

## KARYA TULIS ILMIAH

# PERBEDAAN PENURUNAN pH DAN BOD DALAM LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN AIR APU-APU (*PISTIA STRATIOTES*) DAN ECENG GONDOK (*EICHORNIA CRASSIPES*)

Karya Tulis Ini Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan  
Pendidikan Program Studi Diploma III



**OLEH:**

**MARIA SANOLO HIA**

**NIM: P00933016089**

**POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES MEDAN  
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
KABANJAHE  
2019**



## BIODATA PENULIS



**Nama** : Maria Sanolo Hia  
**NIM** : P00933016089  
**Tempat/Tanggal Lahir** : Pematangsiantar, 18 April 1999  
**Jenis Kelamin** : Perempuan  
**Agama** : Kristen  
**Anak Ke** : 3 (Tiga) Dari 3 (Tiga) Bersaudara  
**Alamat** : Jalan Durian No 39 dibelakang gereja ONKP, Pematangsiantar  
**Status Mahasiswa** : Jalur Umum  
**Nama Ayah** : Timoteo Hia  
**Nama Ibu** : Emmi Sihaloho  
**Riwayat Pendidikan** :

1. SD (2004-2010) : SD Swasta Budi Mulia 2 Pematangsiantar
2. SMP (2010-2013) : SMP Negeri 5 Pematangsiantar
3. SMA (2013-2016) : SMA Swasta Pelita Pematangsiantar
4. DIPLOMA-III (2016-2019) : Politeknik Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan

## LEMBAR PERSETUJUAN

**JUDUL** : PERBEDAAN PENURUNAN PH DAN BOD DALAM LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN AIR APU-APU (*PISTIA STRATIOTES*) DAN ECENG GONDOK (*EICHORNIA CRASSIPES*).

**NAMA** : MARIA SANOLO HIA

**NIM** : P00933016089

Telah Diterima Dan Disetujui Untuk Diseminarkan Dihadapan Penguji

Kabangjahe, Agustus 2019

**Menyetujui**

**Pembimbing Utama**

**Riyanto Suprawihadi, SKM, M.Kes**  
NIP. 196001011984031002

**Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan**  
**Politektik Kesehatan Kemenkes Medan**

**Erba Kalto Manik,SKM,M.sc**

NIP. 196203261985021001

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL : PERBEDAAN PENURUNAN PH DAN BOD DALAM LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN AIR APU-APU (*PISTIA STRATIOTES*) DAN ECENG GONDOK (*EICHORNIA CRASSIPES*).**

**NAMA : MARIA SANOLO HIA**

**NIM : P00933016089**

Karya Tulis Ilmiah Ini Telah Disetujui Untuk Diseminarkan Di Hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Politeknik Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe

Kabanjahe, Agustus 2019

Penguji I

Penguji II

**Haesti Sembiring, SST, M.Sc**

**NIP: 197206181997032003**

**Nelson Tanjung,SKM,M.Kes**

**NIP: 196302171986031003**

Ketua Penguji

**Riyanto Suprawihadi, SKM, M.Kes**  
**NIP. 196001011984031002**

Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan

**Erba Kalto Manik, SKM.MSc**

**NIP: 19620326261985021001**

**POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES MEDAN  
JURUSAN KESEHATAN LINGKUNGAN KABANJAHE**

**KARYA TULIS ILMIAH, AGUSTUS 2019**

**MARIA SANOLO HIA**

**“PERBEDAAN PENURUNAN PH DAN BOD DALAM LIMBAH CAIR RUMAH TANGGA DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN AIR APU-APU (*Pistia stratiotes*) DAN ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*)”**

**V + 43 Halaman + Tabel + Gambar + Daftar Pustaka + Lampiran**

**ABSTRAK**

Pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin besar dari waktu ke waktu memberikan dampak terhadap semakin meningkatnya volume air limbah yang dihasilkan. Sebagai produk akhir dalam pemakaian air bersih selama melakukan aktivitas kehidupan, air limbah memerlukan penanganan yang memadai karena dapat memberi dampak yang cukup serius bagi lingkungan dan manusia jika tidak diolah dengan baik.

Proses fitoremediasi dapat menjadi pilihan metode pengolahan limbah dalam menurunkan parameter pencemar limbah cair rumah tangga (pH dan BOD).

Penelitian ini bersifat eksperimen dengan desain penelitian pre test-post test control desain dengan objek penelitian limbah cair rumah tangga.

Dari hasil penelitian ini diketahui dalam waktu kontak 4 hari mampu menurunkan kadar pencemar BOD menggunakan tanaman eceng gondok (76,18%) dan tanaman apu-apu (83,82%). Sedangkan pada parameter pH terjadi kenaikan yaitu 6,00 dalam waktu kontak 4 hari.

Tanaman eceng gondok dan apu-apu dapat digunakan sebagai teknologi alternatif sederhana dalam menurunkan kadar pH dan BOD pada limbah cair rumah tangga. Disarankan kepada masyarakat dapat menggunakan fitoremediasi sebagai alternatif pengolahan limbah dalam menurunkan kadar pH dan BOD pada limbah cair rumah tangga.

**Kata Kunci : Fitoremediasi, Limbah Cair, pH, BOD**

**MEDAN POLYTECHNIC OF HEALTH, MEDAN  
DEPARTMENT OF HEALTH KABANJAHE**

**SCIENTIFIC WRITING, AUGUST 2019**

**MARIA SANOLO HIA**

**"DIFFERENCES IN PH AND BOD REDUCTION IN HOUSEHOLD LIQUID WASTE WITH  
PHYTOREMEDIATION USING *Pistia stratiotes* (*Eichornia crassipes*) WATER PLANT"**

**V + 43 Pages + Tables + Pictures + Bibliography + Appendix**

### **ABSTRACT**

The population growth that is getting bigger from time to time has an impact on the increasing volume of wastewater produced. As the final product in the use of clean water during life activities, wastewater requires adequate treatment because it can have a serious impact on the environment and humans if not treated properly.

Phytoremediation process can be a choice of waste treatment method in reducing parameters of household liquid waste pollutants (pH and BOD).

This research is an experimental research design with pre-post-test control design with the object of research is household wastewater.

From the results of this study, it is known that in 4 days contact time can reduce levels of BOD pollutants using water hyacinth plants (76.18%) and apu-apu plants (83.82%). Whereas the pH parameter increased by 6.00 in 4 days contact time.

Water hyacinth and apu-apu can be used as a simple alternative technology to reduce pH and BOD levels in household wastewater. It is recommended to the public to use phytoremediation as an alternative treatment of waste in reducing pH and BOD levels in household wastewater. Learn to pronounce

**Keywords: Phytoremediation, Liquid Waste, pH, BOD**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas keagungan Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesempatan kepada penulis dalam menyelesaikan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini, penulis menyadari bahwa didalam penulisan proposal ini masih jauh dari kesempurnaan. Adapaun judul dari Karya Tulis Ilmiah yang saya tulis adalah : **“Kemampuan Fitoremediasi Menggunakan Antara Tanaman Air Apu-apu (*Pistia stratiotes*) Dengan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Dalam Menurunkan Parameter Pencemar Limbah Cair Rumah Tangga (pH dan BOD)”**.

Adapun Proposal Karya Tulis Ilmiah ini disusun untuk memenuhi dan melengkapi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan program studi Diploma III Politeknik Kemenkes Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe.

Dalam menyelesaikan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan serta dorongan dari berbagai pihak yang memperlancar penyelesaian Proposal Karya Tulis Ilmiah ini hingga selesai. Untuk itu perkenankan penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dra.Ida Nurhayati M.Kes selaku Direktur Politeknik Kesehatan Medan
2. Bapak Erba Kalto Manik SKM, M.Sc, selaku Ketua Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe
3. Bapak Riyanto Suprawihadi SKM, M.Kes selaku pembimbing Proposal Karya Tulis Ilmiah saya yang sabar telah memberikan arahan, bimbingan sehingga Proposal Karya Tulis Ilmiah ini dapat diselesaikan.
4. Ibu Desy Ari Apsari SKM, MPH selaku pembimbing akademik yang sabar telah memberi arahan selama menempuh pendidikan Politeknik Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan
5. Bapak Nelson Tanjung SKM, M.Kes dan Ibu Haesti Sembiring, SST, M.Sc selaku Penguji Karya Tulis Ilmiah ini.

6. Seluruh Bapak/Ibu dosen dan staf pegawai Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe yang berperan dalam membantu saya dalam menyusun Proposal Karya Tulis Ilmiah ini.
7. Teristimewa kepada Ayah saya Timoteo Hia dan Ibu saya Emmi Sihaloho yang saya kasihi dan saya cintai yang telah banyak memberikan dorongan, semangat, doa, nasehat, bantuan moril dan materi dan juga kasih sayang yang tidak henti-hentinya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Politeknik Kesehatan Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe
8. Terkhusus kepada abang tercinta Melkisedek Hia dan Arif Hia dan kepada kakak tercinta Aska Hanna Hia yang telah banyak memberi semangat dan dukungan kepada penulis
9. Kepada sahabat saya yang telah berjuang bersama dari awal di Politeknik Kesehatan Kemenkes Medan Jurusan Kesehatan Lingkungan Kabanjahe yaitu Sindy Julita Hasibuan, Riana Junianty Nainggolan, Elisabet Siburian, Oktaviany Olopiah Siburia, Mesi Hanna Agnes Maria Tambunan, Peggy Susiana, Rina Andani Gultom. Terima kasih telah menjadi sahabat terbaik saya yang slalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini.
10. Teruntuk Luin Samprin Himpun Pasaribu terima kasih telah memberi dukungan dan semangat kepada penulis.
11. Kepada abang/kakak alumni Juniardo Damanik, Ophelia Munthe, Lely Florist, Eka Nina Bako, Natalia Ginting, Lena Manik
12. Kepada seluruh teman-teman seperjuangan tingkat III yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu, terimakasih untuk setiap bantuan dan dukungannya.
11. Kepada adik kelas yang saya cintai yaitu Julia.F.Sembiring, Novia Girsang, Febrina Vianty Hutagalung, Nicky Ginting, Tri Lestari Butar-butar, Ayu Sihotang, Tamara Damanik, Debora Simanjuntak, Maissygia Sembiring, Sari Uli Munthe, Amalia Sri Handayani, Bendria Marbun, Adelia Anastasia Sembiring

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan, hal ini semata-mata karena keterbatasan pengetahuan dan

kemampuan penulis. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan penulisan selanjutnya. Semoga Proposal Karya Tulis Ilmiah ini bermanfaat bagi pembaca pada khususnya dan masyarakat pada umumnya.

Kabanjahe, Agustus 2019

**Penulis**

**(Maria Sanolo Hia)**

**NIM : P00933016089**

## **DAFTAR ISI**

### **LEMBAR PERSETUJUAN**

<b>ABSTRAK.....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
1. Tujuan Umum .....	4
2. Tujuan Khusus.....	4
D. Manfaat Penelitian.....	5
1. Bagi Institusi .....	5
2. Bagi Peneliti.....	5

3. Bagi Masyarakat.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
A. Tinjauan Pustaka.....	6
1. Pengertian Air Limbah .....	6
2. Sumber Air Limbah .....	7
a. Air Limbah Industri .....	7
b. Air Limbah Rembesan Dan Tambahan .....	7
c. Air Limbah Domestik .....	7
3. Komposisi Air Limbah.....	8
4. Prosedur Penanganan Limbah.....	9
5. Kandungan Limbah Cair Rumah Tangga .....	9
a. Sifat Fisik.....	9
b. Sifat Kimia .....	10
a) Nilai pH.....	11
b) Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen = DO).....	11
c) Biological Oxygen Demand (BOD) .....	12
d) Chemical Oxygen Demand (COD) .....	12
e) Klorida .....	12
f) Kesadahan .....	13
g) Fosfor .....	13
h) Nitrogen.....	13
c. Sifat Biologis .....	14
1) Bakteri.....	14
2) Protozoa .....	15
3) Virus.....	15
6. Gangguan Terhadap Kesehatan.....	15
7. Gangguan Terhadap Biota Perairan .....	16
8. Gangguan Terhadap Keindahan.....	17
9. Gangguan Terhadap Benda dan Barang.....	17
10. Pengertian Fitoremediasi .....	17
11. Tanaman Air.....	19
a. Jenis-jenis Tanaman Air.....	19

b. Kemampuan Tanaman Air Menstabilkan Limbah Cair.....	22
12. Tinjauan Tentang Apu-apu ( <i>Pistia stratiotes</i> ).....	22
a. Pengertian Apu-apu ( <i>Pistia stratiotes</i> ).....	22
b. Morfologi Apu-apu ( <i>Pistia stratiotes</i> ).....	24
13. Tinjauan Tentang Eceng Gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> ).....	24
a. Pengertian Eceng Gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> ).....	24
b. Morfologi Eceng Gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> ).....	25
c. Kegunaan Eceng Gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> ).....	26
14. Pasir dan Kerikil.....	26
B. Kerangka Konsep.....	27
C. Definisi Operasional.....	29
D. Hipotesa.....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>31</b>
A. Jenis Penelitian.....	31
B. Desain Penelitian.....	31
C. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	32
1. Lokasi Penelitian.....	32
2. Waktu Penelitian.....	32
D. Objek Penelitian.....	32
E. Alat Dan Bahan.....	32
F. Prosedur Penelitian.....	33
1. Tahap Persiapan.....	33
2. Tahap Pelaksanaan.....	33
G. Pelaksanaan Penelitian.....	34
H. Pengolahan Data.....	35
I. Analisis Data.....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>36</b>
A. Hasil Penelitian.....	36
1. Pengambilan Sampel Limbah.....	36
2. Hasil Pemeriksaan.....	36
a. Kondisi Fisik.....	36
b. Parameter pH.....	37
c. Parameter BOD.....	38

B. Pembahasan .....	41
1. pH.....	41
2. BOD .....	42
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>43</b>
A. Kesimpulan.....	43
B. Saran .....	43

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	<b>Tanaman air apu-apu (<i>Pistia stratiotes</i>).....</b>	<b>23</b>
<b>Gambar 2.2</b>	<b>Tanaman air eceng gondok (<i>Eichornia crassipes</i>) .....</b>	<b>25</b>
<b>Gambar 2.3</b>	<b>Kerangka Konsep.....</b>	<b>27</b>
<b>Gambar 4.1</b>	<b>Grafik pH Sebelum Perlakuan dan Setelah Perlakuan Menggunakan Tanaman Apu-apu.....</b>	<b>37</b>
<b>Gambar 4.2</b>	<b>Grafik pH Sebelum Perlakuan dan Setelah Perlakuan Menggunakan Tanaman Eceng Gondok.....</b>	<b>38</b>

<b>Gambar 4.3</b>	<b>Grafik Penurunan BOD Dengan Tanaman Eceng Gondok .....</b>	<b>39</b>
<b>Gambar 4.4</b>	<b>Grafik Penurunan BOD Dengan Tanaman Eceng Gondok .....</b>	<b>40</b>
<b>Gambar 4.5</b>	<b>Grafik Penurunan Persen Tanaman Eceng Gondok Dan Apu-apu .....</b>	<b>41</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	<b>Mikroba Patogen Yang Dapat Menyebabkan Penyakit Dan Juga Gejala Yang Ditimbulkan.....</b>	<b>16</b>
<b>Tabel 4.1</b>	<b>Perbedaan Kondisi Fisik Tanaman Eceng Gondok (<i>Eichornia Crassipes</i>) Dan Apu-Apu (<i>Pistia Stratiotes</i>) Setelah Perlakuan .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabel 4.2</b>	<b>Jumlah Perubahan Parameter Pencemar pH Pada Perlakuan Tanaman Apu-Apu Dengan Waktu Kontak 4 Hari.....</b>	<b>37</b>

<b>Tabel 4.3Jumlah Perubahan Parameter Pencemar pH Pada Perlakuan Tanaman Gondok Dengan Waktu Kontak 4 Hari.....</b>	<b>38</b>	<b>Eceng</b>
<b>Tabel 4.4Jumlah Penurunan Parameter Pencemar BOD Pada Perlakuan Tanaman Gondok Dengan Waktu Kontak 4 Hari.....</b>	<b>39</b>	<b>Eceng</b>
<b>Tabel 4.5Jumlah Penurunan Parameter Pencemar BOD Pada Perlakuan Tanaman Apu Dengan Waktu Kontak 4 Hari .....</b>	<b>40</b>	<b>Apu-</b>

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Dengan adanya perkembangan penduduk yang semakin meningkat pencemaran lingkungan menjadi salah satu permasalahan yang banyak ditemui pada daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Salah satu dampak dari kepadatan penduduk terutama di wilayah perkotaan ialah meningkatnya pemakaian air minum atau air bersih yang berdampak pada peningkatan jumlah pembuangan air limbah. Kegiatan penduduk yang terus meningkat berdampak pada semakin meningkatnya volume air limbah yang dihasilkan. Hal ini tidak didukung oleh penyediaan prasarana sanitasi lingkungan yang seimbang. Produk akhir dalam pemakaian air bersih selama melakukan aktivitas kehidupan, air limbah memerlukan penanganan yang memadai karena dapat memberikan dampak yang cukup serius bagi lingkungan dan manusia jika tidak diolah dengan baik (Mukhtasor, 2007). Peningkatan jumlah air limbah yang tidak diimbangi dengan peningkatan badan air penerima baik dari aspek kapasitas maupun kualitasnya, menyebabkan jumlah air limbah yang masuk ke dalam badan air tersebut dapat melebihi daya tampung maupun daya dukungnya.

Pencemaran limbah cair rumah tangga di negara-negara berkembang termasuk Indonesia merupakan pencemar terbesar (85%) yang masuk ke badan air, sedangkan di negara-negara maju, pencemar air limbah rumah tangga merupakan 15% dari seluruh pencemar yang memasuki badan air (Suriawiria, 2000).

Limbah cair rumah tangga adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan manusia. Air limbah merupakan berbahaya dan beracun berupa buangan jamban, buangan mandi, dan cuci serta buangan hasil usaha atau kegiatan rumah tangga dan kawasan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, hotel, apartemen dan asrama. Air limbah dapat memberikan efek dan gangguan buruk terhadap lingkungan maupun manusia. Efek buruk dan gangguan antara lain : gangguan terhadap kesehatan dan keindahan (Chiras and Reganold, 2005). Terhadap keindahan, air limbah akan meninggalkan air ampas dan bau yang tidak sedap dan terhadap benda air limbah bisa menimbulkan korosi (karat).

Efek buruk yang ditimbulkan limbah cair rumah tangga telah banyak dirasakan oleh masyarakat seperti gangguan kesehatan yaitu Diare/Dysentri, Hepatitis A, Polio, Kolera, Typhus Abdominalis, Dysentri Amoeba, Balantidiasis, Giardiasis yang disebabkan oleh mikroba

patogen yang penyebarannya melalui air yang berasal dari lingkungan yang sangat erat kaitannya dengan limbah rumah tangga. Rusaknya ekosistem perairan menyebabkan semakin langkanya beberapa jenis biota, baik pada perairan darat maupun pantai.

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 menyebutkan batas kadar maksimum untuk BOD 30 mg/L dan untuk COD 100 mg/L. Jadi pembuangan limbah ke badan air dengan kandungan beban kandungan BOD dan COD di atas yang telah ditetapkan oleh peraturan akan menyebabkan turunnya jumlah oksigen dalam air. Kondisi ini mempengaruhi kehidupan biota pada beban air terutama biota yang hidupnya tergantung pada oksigen yang terlarut di air. Limbah cair rumah tangga yang sudah terkumpul dan masih dalam keadaan aerob berbau busuk yang hampir seperti bau minyak tanah bercampur dengan bau tanah, berwarna abu-abu kekuning-kuningan. Untuk itu diperlukan pengolahan lebih lanjut agar limbah dapat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan dan layak untuk dilepaskan ke lingkungan dan dimanfaatkan oleh manusia.

Menurut Health Departement of Western Australia, limbah cair rumah tangga terdiri dari 99,7% air dan 0,3% bahan lain. Bahan lain tersebut terbagi atas bahan organik dan anorganik. Bahan organik dalam limbah cair rumah tangga terbagi atas protein, karbohidrat dan lemak, sedangkan bahan anorganiknya terbagi menjadi butiran garam dan metal.

Salah satu sistem pengolahan limbah cair yang sering digunakan adalah penyaringan dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan seperti kerikil, arang pasir, ijuk, dan sebagainya. Namun demikian dari hasil pengamatan dilapangan, menunjukkan bahwa limbah cair yang telah melalui proses pengolahan dengan sistem saringan pasir masih mengandung bahan pencemar yang cukup tinggi sehingga masih diperlukan pengolahan lebih lanjut supaya air limbah tersebut layak dilepas ke lingkungan atau dimanfaatkan oleh manusia untuk keperluan lain. Dalam upaya mengembangkan sistem pengolahan limbah cair rumah tangga adalah pemanfaatan metode biologi (fitoremediasi) yang memanfaatkan tanaman air.

Fitoremediasi adalah sebuah teknologi yang menggunakan berbagai tanaman untuk menurunkan, mengekstrak atau menghilangkan kontaminan dari tanah dan air (EPA, 2000). Fitoremediasi memiliki keuntungan dibandingkan dengan proses lainnya yaitu murah dari segi biaya, pengoperasian dan perawatan lebih mudah, mempunyai efisiensi yang cukup tinggi, dapat menghilangkan zat pencemar, serta memberikan keuntungan yang tidak langsung seperti mendukung fungsi ekologis. Teknik fitoremediasi sebagai teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan zat pencemar dalam tanah atau air dengan bantuan tanaman air, yaitu

bagian akar dan batang tanaman dapat menyerap dan menyaring bahan yang terlarut didalam limbah cair serta dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Chussetijowati, 2010).. Kemampuan tanaman air untuk mensirkulasi nutrisi tanaman sangat cepat membutuhkan 12 jam setelah ditanam (Chadirin, 2007).

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*). Kedua tanaman air ini cepat berkembang biak sehingga dapat mengganggu ekosistem air. Namun ternyata tanaman air ini merupakan tumbuhan dengan kemampuan fitoremediasi yang cukup baik untuk menurunkan kadar bahan pencemar didalam limbah cair dan mampu meningkatkan efisiensi pengolahan dan konsentrasi pencemar pada baku mutu yang telah ditetapkan, sehingga air limbah dapat dilepas ke lingkungan atau dimanfaatkan manusia untuk keperluan lain.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis melakukan penelitian dengan judul **“Perbedaan Penurunan pH dan BOD Dalam Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Air Apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)”**.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian dan latar belakang di atas maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut : “Bagaimana perbedaan penurunan pH dan BOD dalam limbah cair rumah tangga dengan fitoremediasi menggunakan tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*)?”

## **C. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan Umum**

Untuk mengetahui perbedaan penurunan pH dan BOD dalam limbah cair rumah tangga dengan fitoremediasi menggunakan tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sebanyak 1 kg dengan waktu selama 4 hari.

### **2. Tujuan Khusus**

1. Mengetahui kualitas parameter pencemar di air limbah ( pH, dan BOD ) sebelum fitoremediasi dengan menggunakan tanaman air apu-  
apu (*Pistia stratiotes*)
2. Mengetahui kualitas parameter pencemar di air limbah ( pH, dan BOD ) sebelum fitoremediasi dengan menggunakan tanaman air eceng  
gondok (*Eichornia crassipes*)
3. Mengetahui kualitas keadaan pencemar di air limbah ( pH, dan BOD ) setelah fitoremediasi dengan menggunakan tanaman air apu-  
apu (*Pistia stratiotes*) sebanyak 1 kg dengan waktu selama 4 hari
4. Mengetahui kualitas keadaan pencemar di air limbah ( pH, dan BOD ) setelah fitoremediasi dengan menggunakan tanaman air eceng  
gondok (*Eichornia crassipes*) sebanyak 1 kg dengan waktu selama 4 hari
5. Mengetahui perbedaan kemampuan penurunan kadar pencemar air limbah ( pH, dan BOD ) dengan fitoremediasi menggunakan antara  
tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

#### **D. Manfaat Penelitian**

##### **1. Bagi Institusi**

Sebagai bahan masukan kepada institusi tentang fitoremediasi menggunakan antara tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dalam menurunkan kadar pencemar di dalam limbah cair rumah tangga.

##### **2. Bagi Peneliti**

Sebagai media pembelajaran bagi penulis dalam penerapan teknologi tepat guna dalam fitoremediasi menggunakan antara tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dalam menurunkan kadar pencemar di dalam limbah cair rumah tangga.

##### **3. Bagi Masyarakat**

Sebagai bahan masukan bagi masyarakat dalam penerapan teknologi tepat guna dalam fitoremediasi menggunakan antara tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dalam menurunkan kadar pencemar di dalam limbah cair rumah tangga.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

##### **1. Pengertian Air Limbah**

Ada beberapa batasan yang telah dikemukakan mengenai limbah rumah tangga, yang pada umumnya didasarkan pada komposisi serta dari mana limbah tersebut berasal. Gabungan atau cairan sampah yang terbawa air dari tempat tinggal, kantor, bangunan, perdagangan, industri, serta air tanah, air permukaan, dan air hujan yang mungkin ada (Nurhasanah, 2009). Limbah adalah sisa atau sampah suatu proses programasi yang dapat menjadi bahan pencemaran atau polutan di suatu lingkungan. Banyak kegiatan manusia yang menghasilkan limbah antara lain kegiatan industri, transportasi, rumah tangga, dan kegiatan lainnya (Karmana, 2007). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Soekidjo Notoadmojo (2003) mendefinisikan limbah sebagai : sisa air yang dibuang yang berasal dari rumah tangga, industri maupun tempat-tempat umum lainnya dan pada umumnya mengandung bahan-bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia serta mengganggu

lingkungan hidup. Pengertian air limbah menurut Sugiharto (2008) air limbah merupakan kotoran dari masyarakat dan rumah tangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya.

Dari beberapa definisi air limbah cair di atas ditarik kesimpulan bahwa limbah cair merupakan gabungan atau campuran dari air dan bahan-bahan pencemar yang terbawa oleh air, baik dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi yang terbuang dari sumber domestik dan pada saat tertentu tercampur dengan air tanah, air permukaan maupun air hujan, air tanah. Air tanah, air permukaan dan air hujan pada kondisi tertentu masuk sebagai komponen limbah cair, sehingga harus diperhitungkan cara penanganannya.

## **2. Sumber Air Limbah**

Data mengenai sumber air limbah padat dapat dipergunakan untuk memperkirakan jumlah rata-rata aliran air limbah dari berbagai jenis perumahan, industri, dan aliran air tanah di sekitarnya. Semuanya harus dihitung perkembangannya dan pertumbuhannya sebelum membuat suatu bangunan pengolahan air limbah serta merencanakan pemasangan saluran pembawanya. Sumber air limbah dapat dibagi menjadi 3, yaitu :

### **a. Air Limbah Industri**

Berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi. Zat-zat yang terkandung di dalamnya sangat bervariasi sesuai dengan bahan baku yang dipakai oleh masing-masing industri.

### **b. Air Limbah Rembesan Dan Tambahan**

Apabila turun hujan di suatu daerah maka air yang turun secara cepat akan mengalir masuk ke dalam saluran pengering atau saluran air hujan. Apabila saluran ini tidak mampu menampungnya maka limpahan air hujan akan bergabung dengan saluran air limbah dengan demikian akan merupakan tambahan yang sangat besar. Selain air masuk melalui limpahan maka terdapat air hujan yang menguap, diserap oleh tumbuh-tumbuhan dan ada pula yang merembes ke dalam tanah bertemu dengan saluran air limbah maka akan terjadi penyusupan air tanah ke saluran air limbah melalui celah-celah yang ada karena rusaknya pipa saluran.

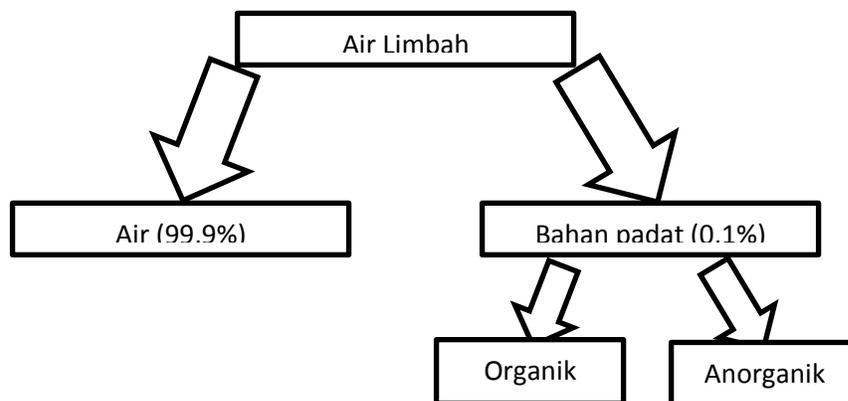
### **c. Air Limbah Domestik**

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk, umumnya terdiri bahan-bahan organik dan anorganik. Air limbah rumah tangga terdiri dari 3 fraksi penting :

1. Tinja (faeces) berpotensi mengandung mikroba patogen
2. Air seni (urine) umumnya mengandung nitrogen dan posfor serta kemungkinan kecil mikroorganisme
3. Grey water merupakan air bekas cusian dapur, mesin cuci, dan kamar mandi. Grey water sering juga disebut dengan istilah sullage. Campuran faeses dan urin disebut sebagai excreta

### 3. Komposisi Air Limbah

Zat yang terdapat di dalam air limbah dapat dikelompokkan pada skema berikut ini :



Khususnya untuk limbah rumah tangga, didefinisikan sebagai air yang telah digunakan yang berasal dari rumah tangga atau pemukiman, perdagangan, daerah kelembagaan dan daerah rekreasi, meliputi air buangan dari kamar mandi, WC, tempat cuci atau tempat memasak (Sugiharto, 1987). Air limbah domestik, menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik disebutkan pada Pasal 1 ayat 1, bahwa air limbah domestik adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan.

Kualitas air sungai secara umum dari hulu ke hilir semakin menurun. Salah satu penyebabnya adalah adanya aliran air limbah domestik yang berasal dari permukiman di sekitar sungai.

#### **4. Prosedur Penanganan Limbah**

Penanganan limbah cair meliputi proses yakni penyaluran, pengumpulan, pengolahan limbah cair, serta pembuangan lumpur yang dihasilkan. Pembuangan limbah cair secara langsung ke badan air akan menimbulkan masalah kesehatan sehingga perlu dibangun fasilitas kesehatan pengolahan limbah cair (IPAL), baik secara sendiri-sendiri (on site) maupun secara terpusat (off site). Untuk penanganan limbah domestik di daerah perkotaan maupun pedesaan beberapa paket teknologi telah tersedia, antara lain berupa tangki pembusuk dan lain-lain. Setelah keluar dari unit pengolahan effluennya telah memenuhi standard (Soeparman, 2002).

Pada penanganan limbah cair, jenis dan jumlah proses pengolahan limbah cair tergantung pada kualitas efluen dan pemanfaatan influen limbah cair. Jadi jenis teknologi yang digunakan bergantung pada analisa kualitas limbah cair serta penggunaan effluen. Efluen limbah cair dengan konsentrasi tinggi yang dibuang ke sungai dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku air minum, akan tetapi memanfaatkan air tersebut menuntut proses pengolahan yang lengkap dibandingkan limbah cair yang dibuang ke saluran irigasi untuk pertanian.

#### **5. Kandungan Limbah Cair Rumah Tangga**

Kandungan limbah cair rumah tangga menjadi dasar untuk menentukan sifat dari limbah cair, yang terdiri atas sifat fisik, sifat kimia dan sifat biologi (Wisnu, 2004).

##### **a. Sifat Fisik**

Limbah cair rumah tangga yang sudah terkumpul dan masih dalam keadaan baru dan dalam keadaan aerob bebrbau busuk yang hampir seperti bau minyak tanah berbaur dengan bau tanah, berwarna abu-abu kekuning-kuningan. Sifat fisik yang penting diketahui meliputi beberapa aspek, yaitu : suhu, kekeruhan dan padatan tersuspensi. Sifat-sifat fisik tersebut dijelaskan sebagai berikut :

- **Kekeruhan**, Kekeruhan limbah cair rumah tangga ditimbulkan oleh adanya bahan-bahan anorganik dan organik yang terkandung di dalam limbah berupa zat-zat yang

mengendap, tersuspensi dan terlarut (Suriawiria, 1999). Biasanya tingkat kekeruhan pada limbah cair rumah tangga cukup tinggi (tergantung pada sumbernya).

- **Padatan Tersuspensi**, Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap secara langsung. Penentuan padatan tersuspensi sangat berguna dalam analisa perairan tercemar dan air buangan. Padatan tersuspensi terdiri atas partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah, bahan-bahan organik tertentu dan sel-sel mikroorganisme (wisnu, 2004).

## **b. Sifat Kimia**

Komponen kimia yang terdapat dalam limbah cair rumah tangga, ada yang terlarut dan ada yang tidak terlarut. Jumlah dan macam komponen tersebut relatif tak terbatas. Komponen yang menyusun limbah cair rumah tangga digolongkan dalam dua kelompok, yaitu zat organik dan zat anorganik.

- Kelompok zat organik dalam limbah cair rumah tangga, terdiri atas :
  1. Golongan karbohidrat
  2. Golongan protein
  3. Golongan lemak dan minyak
  4. Golongan senyawa fenol
  5. Golongan zat bersifat surfaktan
- .Golongan anorganik, terdiri atas :
  1. Kandungan Kalsium
  2. Kandungan Klorida
  3. Kandungan Amonium
  4. Kandungan Posfat
  5. Kandungan Besi
  6. Kandungan Nitrit, dan lain-lain

Kandungan bahan kimia limbah cair rumah tangga dapat merusak lingkungan melalui beberapa cara. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen di dalam limbah serta akan menimbulkan bau yang tidak sedap. Sifat-sifat kimia yang penting untuk diketahui antara lain :

**a) Nilai pH**

Nilai pH mencirikan antara asam dengan basa dalam limbah dan merupakan pengukuran konsentrasi ion hidrogen. Adanya karbonat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), hidroksida ( $\text{OH}^-$ ) dan bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) menaikkan kebasaaan air. Sementara adanya asam-asam mineral bebas dan asam karbonat menaikkan keasaman. Nilai pH air tawar berkisar 5.0-9.0 (Saeni, 1989). Apabila nilai pH kurang dari 5,0 atau lebih dari besar dari 9,0 maka perairan itu sudah tercemar berat sehingga kehidupan biota air akan terganggu. Selain gangguan terhadap ekosistem perairan, pH air yang tinggi juga mengakibatkan penggunaan air menjadi terbatas, misalnya tidak layak digunakan untuk prosesing bahan makanan, tangki-tangki uap, merusak pipa saluran air. Demikian juga pH air yang rendah dapat mengakibatkan pipa-pipa besi cepat berkarat dan bersifat korosif terhadap baja.

**b) Oksigen Terlarut (Dissolved Oxygen = DO)**

Oksigen merupakan zat kunci dalam menentukan kehidupan didalam air. Kekurangan oksigen akan berakibat fatal bagi kebanyakan hewan akuatik seperti ikan. Adanya oksigen juga dapat menyebabkan keadaan yang fatal bagi banyak jenis mikroba anaerobik. Konsentrasi oksigen terlarut selalu merupakan hal yang utama yang harus diukur dalam menentukan kualitas air.

**c) Biological Oxygen Demand (BOD)**

Biological oxygen demand merupakan suatu parameter kualitas air yang penting untuk diketahui, karena BOD menunjukkan banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk merombak bahan organik dalam air tersebut secara biologis (Saeni 1989). Air dengan BOD tinggi tidak dapat mendukung kehidupan organisme yang membutuhkan oksigen. Uji BOD adalah salah satu metode

analisis yang paling banyak digunakan dalam penanganan air. Uji tersebut mencoba untuk menentukann kadar pencemaran dari suatu air, dalam pengertian, kebutuhan mikroba terhadap oksigen dan merupakan ukuran tak langsung dari bahan organik yang ada dalam air.

Limbah cair rumah tangga yang tidak mengandung limbah industri, BOD nya sekitar 200 ppm, sedangkan limbah hasil pengolahan bahan pangan pada umumnya lebih tinggi, sehingga BOD limbah seperti itu sering lebih dari 1000 ppm (Jenie & Rahayu, 1993). Limbah dengan BOD tinggi tidak dapat mendukung kehidupan organisme yang membutuhkan oksigen.

**d) Chemical Oxygen Demand (COD)**

Yang dimaksud dengan COD air dalam jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter limbah. Nilai COD yang tinggi menunjukkan adanya pencemaran oleh zat-zat organik yang tinggi (Suhardi, 1991). Untuk menentukan total zat organik dalam air dapat dilakukan dengan cara tak langsung yaitu menentukan COD. Disebut cara tak langsung karena yang ditentukan adalah oksigen untuk menambah zat organik secara kimiawi. Cara tersebut cukup relevan dan banyak digunakan untuk berbagai kepentingan.

**e) Klorida**

Kadar klorida dalam air alami dihasilkan dari rembesan klorida yang ada dalam batuan dan tanah serta dari daerah pantai dan rembesan air laut. Kotoran manusia mengandung sekitar 6 gram klorida setiap orang per hari. Pengolahan secara konvensional masih kurang berhasil untuk menghilangkan bahan tersebut, dan dengan adanya klorida dalam air menunjukkan bahwa air tersebut telah mengalami pencemaran.

**f) Kesadahan**

Kesadahan adalah hasil dari adanya hidroksi karbonat dan bikarbonat yang berupa kalsium, magnesium, sodium, potasium atau amoniak. Dalam hal ini yang paling penting adalah kalsium dan magnesium bikarbonat.

**g) Fosfor**

Fosfor terdapat didalam air melalui hasil buangan manusia, baik secara langsung maupun berupa sisa-sisa aktivitas terutama dari air mandi dan bekas cucian.

#### **h) Nitrogen**

Dalam air, nitrogen biasanya terdapat dalam bentuk ammonia, nitrit dan nitrat. Dalam konsentrasi yang tinggi, berbagai bentuk nitrogen bersifat racun terhadap flora dan fauna tertentu (Alaert dan Santika, 2007). Senyawa-senyawa nitrogen terdapat dalam keadaan terlarut atau sebagai bahan tersuspensi, dan merupakan senyawa yang sangat penting dalam air dan memegang peranan dalam reaksi-reaksi biologi perairan. Nitrogen bersama-sama dengan fosfor akan meningkatkan pertumbuhan ganggang dalam perairan. Nitrogen akan cepat berubah menjadi nitrogen organik atau ammonia nitrogen. Ammonia kemudian digunakan oleh bakteri untuk proses oksidasi ke nitrit dan akan cepat berubah ke nitrat.

### **c. Sifat Biologis**

Sifat biologis air ditandai dengan kandungan organisme didalam air tersebut. Walaupun pada umumnya merupakan mikroorganisme, namun ada juga diantaranya yang berupa mikroorganisme dari hewan dan tumbuhan tingkat rendah.

#### **1) Bakteri**

Bakteri adalah organisme kecil yang pada umumnya bersel satu, tidak berklorofil, berkembang biak dengan pembelahan secara biner. Hidup bebas secara kosmopolitan, khususnya di udara, di dalam tanah, air, bahan pangan, tubuh manusia, hewan atau pada tanaman (Dwidjoseputro, 1986).

Pada umumnya bakteri hidup secara saprofitik pada buangan hewan, manusia dan tanaman yang banyak menimbulkan penyakit. Kehidupan bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain suhu, kelembaban, konsentrasi oksigen, nutrisi, ketersediaan air dan keasaman (Lay dan Hastowo, 2002). Sel

bakteri berbentuk batang, bulat dan spiral, dengan diameter antara 0,5-3,0 mikro, meskipun ada yang mencapai panjang sampai 15 mikron. Struktur sel terlihat bahwa sel dikelilingi oleh lapisan pembungkus (slime layer) yang terdiri atas polisakarida. Dinding sel sangat penting dalam pemberian bentuk dan ketegangan selnya.

Bakteri yang tergolong autotrof menggunakan CO<sub>2</sub> sebagai sumber zat karbon, sedangkan bakteri heterotrof menggunakan energi yang berasal dari reaksi kimia dengan sinar matahari. Bakteri yang membutuhkan O<sub>2</sub> terlarut di dalam air sebagai usaha untuk mengoksidasi bahan organik, disebut bakteri aerob, sedangkan yang tidak memerlukan O<sub>2</sub> untuk proses tersebut dikenal sebagai bakteri anaerob (Flynn, 2006).

## **2) Protozoa**

Protozoa adalah kelompok mikroorganisme yang umumnya motil, bersel tunggal dan tidak mempunyai dinding sel (Jenie dan Rahayu, 2003). Seperti halnya dengan kelompok protista, protozoa dapat dijumpai pada air permukaan, air tanah, lumpur, debu, tinja, dan juga di lautan. Ukurannya beberapa ratus kali lebih besar dibandingkan dengan bakteri.

Salah satu jenis protozoa yaitu *Primaecium* berbentuk elips dengan panjang 200 mikron dan lebar 40 mikron. Protozoa dapat hidup dengan syarat kehidupan yang minimal, sebab mikroba tersebut dapat menggunakan bakteri maupun mikroba lainnya sebagai sumber makanannya.

## **3). Virus**

Virus adalah parasit kecil yang bukan merupakan sel karena tidak mempunyai inti sel, membran sel maupun dinding sel. Virus berkembangbiak dalam kehidupan sel dan semuanya tidak akan berdaya apabila berada di luar kehidupan sel. Ukuran virus berkisar antara 200-400 milimikron, terdiri atas sekitar 100 tipe virus yang dikeluarkan melalui ekskreta manusia lewat saluran pencernaan dan banyak dijumpai pada sumber air.

## **6. Gangguan Terhadap Kesehatan**

Limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan, mengingat banyaknya penyakit yang dapat ditularkannya. Sebagai media membawa penyakit, didalam limbah banyak terdapat mikroba patogen yang dapat mengganggu kesehatan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Mikroba patogen mempunyai kemampuan hidup dan bertahan di dalam lingkungan dalam jangka waktu tertentu, tergantung jenis mikrobanya (Sumirat, 1996). Mikroba patogen yang biasa terdapat di dalam air antara lain golongan bakteri, seperti Vibrio, Salmonella dan Bacillus, dan dari golongan Protozoa seperti Entamoeba dan Paramaecium (Sumirat, 1996). Demikian pula dengan golongan virus, banyak terdapat didalam air, walaupun pola penularannya belum diketahui dengan jelas.

Cara lain penyebaran mikroba patogen dari air kotor adalah melalui insektisida yang bersarang atau hidup pada air tersebut. Insekta yang mengandung berbagai jenis penyakit tersebut menyebar dan menyerang manusia dengan cara masing-masing, semakin kotor suatu perairan, semakin banyak mengandung insekta yang dapat menyebabkan bibit penyakit (Botts, at.al, 2000).

**Tabel 2.1**

**MIKROBA PATOGEN YANG DAPAT MENYEBABKAN PENYAKIT DAN JUGA GEJALA YANG DITIMBULKAN**

<b>Organisme</b>	<b>Penyakit dan Agen</b>	<b>Gejala</b>
Bakteri	Typus, paratipus, disentri basiler, radang usus, kolera	Sakit kepala, diare, kram perut, demam, mual, muntah, beberapa jam dari hari setelah muntah parah tidaknya tergantung pada organisme
Virus	Radang usus, polio, hepatitis A	Gejala terlihat tergantung virusnya
Parasit	Protozoa yang menyebabkan penyakit Cacing	Protozoa : diare ringan samai parah Cacing : gejala yang timbul berbeda-beda menurut

cacingnya, sakit perut, anemia, kelelahan, dan kehilangan berat badan.

---

## **7. Gangguan Terhadap Biota Perairan**

Tingginya kadar bahan pencemar yang terdapat di dalam air menyebabkan turunnya kadar oksigen yang terlarut didalamnya. Hal tersebut akan mengganggu kehidupan yang membutuhkan oksigen di dalam air.

Selain disebabkan oleh kurangnya oksigen terlarut, kematian di dalam air juga disebabkan oleh adanya zat-zat beracun. Kematian yang terjadi selain menimpa hewan-hewan, juga terhadap bakteri yang seharusnya dapat berperan dalam proses penjernihan air.

## **8. Gangguan Terhadap Keindahan**

Banyaknya bahan organik yang terdapat di dalam air menyebabkan terjadinya proses-proses pembusukan yang menghasilkan bau sangat mengganggu. Selain menimbulkan bau busuk, proses tersebut juga akan menyebabkan kondisi air menjadi licin atau berlendir dengan penampakan yang sangat buruk (Connel dan Miller, 2005).

Dampak lain dari tingginya kadar bahan organik di dalam air adalah terbentuknya warna hitam atau warna lain yang sangat mengganggu pemandangan. Hal tersebut akan menjadi lebih parah jika terjadi pada kawasan rekreasi.

## **9. Gangguan Terhadap Benda dan Barang**

Apabila air mengandung karbondioksida yang agresif maka akan mempercepat terjadinya proses pengkaratan pada benda yang terbuat dari besi yang dilalui oleh air tersebut. Selain itu air yang berkadar pH rendah ataupun yang tinggi, akan menimbulkan pula kerusakan terhadap benda-benda yang dilaluinya.

## **10. Pengertian Fitoremediasi**

Fitoremediasi adalah suatu teknik dengan menggunakan tumbuhan untuk detoksifikasi kontaminan (melethia, 1996). Detoksifikasi kontaminan bisa dengan cara transformasi senyawa non toksik atau dengan cara degradasi kontaminan menjadi karbondioksida dan air. Proses biologi yang terjadi merupakan proses pemulihan komponen lingkungan secara biologis

(Backezr dan Herson, 1994) dengan cara mengeksploitasi kemampuan katalik sifat organisme untuk meningkatkan laju perombakan suatu polutan (Sheehan, 1997). Dalam teknik fitoremediasi ada dua tujuan utama dalam penanggulangan lingkungan yang tercemar oleh senyawa hidrokarbon, yaitu :

1. Transformasi senyawa toksin menjadi senyawa non toksin
2. Membuat akumulasi antropogenik lebih cepat memasuki siklus biogeokimia alami.

Ada beberapa metode fitoremediasi yang sudah digunakan secara komersial maupun masih dalam taraf riset yaitu metode berlandaskan pada kemampuan mengakumulasi kontaminan (*phytoextraction*) atau pada kemampuan menyerap dan mentranspirasi air dari dalam tanah (*creation of hydraulic barriers*). Kemampuan akar menyerap kontaminan di dalam jaringan (*phytotransformation*) juga digunakan dalam strategi fitoremediasi. Fitoremediasi juga berlandaskan pada kemampuan tumbuhan dalam menstimulasi aktivitas biodegradasi oleh mikroba yang berasosiasi dengan akar (*phytostimulation*) dan imobilisasi kontaminan di dalam tanah oleh eksudat dari akar (*phytostabilization*) serta kemampuan tumbuhan dalam menyerap logam dari dalam tanah dalam jumlah besar dan secara ekonomis digunakan untuk meremediasi tanah yang bermasalah (*phytomining*) (Chaney dkk, 1995).

Menurut Corseuil dan Moreno (2000), mekanisme tumbuhan dalam menghadapi bahan pencemar beracun adalah :

- Penghindaran (*escape*) fenologis. Apabila pengaruh yang terjadi pada tanaman musiman, tanaman dapat menyelesaikan daur hidupnya pada musim yang cocok.
- Eksklusi, yaitu tanaman dapat mengenal ion yang bersifat toksik dan mencegah penyerapan sehingga tidak mengalami keracunan.
- Penanggulangan (*ameliorasi*). Tanaman mengabsorpsi ion tersebut, tetapi berusaha meminimumkan pengaruhnya. Jenisnya meliputi pembentukan khelat (*chelation*), pengenceran, lokalisasi atau bahkan ekskresi.
- Toleransi. Tanaman dapat mengembangkan sistem metabolit yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik tertentu dengan bantuan enzim.

Secara alami tumbuhan memiliki beberapa keunggulan, yaitu : Beberapa famili tumbuhan memiliki sifat toleran dan hiperakumulator terhadap logam berat, banyak jenis

tumbuhan dapat merombak polutan, pelepasan tumbuhan yang telah dimodifikasi secara genetik ke dalam suatu lingkungan relatif lebih dapat dikontrol dibandingkan dengan mikroba, tumbuhan memberikan nilai estetika, dengan perakarannya yang dapat mencapai 100 X 106 km akar per ha, tumbuhan dapat menghasilkan energi yang dapat dicurahkan selama proses detoksifikasi polutan, asosiasi tumbuhan dengan mikroba memberikan banyak nilai tambah dalam memperbaiki kesuburan tanah (Feller, 2000)

## 11. Tanaman Air

### a. Jenis-jenis Tanaman Air

Tanaman air merupakan bagian dari vegetasi penghuni bumi ini yang media tumbuhnya adalah perairan. Penyebarannya meliputi perairan air tawar, payau sampai ke lautan dengan beragam jenis dan bentuk, serta sifat-sifatnya. Walaupun masih banyak diantaranya belum diketahui, sebagian dari tanaman tersebut telah lama dikenal, bahkan telah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan (Sunanto, 2000).

Pada perairan air tawar, umumnya tanaman air tumbuh secara alami menempati bagian-bagian perairan yang sesuai dengan kemampuan dan karakteristik masing-masing. Namun pada perkembangan selanjutnya, banyak terjadi perubahan pada komposisi kehidupan tanaman air tersebut akibat gangguan keseimbangan ekologis pada tempat tumbuhnya. Akibatnya, tidak sedikit dijumpai kehidupan tanaman air yang tidak seimbang, seperti terjadinya dominasi satu jenis tanaman air, bahkan ada diantara jenis tanaman tertentu yang mengalami kepunahan.

Menurut Moore (1989), Moody (1993) dan Case (1994), berdasarkan karakteristiknya, tanaman air dapat dibagi dalam empat golongan, yaitu :

- 1) Tanaman Air Penghuni Bagian Tepi Perairan (*Marginal Aquatic Plant*).

Sesuai dengan bentuk akar, batang dan daun tanaman yang termasuk golongan tersebut dapat hidup pada bagian tepi suatu perairan, yakni pada bagian yang dangkal sampai bagian yang tidak tergenang air. Beberapa contoh tanaman air yang termasuk dalam golongan marginal aquatic plant adalah tanaman *juncus*, *sagitari*, *scirpus*, dan *iris*.

2) Tanaman Air Penghuni Bagian Permukaan (*Floating Aquatic Plant*).

Tanaman air yang tergolong floating aquatic plant adalah tanaman air yang hidup terapung di permukaan perairan dengan posisi akar yang melayang di dalam air. Bentuk akar yang terjurai memungkinkan tanaman tersebut menyerap zat-zat yang diperlukan, terutama dari bahan yang terlarut dan melayang di dalam perairan. Yang termasuk dalam golongan ini adalah tanaman *azolla*, *lemna*, *Pistia stratiotes*, *eicchornia*, *salvinia* dan *spirodella*.

3) Tanaman Air yang Hidup Didalam Perairan (*Submerged Aquatic Plant*)

Tanaman jenis ini hidup di dalam perairan dengan seluruh bagian tubuhnya terendam di dalam air. Akarnya menyentuh dasar perairan, namun sebagian diantaranya melayang, sedangkan batang dan daunnya bergerak mengikuti arah gerakan air. Posisi tanaman air jenis ini sangat menunjang untuk menjadi saringan bagi berbagai jenis bahan terlarut yang ada di dalam perairan, sehingga sangat membantu dalam proses penjernihan. Yang termasuk dalam golongan ini adalah tanaman *hydrilla*, *clitriche*, *chara* dan *elodea*.

4) Tanaman Air yang Tumbuh Pada Dasar Perairan (*Deep Aquatic Plant*)

Tanaman air yang tergolong deep aquatic plant adalah tanaman air yang tumbuh pada dasar perairan dengan akar tertanam kuat pada bagian dasar tersebut, sedangkan batangnya berdiri kuat menopang daun dan bunga yang muncul pada permukaan air. Tinggi serta posisi batang biasanya tergantung pada kedalaman perairan tempat hidupnya, sehingga akan dijumpai tinggi batang yang bervariasi serta posisi yang berbeda-beda. Tanaman air yang termasuk golongan ini adalah *ponogethon*, *nuphar* dan *nymphahaea*.

Selanjutnya, menurut Marianto (2001), tanaman air dapat dibagi dalam empat tipe, yaitu

:

1) Tanaman Air Oksigen (*Oxygenerator*)

Tanaman air yang termasuk dalam Tanaman Air Oksigen adalah tanaman air yang mampu membersihkan udara sekaligus menyerap kandungan garam yang berlebihan di dalam air. Seluruh bagian tanaman tersebut tenggelam di dalam air.

2) Tanaman Air Lumpur

Sesuai dengan namanya, tanaman air golongan tersebut habitat aslinya adalah daerah berlumpur dan sedikit digenangi air. Ada yang menganggap bahwa Tanaman Air Lumpur sama dengan marginal aquatic plant, dengan pertimbangan bahwa tempat hidupnya sama-sama dipinggiran kolam.

3) Tanaman Air Pinggir (*Marginal Aquatic Plant*)

Tanaman Air Pinggir memiliki akar dan batang yang terendam di dalam air. Namun sebagian besar batangnya justru menyembul ke permukaan air. Selain batang, bagian daun dan bunganya juga berada di atas permukaan air.

4) Tanaman Air Mengapung (*Floating Aquatic Plant*)

Tanaman ini tidak memerlukan tanah untuk media tumbuhnya, melainkan mengapung di permukaan air. Tanaman Air Mengapung hidup dengan cara menyerap udara dan unsur hara yang terkandung di dalam air. Tanaman tersebut memiliki keunggulan dalam kegiatan fotosintesis, penyediaan oksigen dan penyerapan sinar matahari.

**b. Kemampuan Tanaman Air Menstabilkan Limbah Cair**

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa limbah cair rumah tangga yang dialirkan ke kolam-kolam yang ditumbuhi berbagai jenis tanaman air, akan keluar dalam keadaan jernih. Hal tersebut merupakan indikasi bahwa di dalam kolam tersebut telah terjadi proses penjernihan melalui penyaringan oleh tanaman air (Marianto, 2001)

Kemampuan tanaman air untuk menjernihkan air akhir-akhir ini banyak mendapat perhatian. Berbagai penemuan tentang hal tersebut telah dikemukakan oleh para ahli, baik yang menyangkut proses terjadinya penjernihan limbah maupun menyangkut tingkat kemampuan beberapa jenis tanaman air tertentu.

Stowell, et al. (1980) mengemukakan bahwa tanaman air memiliki kemampuan secara umum untuk mensupport komponen-komponen tertentu di dalam perairan, dan hal tersebut sangat bermanfaat dalam proses pengolahan limbah.

Reed et al (1985) mengemukakan bahwa pada proses pengolahan limbah cair dalam kolam yang menggunakan tanaman air, terjadi proses penyaringan dan penyerapan oleh akar dan batang tanaman air, proses pertukaran dan penyerapan ion, dan tanaman air juga berperan dalam menstabilkan pengaruh iklim, angin, cahaya matahari dan suhu. Penemuan itu menunjukkan bahwa terjadi sinergi antara penggunaan kolam pengolahan dengan tanaman air untuk menstabilkan limbah.

## **12. Tinjauan Tentang Apu-apu (*Pistia stratiotes*)**

### **a. Pengertian Apu-apu (*Pistia stratiotes*)**

Tanaman apu-apu (*pistia stratiotes*) adalah jenis tanaman air yang mengapung di air. Apu-apu memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tanaman ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak perairan. Tanaman ini dengan mudah dapat menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya. Selain memiliki sifat merugikan, apu-apu juga dapat mendatangkan keuntungan dalam kemampuannya untuk menyerap berbagai zat pencemar di dalam air. Widyanto dan Susilo (1977) melaporkan dalam waktu 4 hari apu-apu dapat menyerap logam kadmium (Cd), merkuri (Hg), Cuprum (Cu), dan Zeng (Zn) masing-masing sebesar 1,35 mg/L, 1,77 mg/L dan 0,008 mg/L, bila logam itu tidak tercampur.

Klasifikasi ilmiah dari Apu-apu (*Pistia stratiotes*)

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: Liliopsida (Berkeping satu/monokotil)
Sub kelas	: Arecidae
Ordo	: Arales
Famili	: Araceae
Genus	: Pistia
Spesies	: <i>Pistia stratiotes</i> L



**Gambar 2.1** Tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*)

**b. Morfologi Apu-apu (*Pistia stratiotes*)**

Tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) merupakan tanaman air yang hidup terapung di dalam air. Tanaman apu-apu sering kita jumpai pada daerah rawa-rawa, kolam, sungai yang berair tawar. Tanaman apu-apu ini berukuran 5 cm sampai 10 cm. Tanaman apu-apu ini berdaun tunggal membentuk roset akar, helaian tanaman apu-apu tebal berongga seperti spon dengan ujung daun membulat dan bergelombang, tulang daun sejajar, permukaan daun berbulu halus. Daun tanaman apu-apu berwarna hijau cerah, panjang 1,3 cm sampai 10 cm dengan lebar 1,5 cm sampai 6 cm.

**13. Tinjauan Tentang Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)**

**a. Pengertian Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)**

Tanaman eceng gondok (*eichornia crassipes*) adalah tanaman yang mengapung di air dan kadang-kadang berakar dalam tanah. Kandungan kimia eceng gondok tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh, dan sifat daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok mempunyai sifat-sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam-logam berat dalam

waktu 4 hari, senyawa sulfida, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5% dan mengandung selulosa yang lebih tinggi dari non selulosanya seperti lignin, abu, lemak, dan zat-zat lain.

Hasil analisa kimia eceng gondok dalam keadaan segar diperoleh bahan organik 36,59%, C-organik 21,23%, Ptotal 0,0011% dan Ktotal 0,016% (Wardini, 2008). Sedangkan menurut Rochyati (1998) kandungan kimia pada tangkai eceng gondok segar adalah air 92,6%, 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 2,22%. Dan pada keadaan kering eceng gondok mempunyai kandungan selulosa 64,51%, pentose 15,61%, silika 5,56%, abu 12%, dan lignin 7,69%.

Klasifikasi ilmiah dari eceng gondok (*eichornia crassipes*):

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divisi	: Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: Liliopsida (Berkeping satu/monokotil)
Sub kelas	: Alismatidae
Ordo	: Alismatales
Famili	: Butomaceae
Genus	: Eichornia
Spesies	: Eichornia crassipes solms



**Gambar 2.2** Tanaman air eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

**b. Morfologi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)**

Tanaman eceng gondok (*eichornia crassipes*) adalah tanaman yang mengapung di air dan kadang-kadang berakar dalam tanah tingginya sekitar 0,4-0,8 meter tidak mempunyai batang, daunnya tunggal dan berbentuk oval, ujung dan pangkalnya meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung. Permukaan daunnya licin dan berwarna hijau, bunganya termasuk bunga majemuk, berbentuk ulir, kelopaknya berbentuk tabung, akarnya merupakan akar serabut. Tanaman ini memiliki kecepatan tumbuh yang cepat sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat menutupi permukaan air dan menimbulkan masalah pada lingkungan. Eceng gondok dengan mudah menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya.

**c. Kegunaan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)**

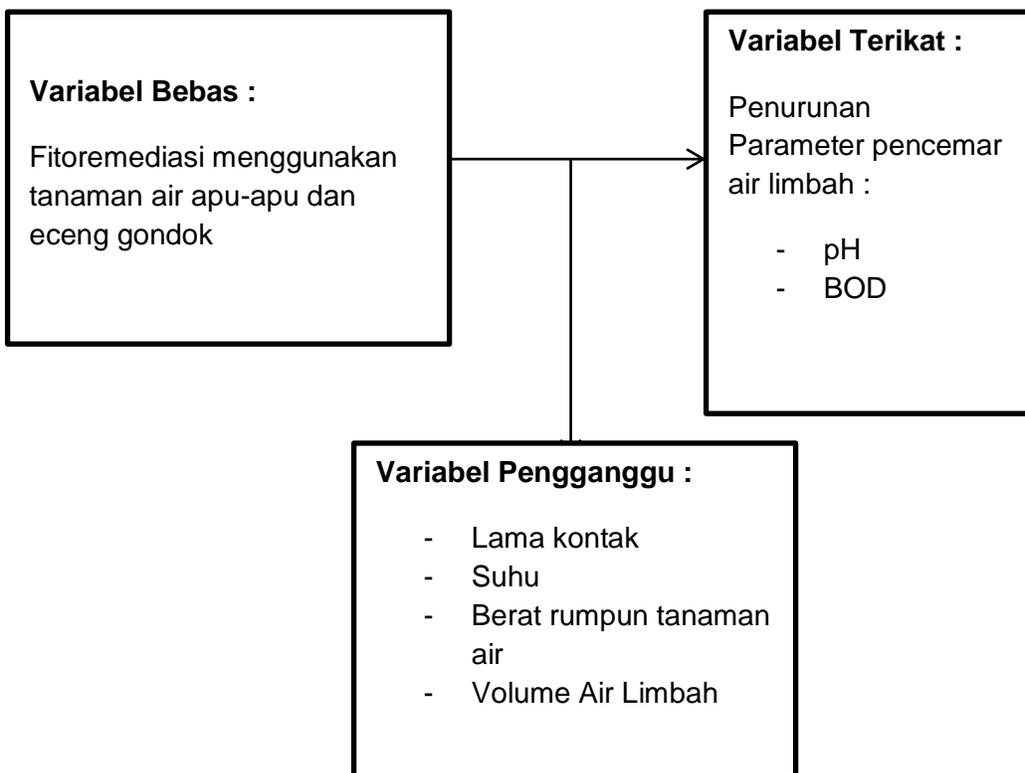
Kandungan eceng gondok : calcium (Ca), Magnesium (Mg), Kalium (K), Natrium (Na), Chlorida (Cl), Cupper (Cu), Mangan (Mn), Ferum (Fe). Pada akarnya terdapat senyawa sulfat dan fosfat. Daunnya kaya senyawa carotin dan bunganya mengandung delphinidin-3-diglucosida. Dengan seluruh kandungan kimia yang ada, eceng gondok dapat menyembuhkan tenggorokan panas, kencing tidak lancar, biduran dan bisul. Kandungan senyawa penting tadi terdapat di seluruh organ tanaman dari akar sampai daun dapat dimanfaatkan sebagai bahan

obat tradisional. Bahkan bunganya yang menawan juga bagus dijadikan sebagai bahan obat tradisional. (Tryatna S.O, 2007).

#### 14. Pasir dan Kerikil

Pasir dan kerikil merupakan alternatif yang baik untuk fitoremediasi karena dapat mengurangi kandungan lumpur dan bahan-bahan padat yang ada pada air limbah rumah tangga. Menurut hasil penelitian Surface et al (1993) menunjukkan bahwa sel yang berisi media campuran pasir dan kerikil (diameter pasir 0,05 cm dan diameter kerikil 0,5-1 cm) paling efektif menurunkan BOD dan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> hingga 70 %, sedangkan menurut Untung (1998) menyatakan ukuran pasir yang lazim dimanfaatkan berukuran 0,4 mm-0,8 mm dengan diameter pasir sekitar 0,2 mm-0,35 mm serta ketebalan 0,4 m-0,7 m. Pasir dan kerikil yang digunakan sebaiknya dicuci lebih dahulu untuk menghindari partikel halus yang dapat menyumbat ruang pori pasir dan kerikil sehingga terjadi aliran permukaan.

#### B. Kerangka Konsep



### **Gambar 2.3 Kerangka Konsep**

1. Variabel Bebas (Dependent Variabel)

Merupakan variabel stimulus (Variabel Pendahulu) atau variabel yang mempengaruhi variabel terikat. Pada penelitian ini variabel bebas adalah Pengolah limbah fitoremediasi menggunakan tanaman air apu-apu dan eceng gondok

2. Variabel Terikat

Variabel terikat atau variabel output adalah suatu respon yang dapat diamati, yakni penurunan parameter pencemar pH dan BOD pada limbah cair rumah tangga setelah perlakuan.

3. Variabel Pengganggu

Variabel pengganggu dalam penelitian :

- Lama kontak selama 4 hari
- Berat rumpun tanaman air sebanyak 1 kg
- Suhu
- Volume air limbah sebanyak 15 liter

### C. Definisi Operasional

NO	VARIABEL	DEFINISI	Alat ukur	Hasil ukur	Skala ukur
1.	Fitoremediasi	Sebuah proses dala menurunkan kadar pencemar air limbah (pH dan BOD) menggunakan antara tanaman air yaitu apu-apu ( <i>Pistia stratiotes</i> ) dengan eceng gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> )	-	-	Interval

2.	Berat rumpun Apu-apu ( <i>Pistia stratiotes</i> )	Jumlah apu-apu yang akan dimasukkan ke dalam bak fitoremediasi sebanyak 1 kg	Timbangan	Kg	Rasio
3.	Berat Eceng gondok ( <i>Eichornia crassipes</i> )	Jumlah eceng gondok yang akan dimasukkan ke dalam bak fitoremediasi sebanyak 1 kg	Timbangan	Kg	Rasio
4.	pH air limbah	Derajat keasaman dan kebasaaan air limbah rumah tangga	Kertas lakmus	Asam <5 Netral 5-9 dan Basa >9	Rasio
5.	BOD air limbah	Jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri untuk mengurai zat organik yang terlarut di dalam limbah cair	Mengukur di Labkesda Medan	Ppm	Rasio

### Variabel Pengganggu

Variabel pengganggu adalah :

1. Lama kontak

2. Suhu
3. Berat rumpun tanaman air
4. Volume air limbah

Agar variabel ini tidak mengganggu penelitian maka akan dilakukan dengan cara:

1. Lama kontak : selama 4 hari
2. Suhu : tidak dikendalikan
3. Berat rumpun tanaman : 1 kg di jam yang sama
4. Volume air limbah : 15 liter

#### **D. Hipotesa**

Dalam penelitian ini penulis membuat hipotesa sebagai berikut :

$H_0$  : Tidak ada penurunan parameter pencemar limbah cair rumah tangga setelah diolah dengan fitoremediasi menggunakan tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*).

$H_a$  : Ada penurunan parameter pencemar limbah cair rumah tangga setelah di olah dengan fitoremediasi menggunakan tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*).

### **BAB III**

## **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis Penelitian**

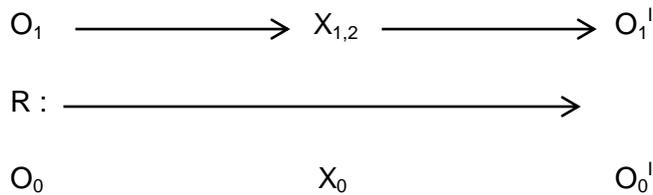
Jenis penelitian ini *Quasi-Experimental Design* (Rancangan Eksperimen Semu) untuk mengetahui Kemampuan Fitoremediasi Menggunakan Antara Tanaman Air Apu-apu (*Pistia stratiotes*) Dengan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Dalam Menurunkan Parameter Pencemar Limbah Cair Rumah Tangga (pH dan BOD).

#### **B. Desain Penelitian**

Desain penelitian menggunakan metode pre-test dan post-test control Group desain. Pelaksanaan eksperimen ini dilakukan dengan sistem bath atau diam. Fitoremediasi dalam penelitian ini dilakukan media air yaitu tanaman langsung dimasukkan ke air limbah dan akan

mengapung. Dimana objek dibagi dalam 2 kelompok yaitu kelompok akan diberi perlakuan atau kelompok yang dikontakkan ke unit fitoremediasi menggunakan tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dengan waktu kontak yaitu 4 hari kepada salah satu kelompok dan kelompok lain tidak diberi perlakuan. Setelah waktu yang ditentukan kemudian diperiksa di laboratorium. Replikasi dilaksanakan sebanyak 3 kali.

Desain penelitian yang dilakukan seperti dibawah ini :



**Keterangan :**

$X_{1,2}$  : Variabel perlakuan

R : Replikasi

$X_0$  : Kelompok control

$O_1$  : Sebelum perlakuan

$O_1^I$  : Pengamatan penurunan parameter pencemar (pH dan BOD) pada limbah cair rumah tangga setelah dilakukan perlakuan dengan fitoremediasi atau pengontakkan antara tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

$O_0$  : Sebelum fitoremediasi tanpa perlakuan pada control

$O_0^I$  : Pengamatan penurunan parameter pencemar (pH dan BOD) pada limbah cair rumah tangga tanpa perlakuan pada control setelah 4 hari

**C. Lokasi dan Waktu Penelitian**

**1. Lokasi Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di dilakukan di Laboratorium Jurusan Kesehatan Lingkungan, Kabanjahe. Untuk analisa pH dan BOD dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah, Medan.

**2. Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada Juli 2019

#### D. **Objek Penelitian**

Yang menjadi objek penelitian ini adalah limbah cair rumah tangga

#### E. **Alat dan Bahan**

- Alat tulis
- 2 buah deregen berukuran 20 liter
- Spidol
- 8 buah box plastik
- Kertas Label
- Spidol
- Limbah cair 110 liter
- Tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) sebanyak 7 kg
- Tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sebanyak 7 kg

#### F. **Prosedur Penelitian**

##### 1. **Tahap Persiapan**

- a) Siapkan alat dan bahan
- b) **Perlakuan untuk tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*)**

Terlebih dahulu sediakan ember atau sejenis dan juga tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dengan umur 3-4 minggu diketahui dengan jumlah daun yang dimiliki yaitu sekitar 4-6 helai daun. Isilah box plastik dengan air bersih, lalu masukkan tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dengan box plastik yang berbeda, biarkan selama 3 hari. Tanaman yang mati akan diganti dengan tanaman yang baru, perlakuan akan dilanjutkan apabila tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sudah benar-benar hidup di media

- c) Masukkan sampel air limbah rumah tangga sebanyak 15 liter ke masing-masing box plastik

##### 2. **Tahap Pelaksanaan**

1. Eksperimen ini dilakukan dengan sistem bath atau diam
2. Sediakan box plastik sebanyak 8 buah
3. Kemudian masukkan sampel limbah cair ke dalam box plastik. 2 buah box plastik untuk bak kontrol tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*), 6 buah box plastik untuk bak proses fitoremediasi dengan tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*).
4. Masukkan kerikil ke dalam box plastik ukuran rata-rata 2,5 cm sampai 5 cm ke dalam box plastik sebagai lapisan pertama dengan ketebalan 15 cm
5. Kemudian pada lapisan kedua masukkan pasir ukuran 0,4 mm-0,8 mm dengan diameter 0,2 mm-0,35 mm dengan ketebalan 15 cm
6. Masukkan tanaman air apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) ke dalam masing-masing ember.
7. Biarkan selama 4 hari, lalu diperiksa kadar parameter pencemar limbah cair rumah tangga (pH dan BOD) di Laboratorium Kesehatan Daerah Medan.
8. Hasil pemeriksaan dicatat untuk dilakukan pengolahan data.

#### **G. Pelaksanaan Penelitian**

1. Sampel air limbah terlebih dahulu dilakukan pengukuran terhadap kadar awal parameter pencemar limbah cair rumah tangga (pH dan BOD).
2. Masukkan sampel air limbah cair ke dalam salah satu box plastik untuk dijadikan kontrol (tanpa perlakuan) sebanyak 15 liter. Beri label K pada bak kontrol untuk tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*).
3. Sediakan box plastik sebanyak 6 buah, masukkan air limbah cair ke dalam box sebanyak 15 liter. Beri label
4. Masukkan tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) ke dalam masing-masing box yang berisi sampel air limbah cair.

5. Biarkan air limbah selama 4 hari
6. Ambil sampel air limbah cair dari proses fitoremediasi dan dari bak kontrol setelah 4 hari, lalu periksa kadar parameter pencemar limbah cair rumah tangga (pH dan BOD) di Laboratorium Kesehatan Daerah Medan.
7. Hasil pemeriksaan dicatat untuk dilakukan pengolahan data

#### **H. Pengolahan Data**

Data diolah secara komputerisasi dan manual dengan bantuan statistik dan disajikan dalam bentuk tulisan dan tabel.

#### **I. Analisis Data**

Setelah pengumpulan dan pengolahan data dilakukan maka untuk melihat ada tidaknya perbedaan jumlah penurunan parameter pencemar (pH dan BOD) pada limbah cair rumah tangga sebelum dan sesudah perlakuan dilakukan uji statistik dengan menggunakan uji t-test dependent dilanjutkan dengan uji t-test independent. Uji t-test dependent adalah dengan membandingkan hasil parameter pencemar (pH dan BOD) masing-masing tanaman air sebelum dan sesudah perlakuan. Uji t-test independent adalah kemampuan membandingkan hasil parameter pencemar (pH dan BOD) kedua jenis tanaman air sebelum dan sesudah perlakuan

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

##### 1. Pengambilan Sampel Limbah

Sampel limbah yang digunakan diambil dari limbah cair rumah tangga di lingkungan Perumahan Rakyat, Kelurahan Gung Negeri, Kecamatan Kabanjahe, Kabupaten Karo. Pengambilan sampel dilaksanakan pada tanggal 10 Juli 2019 Pukul 09.00. Sampel yang diambil sebanyak 110 liter, setelah itu sampel limbah diambil 2 liter untuk melihat parameter pencemar pH dan BOD awal sebelum perlakuan. Pemeriksaan kadar pencemar pH dan BOD dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Daerah, Medan.

##### 2. Hasil Pemeriksaan

###### a. Kondisi Fisik

Tabel 4.1

**PERBEDAAN KONDISI FISIK TANAMAN ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*) DAN APU-APU (*Pistia stratiotes*) SETELAH PERLAKUAN**

No	Perbedaan Setelah Perlakuan	
	Tanaman Apu-apu	Tanaman Eceng gondok
1.	Pada hari pertama, setelah dilakukan perlakuan tanaman apu-apu di dapatkan belum ada perubahan yang terjadi pada air maupun pada tanaman apu-apu, suhu air 22 <sup>0</sup> C	Pada hari pertama, setelah dilakukan perlakuan tanaman eceng gondok di dapatkan belum ada perubahan yang terjadi pada air maupun pada tanaman eceng gondok, suhu air 22 <sup>0</sup> C

2.	Pada hari kedua air limbah yang ada tanaman apu-apu belum ada perubahan, suhu 22 <sup>0</sup> C	Pada hari kedua sudah ada perubahan terhadap air limbah yang ada tanaman eceng gondok yaitu air limbah sudah terlihat lebih jernih dari pada hari pertama 22 <sup>0</sup> C
3.	Pada hari ketiga, air limbah sudah terlihat lebih jernih, tanaman apu-apu sebagian daunnya layu, 22 <sup>0</sup> C	Pada hari ketiga, air limbah terlihat lebih jernih dari hari kedua, tanaman eceng gondok sebagian daunnya layu 23 <sup>0</sup> C
4	Pada hari keempat, air limbah sudah jernih dari hari ketiga, suhu 22 <sup>0</sup> C	Pada hari keempat, air limbah sudah jernih dari hari ketiga, suhu 23 <sup>0</sup> C

**b. Parameter pH**

Setelah dilakukan perlakuan fitoremediasi terhadap limbah cair rumah tangga diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 4.2**

**JUMLAH PERUBAHAN PARAMETER PENCEMAR pH PADA PERLAKUAN TANAMAN APU-APU DENGAN WAKTU KONTAK 4 HARI**

No	Replikasi	Jumlah Penurunan Ph			
		Sebelum	Sesudah	Besar Perubaha n	%
1	I	5,00	6,00	Naik 1,00	20
2	II	5,00	6,00	Naik 1,00	20
3	III	5,00	6,00	Naik 1,00	20
4	Rata-rata	5,00	6,00	Naik 1,00	20
5	Kontrol	5,00	6,00	0	0

**Gambar 4.1 Grafik pH Sebelum Perlakuan dan Setelah Perlakuan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Apu-apu**

Dari tabel dan grafik diatas terlihat bahwa dalam waktu kontak 4 hari keadaan pH air limbah mengalami kenaikan sebesar 1,00 (20%) setelah perlakuan. Sedangkan pada kelompok kontrol tidak ditemukan penurunan.

**Tabel 4.3**

**JUMLAH PERUBAHAN PARAMETER PENCEMAR pH PADA PERLAKUAN TANAMAN ECENG GONDOK DENGAN WAKTU KONTAK 4 HARI**

No	Replikasi	Jumlah Penurunan pH			
		Sebelum	Sesudah	Besar Perubahan	%
1	I	5,00	6,00	Naik 1,00	20
2	II	5,00	6,00	Naik 1,00	20
3	III	5,00	6,00	Naik 1,00	20
4	Rata-rata	5,00	6,00	Naik 1,00	20
5	Kontrol	5,00	6,00	0	0

**Gambar 4.2 Grafik pH Sebelum Perlakuan dan Setelah Perlakuan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok**

Dari tabel dan grafik diatas terlihat bahwa dalam waktu kontak 4 hari keadaan pH air limbah mengalami kenaikan sebesar 1,00 (20%) setelah perlakuan. Sedangkan pada kelompok kontrol tidak ditemukan penurunan.

**c. Parameter BOD**

Setelah dilakukan perlakuan fitoremediasi terhadap limbah cair rumah tangga diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 4.4**

**JUMLAH PENURUNAN PARAMETER PENCEMAR BOD PADA PERLAKUAN TANAMAN ECENG GONDOK DENGAN WAKTU KONTAK 4 HARI**

No	Replikasi	Jumlah Penurunan BOD (mg/l)			
		Sebelum	Sesudah	Besar Perubahan	%

				<b>n</b>	
1	I	511	1095	584	114,28
2	II	511	657	146	28,57
3	III	511	73	438	85,71
4	Rata-rata	511	608,33	389,33	76,18
5	Kontrol	511	511	0	0

**Gambar 4.3 Grafik Penurunan BOD Dengan Tanaman Eceng gondok**

Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat diketahui bahwa dalam waktu kontak 4 hari, jumlah BOD sebelum perlakuan sebanyak 511 mg/l dan setelah perlakuan sebanyak 389,33 mg/l (76,18)

**Tabel 4.5**

**JUMLAH PENURUNAN PARAMETER PENCEMAR BOD PADA PERLAKUAN TANAMAN APU-APU DENGAN WAKTU KONTAK 4 HARI**

No	Replikasi	Jumlah Penurunan BOD (mg/l)			
		Sebelum	Sesudah	Besar Perubaha n	%
1	I	511	839	328	64,18
2	II	511	36	475	92,95
3	III	511	29	482	94,32
4	Rata-rata	511	301,33	428,33	83,82
5	Kontrol	511	511	0	0

**Gambar 4.4 Grafik Penurunan BOD Dengan Menggunakan Tanaman Apu-apu**

Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat diketahui bahwa dalam waktu kontak 4 hari, jumlah BOD sebelum perlakuan sebanyak 511 dan setelah perlakuan sebanyak 428,33 mg/l (83,82)

#### **D. Perbedaan Penurunan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok dan Tanaman Apu-apu Setelah Perlakuan**

##### **Gambar 4.5 Grafik Penurunan Persen Tanaman Eceng gondok dan apu-apu**

Berdasarkan tabel dan grafik diatas dapat diketahui bahwa dalam waktu kontak 4 hari tanaman apu-apu lebih mampu dalam menurunkan BOD dibandingkan dengan tanaman eceng gondok.

#### **B. Pembahasan**

##### **1. pH**

Dari hasil penelitian mengenai “Perbedaan Penurunan pH dan BOD Dalam Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Air Apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)”, keadaan parameter pH air limbah sebelum perlakuan dalam keadaan Asam yaitu 5,0 (pH normal berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68 Tahun 2016 yaitu 6,0-9,0) setelah dilakukan perlakuan fitoremediasi terhadap air limbah keadaan pH air limbah mengalami kenaikan sebanyak 1,0 (20%) dari hasil kontak waktu selama 4 hari.

Terlihat bahwa keadaan air limbah mengalami kenaikan setelah perlakuan dengan fitoremediasi, hal ini menunjukkan perlakuan fitoremediasi menetralkan keasaman limbah, karena jika pH air limbah asam maka perairan itu sudah tercemar berat sehingga kehidupan biota air akan terganggu. Selain gangguan terhadap ekosistem perairan, pH air yang tinggi juga mengakibatkan penggunaan air menjadi terbatas, misalnya tidak layak digunakan untuk prosesing bahan makanan, tangki-tangki uap, merusak pipa saluran air. Demikian juga pH air yang rendah dapat mengakibatkan pipa-pipa besi cepat berkarat dan bersifat korosif terhadap baja.

Dari hasil fotosintesis tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) menyebabkan kandungan O<sub>2</sub> terlarut dalam air meningkat, O<sub>2</sub> terlarut kemudian dimanfaatkan mikroorganisme untuk respirasi dan dihasilkan CO<sub>2</sub>. Karbondioksida yang terlarut didalam air akan mengalami keseimbangan menghasilkan ion OH penyebab meningkatnya nilai pH (Efendi, 2003)

## **2. BOD**

Dari hasil penelitian yang dilakukan di dapat hasil bahwa pengaplikasian fitoremediasi menggunakan tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dalam menurunkan parameter pencemar limbah cair rumah tangga (BOD) dengan kadar BOD sebelum perlakuan 511 mg/l dan setelah perlakuan diperoleh pada tanaman air eceng gondok didapatkan rata-rata 608,33 mg/l dan besar perubahan 389,33 mg/l (76,18%), dan untuk tanaman air apu-apu didapatkan rata-rata 301,33 mg/l dan besar perubahan 428,33 mg/l (83,82%).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman apu-apu lebih mampu menurunkan parameter pencemar BOD dibandingkan dengan tanaman eceng gondok. Pada tanaman eceng gondok terjadi kenaikan BOD karena besar pengaruhnya perlakuan peneliti dalam pengantaran sampel ke Laboratorium Kesehatan Daerah Medan dan setelah sampel di dalam laboratorium sampel tidak langsung dilakukan pemeriksaan sehingga BOD nya menjadi berkembang.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian tentang “Perbedaan Penurunan pH dan BOD Dalam Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Air Apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) di dapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Kualitas kadar parameter pencemar limbah cair sebelum dilakukan perlakuan dengan fitoremediasi adalah pH 5,0 dan sesudah perlakuan 6,0
2. Dari segi kondisi fisik air limbah kelihatan dari sebelum perlakuan menjadi setelah perlakuan, tanaman eceng gondok lebih mampu menjernihkan air limbah.
3. Tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) sebelum dan sesudah perlakuan diperoleh rata-rata besar perubahan sebanyak 389,33
4. Tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) sebelum dan sesudah perlakuan diperoleh rata-rata besar perubahan sebanyak 428,33
5. Dari kedua jenis tanaman air terlihat adanya perbedaan penurunan parameter pencemar BOD. Tanaman apu-apu lebih mampu dalam menurunkan BOD pada air limbah domestik dibandingkan dengan tanaman eceng gondok

## **B. SARAN**

Dari hasil penelitian ini penulis menyarankan sebagai berikut :

1. Fitoremediasi menggunakan tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dapat dijadikan alternatif sebagai pengolahan limbah cair rumah tangga dimasyarakat dan tanaman air dapat dijadikan sebagai nilai ekonomis.
2. Penelitian ini perlu ditindak lanjuti untuk penelitian jenis parameter pencemar limbah cair rumah tangga lainnya seperti : COD, Bau, minyak dan lemak maupun jenis zat kimia lainnya dan melihat sampai batas berapa hari.
3. Penelitian ini perlu ditindak lanjuti agar mendapatkan hasil yang lebih baik dengan menggunakan variasi berat tanaman
4. Disarankan peneliti lain lebih memperhatikan perlakuan sampel dan kondisi sampel dalam pengantaran sampel ke Laboratorium

## DAFTAR PUSTAKA

- Alearts, G dan Santika, SS. 2007. **Metode Penelitian Air**. Usaha Nasional, Surabaya
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan**. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- EPA, 2000. **Introduction to Phytoremediation. National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development**. U.S. Environmental Protection Agency. Ohio.
- Fachruddin, et all. 2010. **Pengaruh Variasi Biomassa Pistiastratiotes Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD dan TSS Limbah Cair**. Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta
- Osa Triyata, Stefanus. 2007. **Ngadiman Bagi-bagi Ilmu Eceng Gondok**. Harian Kompas.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.68 Tahun 2016. **Baku Mutu Air Limbah Domestik**.
- Stowel, R.R., XC. Ludwig and G. Thobanoglous. 1980. **Toward the Rational Design of Aquatic Treatments of Wastewater**. Departemen of Civil Engoneering and Land, Air, and Water Resources, University of California.
- Wardana, Wisnu, Arya. 2004. **Dampak Pencemaran Lingkungan**. Yogyakarta: Andi.

## DOKUMENTASI



Tanaman Eceng gondok dan apu-apu  
Diaklimatisasi selama 3 hari



Pemeriksaan pH pada kontrol



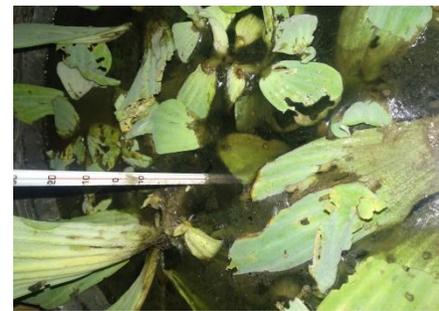
Pemeriksaan suhu pada kontrol



Perlakuan tanaman eceng gondok pada  
air limbah



Perlakuan tanaman apu-apu pada air



Pemeriksaan suhu air pada tanaman apu limbah  
apu



Pemeriksaan suhu air pada tanaman eceng gondok



Pemeriksaan pH air pada tanaman apu-  
apu



Pemeriksaan pH air pada tanaman eceng gondok