater. International Journal of Phytoremediation. http://dx.doi.org/10.1080/1522514.2014.950410

Said, N. I. (2010). *Metoda Penghilangan Logam Berat (As, Cd, Cr, Ag, Cu, Pb, Ni Dan Zn) Di Dalam Air Limbah Industri*. *6*(2), 13.

Santriyana, D. D. (2013). Eksplorasi Tanaman Fitoremediator Aluminium (Al) Yang Ditumbuhkan Pada Limbah IPA PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, *1*(1). https://doi.org/10.26418/jtllb.v1i1.3655

Saravanan A., Jayasree R., Hemavathy R.V., Jeevanantham S., Hamsini S., Senthil Kumar P., Yaashikaa P.R., Manivasagan V., & Yuvaraj D. (2019). Phytoremediation of Cr(VI) ion contaminated soil using Black gram (*Vigna mungo*): Assessment of removal capacity. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *7*(3), 103052. https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103052

Setiyanto, R. A., Darundiati, Y. H., & Joko, T. (2016). Efektifitas Sistem Contructed Wetlands Kombinasi Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dan Karbon Aktif dalam Menurunkan Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) Limbah Cair Rumah Sakit Banyumanik Semarang. Jurnal



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kesehatan Masyarakat, *4*(1), 436. http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm

Setiyono, A., & Gustaman, R. A. (2017). Pengendalian Kromium (Cr) Yang Terdapat Di Limbah Batik Dengan Metode Fitoremediasi. *Unnes Journal of Public Health*, *6*(3), 155. https://doi.org/10.15294/ujph.v6i3.15754

Setyorini. (2015). Kajian Proses fitoremediasi eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.) *Solms*) pada Berbagai Variasi Konsentrasi Limbah Cair Kopi. Universitas Jember

Sim, C. H. (2003). The Use of Contructed Wetlands for Wastewater Treatment. s International _ Malaysia Office.24 pp

Sudiro & Agnes, T, A. (2013). Kajian Efektifitas Tanaman Air *Lemna minor* dan *Hydrilla verticillata* Dalam Mereduksi BOD dan COD Sebagai Upaya Perbaikan Kualitas Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Spectra*.

Sukandarrumidi, Fivry, W. M., & Noor Rakhman Arie. (2018). *Geotoksikologi: Usaha menjaga Keracunan Akibat Bencana Geologi*. UGM Press.

Sukmadijaya, D., Dinarti, D., & Isnaini, Y. (2015). Pertumbuhan Planlet Kantong Semar (*Nepenthes rafflesiana Jack*.) pada Beberapa Media Tanam Selama Tahap Aklimatisasi. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, *4*(3), 124. https://doi.org/10.29244/jhi.4.3.124-130

Sutamiharja. (2006). *Toksikologi Lingkungan*. Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia.

Truijen, G. (n.d.). *Constructed wetland and aquatic treatment systems for fish farms in Egypt*. 42.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ugya, A. Y. (2015). The Efficiency of *Lemna minor L*. In the Phytoremediation of Romi Stream: A Case Study of Kaduna Refinery and Petrochemical Company Polluted Stream. Journal of Applied Biology and Biotechnology, 3(01), 011-014.

Widodo, S., Safitri, D., Asmiani, N., Nawir, A., & Bechtel, A. (2019). *Treatment of $Cr^{6+}$ using phytoremediation method in Rante Pond of PT. Vale Indonesia Tbk.* 8.



digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id