

**FITOREMEDIASI AIR LIMBAH PENATU MENGGUNAKAN  
TANAMAN RUMPUT GAJAH (*Pennisetum purpureum*)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan oleh:**

**AHMAD MUJAHIDIN ASRIL**

**NIM. 160702012**

**Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2022 M/1443 H**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**FITOREMEDIASI AIR LIMBAH PENATU MENGGUNAKAN  
TANAMAN RUMPUT GAJAH (*Pennisetum purpureum*)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:

**AHMAD MUJAHIDIN ASRIL**  
**NIM. 160702012**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh, 18 Juni 2022  
Disetujui oleh:

Pembimbing I

  
**Arief Rahman, M.T**  
**NIDN. 2013128901**

Pembimbing II

  
**Ilham Zulfahmi, M.Si**  
**NIDN. 1316078801**

جامعة الرانيري  
A R - R A N I R Y

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh**

  
**(Dr. Eng. Nur Aida, M.Si)**  
**NIDN: 2016067801**

## LEMBAR PENGESAHAN

### FITOREMEDIASI AIR LIMBAH PENATU MENGGUNAKAN TANAMAN RUMPUT GAJAH (*Pennisetum purpureum*)

#### TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari / Tanggal: Sabtu, 18 Juni 2022  
18 Zulkaidah 1443

#### Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

  
Arief Rahman, M.T  
NIDN.2010038901

Sekretaris,

  
Ilham Zulfahmi, M.Si  
NIDN.1316078801

Penguji I,

  
Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc  
NIDN.2013128901

Penguji II,

  
Muslich Hidayat, M.Si  
NIDN.2002037902

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Azhar Amsal, M.Pd  
NIDN.200106680

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Mujahidin Asril  
NIM : 160702012  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Tugas Akhir : Fitoremediasi Air Limbah Penatu Menggunakan  
Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 18 Juni 2022

Yang Menyatakan



(Ahmad Mujahidin Asril)

## ABSTRAK

Nama : Ahmad Mujahidin Asril  
NIM : 160702012  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Fitoremediasi Air Limbah Penatu Menggunakan Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)  
Tanggal sidang : 18 Juni 2022  
Tebal Skripsi : 64 Halaman  
Pembimbing I : Arief Rahman, M.T.  
Pembimbing II : Ilham Zulfahmi, M.Si.  
Kata Kunci : Air limbah penatu, COD, fosfat, fitoremediasi, rumput gajah

Pada saat ini jasa pencucian pakaian atau usaha penatu berkembang dimana-mana terutama di daerah pemukiman, dimana banyak masyarakat yang tidak sempat mencuci pakaiannya sendiri karena kesibukannya. Air limbah yang dihasilkan langsung disalurkan ke saluran drainase yang pada akhirnya akan mengalir ke badan air. Debit limbah cair yang dihasilkan berfluktuasi tergantung jumlah pelanggan yang mencuci pakaiannya dengan rata-rata effluent sebanyak 550 L/hari. Dampak negatif dari limbah penatu yaitu adanya pencemar limbah cair yang dihasilkan dari sisa proses pencucian baju sehingga mengakibatkan kekeruhan dan menghalangi sinar matahari masuk ke dalam air. Fitoremediasi menawarkan sejumlah keuntungan, tetapi juga ada sejumlah kelemahan yang harus dipertimbangkan ketika ingin menerapkan teknologi ini. Meskipun biaya rendah merupakan keuntungan, waktu yang diperlukan untuk mengamati hasil bisa lama. Konsentrasi polutan dan keberadaan racun lain harus berada dalam batas-batas toleransi tanaman yang akan digunakan. Tidak mudah untuk memilih tanaman dengan efisiensi untuk meremediasi kontaminan bervariasi secara bersamaan. Pada tahap awal wadah diisi dengan air limbah penatu sebanyak 20 liter menggunakan wadah *box* plastik dengan dimensi panjang 54 cm × lebar 40 cm × tinggi 28 cm dan dilubangi dengan jarak 10 cm, kemudian rumput gajah dipotong dengan tinggi tanaman sekitar 60 cm dan ditanam pada lubang platform yang berfungsi untuk tempat rumput gajah sebagai platform mengambang untuk mendukung tanaman rumput gajah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan terbesar dalam menurunkan dari pengaruh jumlah adalah dengan tanaman rumput gajah efektif dalam menurunkan kadar pH sebesar 7,50 atau 23,46% ; efektif dalam menurunkan COD sebesar 605,59 mg/L atau setara dengan 50,56% dan Fosfat sebesar 0,61 mg/L atau setara dengan 97,73%.

## ABSTRACT

Name : Ahmad Mujahidin Asril  
Student ID Number : 160702012  
Department : Environmental Engineering  
Title : Fitoremediation Of Waste Water Fixture Using Elephant Grass Plant (*Pennisetum purpureum*)  
Examination Date : June 18, 2022  
Page : 63 Pages  
Supervisor I : Arief Rahman, M.T.  
Supervisor II : Ilham Zulfahmi, M.Si.  
Keyword : Filling wastewater, COD, phosphate, phytoremediation, elephant grass plant.

At this time, laundry services or laundry services are developing everywhere, especially in residential areas, where many communities do not have time to wash their own clothes because of their busy lives. The resulting wastewater is fed directly into the drainage channel that will eventually flow into the body of water. The discharge of liquid waste fluctuates depending on the number of customers who wash their clothes with an average effluent of 550 L/day. The negative impact of the contaminating waste is the presence of liquid waste pollutants generated from the rest of the laundry process, resulting in dryness and blocking sunlight from entering the water. Phytoremediation offers a number of advantages, but there are also a number of drawbacks to consider when applying this technology. Although low cost is an advantage, the time required to observe results can be long. The concentration of pollutants and the presence of other toxins must be within the limits of the tolerance of the plants to be used. It is not easy to select plants with efficiency to re-mediate variable contaminants simultaneously. In the early stages, the container was filled with 20-liter wastewater using a plastic box container with a length of 54 cm × width 40 cm × height 28 cm and perforated at a distance of 10 cm, then the elephant grass was cut to a height of about 60 cm and planted in a platform hole that served to place the elephant grass as a platform. floating in support of the elephant grass. Research results show that the greatest ability to decrease from the influence of numbers is with elephant grass plants effective in lowering pH levels by 7.50 or 23.46%; effective in lowering COD by 605.59 mg/L or equivalent to 50.56% and Phosphate by 0.61 mg/L or equivalent to 97.73%.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah menganugerahkan nikmat hidup bagi seluruh makhluk. Segala ilmu berasal dari-Nya yang Maha mengetahui, sehingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Fitoremediasi Pengolahan Air Limbah Penatu Menggunakan Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)”** Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, manusia pilihan yang menjadi utusan terakhir, pencetus kebaikan dan ilmu pengetahuan di muka bumi.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST) pada Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Adapun dalam menulis Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M. Si selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya S.Si., M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Bapak Arief Rahman S.T., M.T., selaku Pembimbing I yang selalu bersedia memberikan bimbingan dan bantuan kepada penulis selama proses penulisan Tugas Akhir dan Bapak Ilham Zulfahmi M.Si., selaku Pembimbing II dan Penguji I Seminar Proposal yang selalu bersedia membimbing dan memberikan pengarahan kepada penulis selama proses penulisan Tugas Akhir.
4. Bapak Ilham Zulfahmi, M.Si., selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukkan dalam penulisan Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc., selaku dosen Penguji I dalam pelaksanaan sidang skripsi penulis.

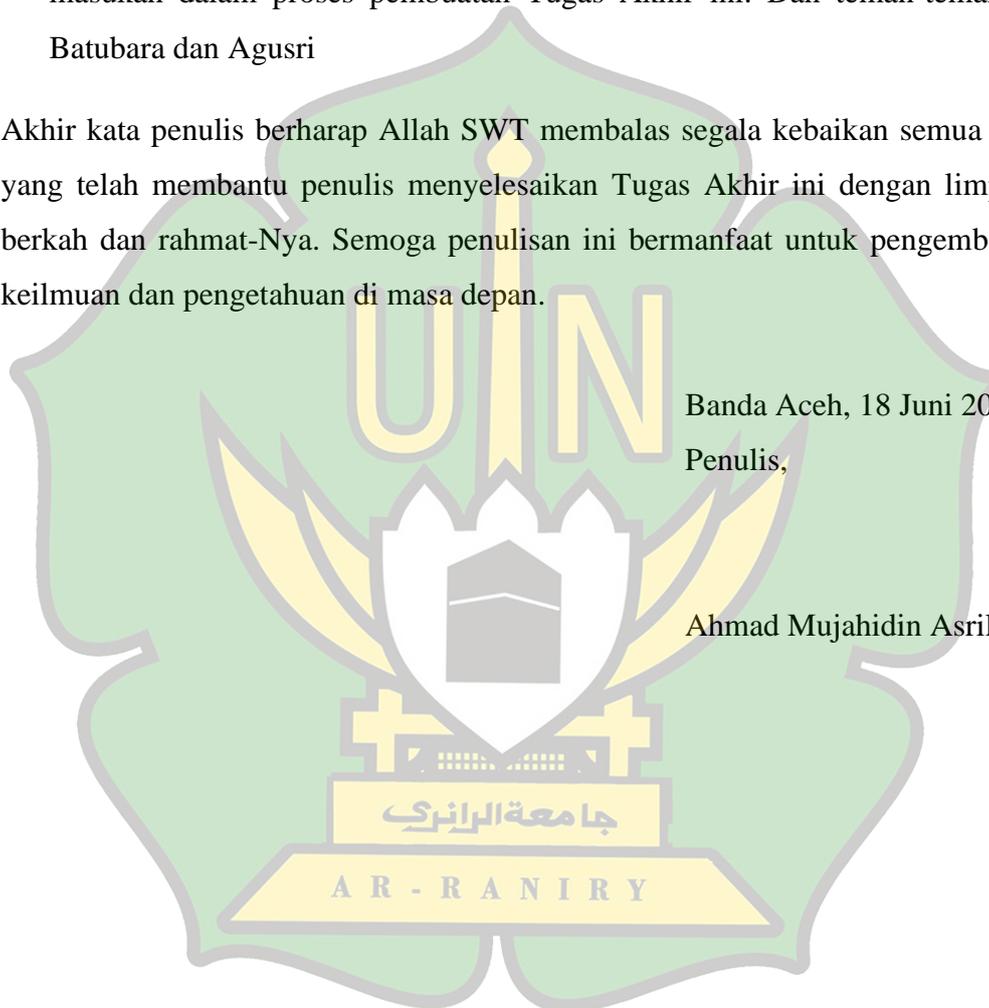
6. Bapak Muslich Hidayat, M.Si., selaku dosen Penguji II dalam pelaksanaan sidang skripsi penulis.
7. Seluruh Dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah memberikan dan membagi ilmunya kepada penulis.
8. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2016 yang telah memberikan masukan dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini. Dan teman-teman Rio Batubara dan Agusri

Akhir kata penulis berharap Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan limpahan berkah dan rahmat-Nya. Semoga penulisan ini bermanfaat untuk pengembangan keilmuan dan pengetahuan di masa depan.

Banda Aceh, 18 Juni 2022

Penulis,

Ahmad Mujahidin Asril



## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>                        | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                         | <b>ii</b>   |
| <b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>     | <b>iii</b>  |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                   | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                  | <b>v</b>    |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                             | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                 | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                              | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                              | <b>xi</b>   |
| <br>   |             |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                         | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                               | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                              | 4           |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                             | 4           |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                            | 4           |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                    | <b>5</b>    |
| 2.1 Rumput Gajah ( <i>Pennisetum purpureum</i> ) ..... | 5           |
| 2.2 Limbah Cair Penatu .....                           | 7           |
| 2.2.1 Aspek Negatif Limbah Cair Penatu .....           | 9           |
| 2.3 Fitoremediasi .....                                | 10          |
| 2.4 Fosfat dalam Detergen.....                         | 12          |
| 2.5 Chemichal Oxygen Demand (COD) .....                | 13          |
| 2.6 Derajat Keasaman (pH) .....                        | 14          |
| 2.7 Fosfat .....                                       | 15          |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>             | <b>18</b>   |
| 3.1 Metode Penelitian.....                             | 18          |
| 3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....                   | 19          |
| 3.3 Tahap Uji Daya Hidup .....                         | 19          |
| 3.3.1 Tahap Perlakuan.....                             | 20          |
| 3.4 Alat dan Bahan .....                               | 22          |
| 3.4.1 Alat.....  | 22          |
| 3.4.2 Bahan.....                                       | 22          |
| 3.5 Diagram Alir Penelitian.....                       | 23          |
| 3.6 Pengukuran Sampel Uji.....                         | 24          |
| 3.6.1 Pengukuran Fosfat.....                           | 24          |
| 3.6.2 Pengukuran COD .....                             | 24          |
| 3.6.3 Pengukuran pH.....                               | 25          |
| 3.7 Analisis Data .....                                | 25          |
| <br>   |             |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>               | <b>27</b>   |
| 4.1 Hasil Eksperimen .....                             | 27          |
| 4.2 Pembahasan .....                                   | 29          |

|   |           |
|---|-----------|
| 4.2.1 Parameter COD .....               | 29        |
| 4.2.2 Parameter pH.....                 | 31        |
| 4.3.3 Parameter Fosfat.....             | 33        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> | <b>38</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                     | 38        |
| 5.2 Saran .....                         | 38        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             | <b>39</b> |



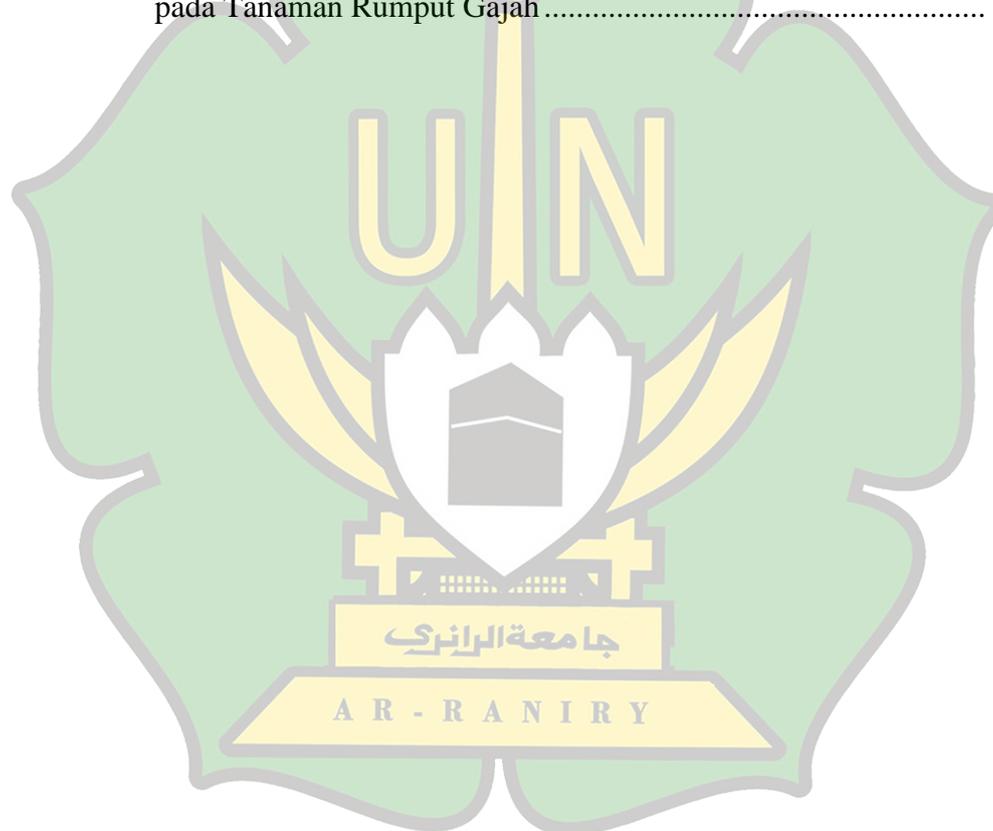
## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Rumput Gajah ( <i>Pennisetum purpureum</i> ) .....                  | 6  |
| Gambar 3.1 Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah Penatu .....                   | 18 |
| Gambar 3.2 Tahap uji daya hidup rumput gajah.....                              | 20 |
| Gambar 3.3 Tahap perlakuan rumput gajah.....                                   | 21 |
| Gambar 3.4 Desain peralatan penelitian .....                                   | 21 |
| Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian .....                                       | 23 |
| Gambar 4.1 Grafik penurunan COD terhadap standar baku mutu.....                | 30 |
| Gambar 4.2 Grafik persentase penurunan COD terhadap standar baku mutu .        | 30 |
| Gambar 4.3 Grafik penurunan pH terhadap standar baku mutu .....                | 32 |
| Gambar 4.4 Grafik penurunan fosfat terhadap standar baku mutu .....            | 34 |
| Gambar 4.5 Grafik persentase penurunan fosfat terhadap standar baku mutu ..... | 34 |



## DAFTAR TABEL

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabel 2.1 | Baku Mutu Air Limbah Penatu .....   | 9  |
| Tabel 4.1 | Hasil pengujian parameter air limbah penatu sebelum dilakukan perlakuan. ....               | 27 |
| Tabel 4.2 | Hasil pengukuran parameter.....   | 27 |
| Tabel 4.3 | Nilai efektivitas parameter pencemar pada hari kesembilan.....                              | 28 |
| Tabel 4.4 | Hasil Analisis Data Pengaruh Jumlah Tanaman terhadap COD pada Tanaman Rumput Gajah .....    | 35 |
| Tabel 4.5 | Hasil Analisis Data Pengaruh Jumlah Tanaman terhadap pH pada Tanaman Rumput Gajah .....     | 36 |
| Tabel 4.6 | Hasil Analisis Data Pengaruh Jumlah Tanaman terhadap Fosfat pada Tanaman Rumput Gajah ..... | 36 |



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Bagian dari aktivitas pencemaran dalam lingkungan air adalah dikarenakan limbah industri yang bersifat cair, yang berasal dari pengolahan limbah yang mengandung deterjen, seperti limbah rumah tangga, rumah makan, dan usaha penatu. Penyedia usaha penatu berkembang pesat terutama di daerah pemukiman. Pada saat ini jasa pencucian pakaian atau usaha penatu berkembang dimana-mana terutama di daerah pemukiman, dimana banyak masyarakat yang tidak sempat mencuci pakaiannya sendiri karena kesibukannya. Air limbah yang dihasilkan langsung disalurkan ke saluran drainase yang pada akhirnya akan mengalir ke badan air. Debit limbah cair yang dihasilkan berfluktuasi tergantung jumlah pelanggan yang mencuci pakaiannya dengan rata-rata effluent sebanyak 550 L/hari (Puspitahati, 2012). Dampak negatif dari limbah penatu yaitu adanya pencemar limbah cair yang dihasilkan dari sisa proses pencucian baju sehingga mengakibatkan kekeruhan dan menghalangi sinar matahari masuk ke dalam air.

Prodjosantoso, 2011 mengatakan bahwa air limbah penatu selain terdapat kandungan residu deterjen juga terdapat kandungan pewangi, pelembut, pemutih serta mengandung senyawa aktif metilen biru yang sulit terurai dan berbahaya bagi kesehatan maupun lingkungan. Industri bisnis penatu juga menghasilkan limbah cair dengan kandungan kadar fosfat yang tinggi melebihi batas baku mutu air limbah. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014, kadar fosfat yang diperbolehkan sesuai baku mutu limbah cair industri yaitu 2 mg/L. Dan juga hasil penelitian (Dewi, 2015) terdapat sebanyak 173 mg/L fosfat di dalam limbah cair penatu yang didapat dari usaha penatu di Darussalam, Banda Aceh. Limbah Industri untuk parameter pH kadar maksimum yang diperbolehkan adalah 6-9. Jika tingkat kadar pH air limbah melebihi nilai ambang batas, sedangkan hampir seluruh usaha penatu membuang limbahnya melebihi nilai ambang batas yakni berkisar 10-12, maka hal ini akan menyebabkan terganggunya ekosistem biota-biota bawah air.

Karakteristik air limbah penatu sebagian besar melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah penatu. Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang tinggi sebesar 3026,60 mg/L bisa mengakibatkan makhluk hidup air membutuhkan setidaknya lebih banyak oksigen sehingga dapat menguraikan atau mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam air limbah. Hal ini menciptakan kondisi anaerobik sehingga menjadikan perairan beraroma tidak sedap, kehidupan organisme air terganggu, menimbulkan keindahan yang tidak sedap dipandang, dan dapat berkembang biak spesies penyebab penyakit, serta mengurangi oksigen, yang dapat mengakibatkan spesies mikroorganisme anaerob akan semakin berkurang sehingga mengganggu ekosistem perairan (Yahya, 2010).

Peningkatan operasional bisnis penatu di masyarakat setiap tahun mau tidak mau pasti akan menimbulkan berbagai pemborosan. Limbah deterjen pada industri penatu memberikan dampak negatif terhadap kesehatan, terutama karena iritasi pada limbah deterjen dapat menyebabkan penyakit kulit seperti diare, gatal-gatal terhadap kulit, kurap hingga kudis, sehingga pencemaran lingkungan dapat mencemari kawasan tanah dan mencemari kawasan air. Sehingga air tersebut juga dapat merusak lingkungan perairan/biota air (Nunung, 2013). Jika deterjen yang sudah terlarut dalam air cukup besar, maka dapat mematikan ikan-ikan yang hidup di dalam air tersebut. Ikan menyerap oksigen yang terlarut dalam air melalui insang. Ketika ada deterjen yang dilarutkan dalam air, maka zat tersebut akan masuk ke dalam tubuh ikan secara langsung pada sistem peredaran darah. Adanya zat-zat kimia berlebih maka akan mengganggu metabolisme ikan, jika melebihi ambang batas yang diperbolehkan maka ikan tersebut akan mati.

Padmaningrum, 2014 menjelaskan bahwasannya dalam proses fitoremediasi, tumbuhan dapat memanfaatkan zat-zat kimia yang terdapat dalam limbah sebagai nutrisi untuk memenuhi kehidupannya. Sementara itu (Rosiana, 2007) mengatakan bahwasannya tanaman mampu meremediasi polutan organik melalui tiga cara yaitu pertama dengan penyerapan secara langsung bahan-bahan polutan, kedua mengakumulasi metabolisme non-fitotoksik ke dalam sel tanaman dan ketiga pelepasan inti sel dari tanaman dan enzim yang dapat merangsang

aktivitas mikroba dan penyerapan mineral pada daerah rizosfer. Tanaman air tersebut juga dapat menguapkan sejumlah uap air. Penguapan ini dapat menyebabkan migrasi bahan kimia. Tanaman air tersebut dapat membersihkan polutan jika tanaman tersebut telah mencapai umur dewasa dengan batang yang mendukung.

Fitoremediasi adalah pemanfaatan tanaman untuk mengangkat zat kimia, mentransfer, menetralkan atau menghancurkan zat-zat kontaminan baik itu senyawa anorganik maupun senyawa organik. Tanaman tersebut memiliki kemampuan untuk mempertahankan zat beracun dengan cara biokimia dan fisiologis dan untuk mempertahankan bahan organik non nutrisi yang dilakukan pada permukaan akar. Bahan kontaminan ini akan dimetabolisme atau distabilkan oleh beberapa proses termasuk reaksi oksidasi (redoks), reduksi dan hidrolisis enzimatis (Khan, dkk., 2000). Metode fitoremediasi didasarkan pada peranan tumbuhan dalam penyerapan, mengurangi, mengubah, memobilisasi bahan yang mudah tercemar yaitu senyawa logam berat maupun senyawa organik (Priyanto dan Prayitno, 2000) dalam Estuningsih dkk, 2013.

Pemanfaatan tanaman untuk menstabilkan tanah tercemar maupun air yang tercemar senyawa anorganik dan senyawa organik melalui metode fitoremediasi yang sudah terbukti efektif. Keunggulan dari metode ini dibandingkan dengan teknologi pengolahan limbah yang lainnya adalah dikarenakan sudah melalui proses yang alami, dengan adanya hubungan yang sinergis antara tanaman, mikroorganisme dan lingkungan atau habitat makhluk hidup, sehingga tidak perlu memerlukan teknologi yang tinggi. Keunggulan dari metode ini menimbulkan pendanaan operasi dalam proses fitoremediasi relatif lebih rendah daripada harus menggunakan metode yang lain (Purwaningsih, 2009).

Adapun tanaman yang dipergunakan sebagai agen dari metode fitoremediasi untuk memulihkan tanah yang tercemar air limbah penatu adalah menggunakan tanaman rumput gajah yang termasuk ke dalam famili *Poaceae*. Tanaman rumput gajah dipilih dikarenakan tanaman ini gampang dijumpai dan dapat berkembang di daerah pinggiran. Tanaman rumput gajah juga dapat tumbuh di daerah dengan kandungan unsur hara yang sedikit atau tanpa tambahan nutrisi,

sehingga dapat memperbaiki kondisi tanah yang rusak akibat terjadinya erosi dan juga dapat hidup pada tanah kritis dimana tanaman lain relatif tidak dapat tumbuh dengan baik (Sanderson dan Paul, 2008) dalam Ambriyanto, 2010. Menurut penelitian (Aliyanta dkk, 2011), tanaman rumput gajah dapat membantu dalam memperbaiki buangan air yang sudah tercemar oleh *world oil*.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kemampuan dari tanaman *Pennisetum purpureum* dalam menurunkan kadar COD, pH dan Fosfat pada limbah penatu menggunakan tanaman rumput gajah (*Pennisetum purpureum*).
2. Bagaimana pengaruh dari jumlah tanaman *Pennisetum purpureum* dalam menurunkan kadar COD, pH dan Fosfat yang terdapat dalam limbah penatu menggunakan tanaman rumput gajah (*Pennisetum purpureum*).

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mendapatkan kemampuan rumput gajah dalam menurunkan kadar COD, pH dan Fosfat pada limbah penatu menggunakan tanaman rumput gajah
2. Untuk mendapatkan jumlah tanaman rumput gajah dalam menurunkan kadar COD, pH dan Fosfat yang terdapat dalam limbah penatu menggunakan tanaman rumput gajah

## 1.4 Manfaat Penelitian

1. Memperoleh informasi mengenai kemampuan tanaman rumput gajah dalam menurunkan kadar COD, pH dan Fosfat pada limbah penatu.
2. Memanfaatkan tanaman rumput gajah yang sering dianggap sebagai rumput ilalang/gulma dan untuk meningkatkan nilai guna rumput gajah.
3. Penelitian ini dapat menambah literatur untuk penelitian selanjutnya yang dimana Tanaman rumput gajah mampu menurunkan kadar COD, pH dan Fosfat yang terdapat dalam limbah penatu.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)

Rumput gajah adalah jenis tanaman musiman dan jenis tanaman tahunan yang semuanya bersifat *herbaceous* (tidak berkayu). Rumput gajah juga masuk ke dalam tanaman *monocotyledae* yaitu tanaman berbiji tunggal. Ada macam-macam jenis rerumputan yang dapat hidup di daerah tropis dan merupakan jenis rerumputan yang paling unggul sebagai pendukung peternakan ruminansia. Contoh dari tanaman tersebut yaitu Rumput gajah (Purbajanti, 2013).

Rumput gajah adalah bagian famili dari rerumputan *graminae* sudah sering digunakan pemanfaatannya digunakan untuk pakan ternak hewan Herbivora (ruminansia) yang sudah ada di Asia Tenggara. Rumput gajah merupakan salah satu rumput produksinya cukup tinggi. Rumput gajah merupakan salah satu tanaman mampu hidup di daerah pinggiran. Rumput gajah mampu hidup dengan baik. Hasil panen tersebut menghasilkan 40 ton perhektar berat kering pada daerah beriklim subtropis dan 80 ton perhektar di daerah beriklim tropis.

Rumput gajah memiliki nama latin yaitu *Pennisetum purpureum Schumach.* Dikenal di berbagai daerah Rumput Gajah (Indonesia, Malaysia), *Yanepia* (Thailand), *Co' duoi voi* (Vietnam), *Buntot Pusa* (Filipina), *Herbe d'elephant, fausse canne a sucre* (Prancis), *Pasto Elefante* (Spanyol), *Handalawi* (Bokil), *Logoli* (Bogobo), *Elephant grass, napier grass* (Inggris). Asal dari tanaman rumput gajah yaitu Afrika tropis lalu terkenal hingga ke semua negara-negara tropis di dunia. Pengembangan yang dilakukan secara terus menerus dengan banyak hibrida yang berbeda dan bisa menimbulkan berbagai variasi, terutama di Amerika Serikat, Filipina, India (N.K, Sari., 2009).

Dalam taksonomi tanaman rumput gajah memiliki klasifikasi adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*  
Divisi : *Magnoliophyta*  
Super divisi : *Spermathopyta*  
Spesies : *Pennisetum Purpureum*  
Family : *Poaceae (Graminae)*  
Subkingdom : *Tracheobionta*  
Genus : *Pennisetum Rich*  
Ordo : *Cyperales*  
Kelas : *Liliopsida*



**Gambar 2.1** Rumput Gajah

Rumput gajah pada umumnya merupakan jenis tanaman dapat berdiri tegak, berakar serabut dan memiliki ketinggian dengan rimpang yang pendek. Ketinggian batangnya dapat mencapai hingga ketinggian 4 meter (bahkan bisa mencapai ketinggian 6-7 meter), dengan berdiameter batang dapat mencapai 3 cm dan memiliki sampai 20 ruas-ruas. Dapat tumbuh berbentuk rumpun dengan lebar rumpun hingga mencapai 1 meter. Pelepah yang tidak berbulu hingga berbulu

pendek, helaian dedaunan bergaris, pangkal lebar, ujung yang runcing (Rahmawati, 2014).

## 2.2 Limbah Cair Penatu

Salah satu hal yang dapat mencemari lingkungan biota-biota air khususnya lingkungan masyarakat yaitu industri air limbah yang berasal dari buangan limbah penatu yang mengandung deterjen. Deterjen adalah senyawa-senyawa sabun yang terbentuk melalui reaksi-reaksi kimia. Secara umum komponen utama penyusun deterjen adalah NaDBS (*Natrium Dodecylbenzen Sulfonat*) dan STTP (*Sodium Tripolyphosphat*) yang mempunyai sifat sangat sulit terdegradasi secara alami (Hermawati dkk, 2005).

Air limbah penatu yang salah satunya yaitu deterjen memiliki kadar fosfat yang sangat tinggi. Fosfat tersebut berasal dari *Sodium Tripolyphosphate* yang merupakan salah satu bahan yang terdapat kadar didalamnya cukup tinggi dalam deterjen. *Sodium Tripolyphosphate* ini memiliki fungsi sebagai pembangun yang merupakan unsur terpenting kedua setelah surfaktan karena dari kemampuan itu dapat mematikan mineral-mineral dengan tingkat kesadahan didalam air sehingga deterjen dapat berfungsi dengan optimal (Hera, 2003).

Deterjen adalah bahan pokok memiliki banyak kandungan sabun serta dipergunakan dalam industri usaha penatu. Bahan aktif yang memiliki banyak kandungan pada pelembut pakaian dan deterjen adalah kuartener *Ammonium Klorida*, LAS, *Sodium Dodecylbenzene Sulfonate*, *Natrium Karbonat*, *Natrium Fosfat*, ABS. Produk-produk tersebut yaitu produk yang baik terhadap lingkungan dan bahan yang dapat terurai. Bila keberadaannya pada badan air ada secara berlebihan, maka air limbah penatu tersebut berpotensi menjadi pencemar yang dapat merusak lingkungan (Puspitahati, 2012).

Surfaktan, pemutih dan air softener adalah produk paling penting pada deterjen yang terdapat pada air limbah penatu. Komposisi limbah cair penatu yang sangat kotor banyak mengandung minyak mineral, kandungan logam berat dan senyawa berbahaya dengan kebutuhan COD dapat mencapai 1200 sampai 20.000

mg O<sub>2</sub>/L. Limbah penatu memiliki nilai COD mencapai 600-2500 mg O<sub>2</sub>/L yang berasal dari hotel.

Limbah domestik dibagi menjadi dua macam yaitu pertama limbah domestik yang pertama berasal dari bekas pencucian seperti deterjen, sabun-sabunan, lemak minyak dan racun hama, yang kedua berasal dari jamban contohnya urin, tinja dan sabun (Putri, 2017) ; (Fakhrizal, 2014). Dapat disimpulkan bahwa air limbah penatu masuk ke dalam kategori air limbah domestik karena bahan yang digunakan itu sama. Berbagai bahan kimia terkandung didalam air limbah penatu unsur pencemar dalamnya berupa Fosfat, Nitrogen, Surfaktan, BOD, COD, TSS serta kekeruhan (Putri, 2017) ; (Ahmad and El Dessouku, 2008). Fosfat berasal dari *Sodium Tripoly Phosphate* (Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub>) yang dapat dihidrolisis menjadi bentuk *orthophosphate* yang dapat digunakan oleh tanaman. (Herlambang dan Hendryanto, 2015) ; (Arifah, 2011). Bahan kimia yang terkandung didalam air limbah penatu dapat menyebabkan penurunan kualitas badan air, ketika air limbah yang dimasukkan tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Bukti air limbah penatu berupa sabun dan deterjen akan berbahaya bagi lingkungan dengan bukti ini:

1. Kehidupan mikroorganisme di dalam badan air akan terganggu karena kandungan dalam air sabun akan menaikkan pH air, deterjen non-fosfat dapat menaikkan angka pH hingga 10,5-11;
2. Mikroorganisme dalam air akan mati karena air deterjen atau air sabun yang mengandung antiseptik; **جامعة الرانري**
3. Beberapa kandungan deterjen tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme dalam air (Wardhana, dkk., 2009).

Standar baku mutu air limbah penatu dapat dilihat pada tabel 2.1

**Tabel 2. 1** Baku Mutu Air Limbah Penatu

| Parameter                 | Satuan | Kadar paling tinggi |
|---------------------------|--------|---------------------|
| pH                        | -      | 6-9                 |
| COD                       | mg/L   | 180                 |
| BOD                       | mg/L   | 75                  |
| Minyak dan Lemak          | mg/L   | 15                  |
| TSS                       | mg/L   | 60                  |
| Fosfat (PO <sub>4</sub> ) | mg/L   | 2                   |
| MBAS                      | mg/L   | 3                   |

(Sumber: PERMEN LH No. 5 tahun 2014)

### 2.2.1 Aspek Negatif Limbah Cair Penatu

Air limbah penatu berdasarkan (Riyanto, 2014) tergolong kategori Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Limbah deterjen dari usaha penatu bisa menyebabkan persoalan yang cukup darurat karena efek deterjen dan bahan-bahan komposisinya dapat mengakibatkan timbulnya racun terhadap biota-biota air. Limbah dari bekas deterjen yang menghasilkan volume yang besar sangat rentan untuk keabadian sungai dan tanah. Dikarenakan kadar surfaktan anion dan nonanion adalah bagian pokok didalam deterjen (Nasir, 2011).

Bawaan dari air limbah penatu cukup ruwet dan oleh karena itu cukup rentan bagi lingkungan sekitarnya. Berbagai penelitian mengatakan bahwa deterjen yang terdapat pada air limbah usaha penatu mempunyai kapasitas untuk meluluhkan bahan yang bersifat karsinogenik seperti *Benzonpyrene*, selain dapat menimbulkan bencana bagi persoalan kesehatan, kandungan deterjen di perairan dapat mengakibatkan aroma dan rasa yang tidak sedap (Yudo, 2010).

Kandungan fosfat dalam air limbah penatu berasal dari surfaktan. Kehadiran kadar fosfat yang tinggi di perairan dapat memicu terjadinya eutrofikasi. Eutrofikasi merupakan pertumbuhan tanaman air dan zooplankton dalam suatu badan air sehingga mengakibatkan air menjadi keruh dan berbau. Bau yang dihasilkan tersebut berasal dari pembusukan tanaman (Saputra, 2018).

### 2.3 Fitoremediasi

Fitoremediasi dapat dipahami sebagai penggunaan tanaman (pohon, semak belukar, rumput dan tumbuhan air) dan berhubungan dengan mikroorganisme dalam menghilangkan, mengurangi kadar atau menyerap kontaminan lingkungan. Favas, dkk., (2014) mengemukakan bahwa pengetahuan tentang teknik fitoremediasi tanaman meliputi metode yang digunakan, tergantung kepada sifat alami kimia dan kandungan dari bahan tercemar serta karakteristik dari tanaman itu sendiri.

US EPA dan ITRC (Mangkoedihardjo, 2005) secara umum mengklasifikasikan proses fitoremediasi yang dapat dibedakan menurut mekanisme fungsional dan struktural dari tanaman yaitu Fitostabilisasi (tumbuhan tersebut dapat melakukan pembawaan polutan dengan cara mengadsorpsi, mengakumulasi terhadap permukaan akar dan bagian akar dapat membiarkan bahan yang mudah tercemar), Fitoekstraksi (tumbuhan dapat menyerap polutan kemudian berikutnya dipindahkan kedalam organ tumbuhan dalam akar), Rizofiltrasi (tumbuhan meresipitasi maupun mengadsorpsi dalam bagian akar kemudian mengadsorpsi larutan yang mudah tercemar pada sekitar akar). Prosedur ini didukung untuk bahan-bahan dalam larutan sehingga dalam proses pengomposan tidak menggunakan proses rizofiltrasi. Namun untuk lindi terbentuk selama proses pengomposan primer maka rizofiltrasi sangat tepat untuk diterapkan), Fitodegradasi (organ tumbuhan menguraikan polutan yang dimasukkan dengan proses pengolahan pertumbuhan atau secara enzimatik), Rizodegradasi (zat-zat yang terurai oleh kontaminan oleh aktivitas mikroba yang terdapat disekitar akar tumbuhan, yang diperkuat/sinergis oleh ragi, jamur, dan zat-zat keluaran akar tumbuhan (eksudat) yaitu gula, alkohol, asam). Eksudat itu merupakan makanan mikroba yang menguraikan polutan maupun biota tanah lainnya, Fitovolatilisasi (tumbuhan yang menyerap polutan dan dikeluarkan dalam bentuk uap cair ke atmosfer). Zat terkontaminasi dapat mengklaim perubahan sebelum terbebas ke atmosfer.

Menurut Paz-alberto dan Sigua (2013) Aplikasi fitoremediasi yang paling penting adalah dapat mengurangi pencemaran kontaminasi tanah dan air dimana materi yang dikelola tidak terlalu dalam dan areal memerlukan pengelolaan yang baik, yang akan membuat teknik agronomi dalam penanaman dan pemanenan lebih ekonomis. Jenis tumbuhan yang baik untuk digunakan untuk fitoremediasi harus memiliki daya serap yang tinggi baik terhadap polutan organik atau anorganik, tumbuh dengan baik pada air tercemar dan mudah dalam mengontrol kuantitas dari perubahan tumbuhan. Truong (2008) Menyatakan bahwa tanaman untuk fitoremediasi tidak hanya mengakumulasi, menurunkan atau menguapkan kontaminan tetapi juga dapat tumbuh dengan cepat dalam kondisi yang berbeda. Selanjutnya Handayani, dkk., (2013) Telah dilaporkan bahwa peningkatan konsentrasi kontaminan akan mempengaruhi laju pertumbuhan tanaman sehingga jumlah inokulum juga harus ditingkatkan untuk proses fitoremediasi dapat dilakukan dengan tepat.

Fitoremediasi menawarkan sejumlah keuntungan, tetapi juga ada sejumlah kelemahan yang harus dipertimbangkan ketika ingin menerapkan teknologi ini. Meskipun biaya rendah merupakan keuntungan, waktu yang diperlukan untuk mengamati hasil bisa lama. Konsentrasi polutan dan keberadaan racun lain harus berada dalam batas-batas toleransi tanaman yang akan digunakan. Tidak mudah untuk memilih tanaman dengan efisiensi untuk meremediasi kontaminan bervariasi secara bersamaan. Menurut Favas, dkk., (2014) beberapa manfaat dari fitoremediasi adalah teknik insitu dan teknik pasif, menyediakan habitat bagi kehidupan hewan dan mengurangi penyebaran debu dan kontaminan angin, mengurangi limpasan permukaan, mengurangi pencucian dan mobilisasi kontaminan di tanah dapat berkurang, tanaman yang di panen atau organ di mana memiliki akumulasi logam dapat dengan mudah dicapai dengan teknologi yang ada, biomassa yang dipanen bisa bernilai ekonomis, dan proses tanaman lebih mudah dikendalikan daripada mikroorganisme. Selain itu, telah dijelaskan bahwa kelemahan fitoremediasi adalah terbatas untuk tanah dangkal atau di mana kontaminasi terdapat di permukaan (<5 m), penggunaannya masih terbatas, konsentrasi logam dalam tanah dapat menjadi racun yang sangat mematikan bagi tanaman, kontaminasi tersebut dapat menyebar

melalui rantai makanan jika tanaman akumulator tertelan oleh hewan, serta efisiensi tanaman fitoremediasi mungkin tidak dapat beradaptasi dengan iklim dan kondisi lingkungan yang sudah terkontaminasi.

Fitoremediasi adalah bentuk dari kegunaan untuk mengatasi persoalan polusi dengan memakai tanaman. Banyak tumbuhan yang dapat digunakan dalam pengolahan air limbah penatu termasuk Enceng Gondok (Ratnani, dkk., 2010), Tumbuhan Coontail (Intansari dan Mangkoedihardjo, 2013), Tanaman Kiambang (Viobeth, 2013), Tanaman Air *Eichhornia Crassipes* dan *Nymphaea sp* (Hadiyanto, dkk., 2013) dan Rumput Vetiver (Truong dan Hart, 2001; Hart, dkk., 2003; Indrayatie, 2008; Darajeh, dkk., 2014).

#### 2.4 Fosfat dalam Detergen

Bahan terpenting pada saat pembentukan deterjen adalah fosfat, tetapi konsentrasi fosfat yang terlalu tinggi dapat merusak lingkungan, mengganggu ketersediaan air dibawah lapisan bebatuan dan jika masyarakat mengonsumsinya dalam jangka waktu yang lama maka terjadi kerusakan dari fungsi ginjal lalu dinamakan dengan penyakit gagal ginjal (Yuniarti, T. 2008).

Kehadiran kadar fosfat yang cukup tinggi di perairan mengakibatkan terjadinya fenomena dikenal dengan eutrofikasi (pengkayaan nutrien). Air limbah penatu yang dihasilkan harus dikelola sehingga dapat mengurangi kandungan fosfat yang tinggi sesuai dengan kadar yang sudah ditentukan (standar baku mutu 2 mg/L). Kandungan kadar fosfat didalam deterjen berasal dari *Sodium Tripolyphosphate* yang dimana kandungan tersebut terdapat dalam detergen. Fosfat sendiri memiliki fungsi sebagai pembangun yang dimana terdapat unsur penting surfaktan karena dapat membunuh mineral keras yang terdapat dalam air yang menjadikan deterjen mampu bereaksi dengan baik (Stefhany, dkk., 2013).

Komponen fosfat diperuntukkan dalam membuat sabun-sabun untuk penunjang pembentukan buih-buih. Dengan adanya kandungan fosfat yang masuk kedalam air yang mengandung limbah bisa memperlambat proses penguraian hayati. Kandungan kadar fosfat yang lengkap mewakili hampir setengah dari fosfat air limbah di kota-kota besar dan berasal dari pendayagunaan bahan-bahan deterjen

sintetis. Kandungan kadar fosfat yang lengkap mengklaim hidrolisis selama pengolahan biologis untuk membentuk Ortofosfat ( $\text{PO}_{34-}$ ). Konsentrasi total dari banyaknya keseluruhan fosfor dengan jumlah 10 mg/L berada pada buangan air limbah di kota-kota besar, sekitar 10% dihilangkan sebagaimana objek yang tidak digunakan dalam waktu sedimentasi primer dan sekitar 10% sampai 20% dimasukkan ke dalam inti sel bakteri selama proses biologi berlangsung. Kemudian 70% dari fosfor akan diteruskan kemudian dibuang dengan banyaknya hasil limbah-limbah dari fasilitas sekunder (Budi, 2006).

## 2.5 Chemichal Oxygen Demand (COD)

*Chemichal Oxygen Demand* adalah banyaknya hasil dari oksigen yang sangat membutuhkan untuk larutan teroksidasi bahan organik secara proses kimia, sehingga bisa dimusnahkan secara proses biologi maupun yang tidak dapat dimusnahkan secara proses biologi menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Untuk mengukur kadar COD diperuntukkan atas terlihat nyata nyaris semua bahan-bahan organik dapat teroksidasi menjadi karbondioksida dan air dengan dukungan oksidator yang kuat (*Kalium Dikromat*/ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) pada keadaan asam. Dengan digunakannya *Kalium Dikromat* sebagai oksidator, diperkirakan sekitar 95% sampai 100% bahan organik mampu teroksidasi. Kecondongan pokok uji COD adalah jangka waktu yang sedikit digunakan dalam mengevaluasi, nilai 96% dari hasil percobaan COD yang dipergunakan dalam waktu 10 menit pada rentang waktu hasil uji BOD dalam waktu 5 hari (Nasution, 2013).

Larutan berwarna pada air lingkungan sudah terkandung bahan buangan organik sebelum proses reaksi oksidasi yaitu berwarna kuning. Setelah reaksi oksidasi selesai maka akan terjadi perubahan warna menjadi warna hijau. Banyaknya oksigen yang digunakan untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan organik terlihat serupa banyaknya *Kalium Dikromat* yang digunakan pada reaksi tersebut. Makin banyak *Kalium Dikromat* yang digunakan pada reaksi oksidasi maka akan banyak pula oksigen yang dipergunakan. Hasil ini memperlihatkan bahwasannya lingkungan perairan menjadi banyak karena tercemar oleh bahan

buangan organik. Maka daripada itu dapat ditentukan tingkat pencemaran air lingkungan tersebut tercemar (Wardhana, 2001).

Angka COD membagikan informasi tentang banyaknya oksigen yang dipergunakan untuk mengoksidasi senyawa organik menjadi karbondioksida dan air. *Kalium Dikromat* ( $K_2Cr_2O_7$ ) adalah oksidator yang kuat dan bahwasannya dipergunakan pada analisis COD. Secara kerangka referensi, oksidator dapat mengoksidasi senyawa organik mencapai angka sempurna (95-100%) (Effendi, 2003). Angka COD adalah barometer buat pencemaran di dalam perairan akibat polutan organik yang secara alami mampu dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut yang berada di perairan.

## 2.6 Derajat Keasaman (pH)

Derajat Keasaman (pH) yaitu bagian dari penaksiran yang sangat sering digunakan untuk mengukur tanah dan pengujian air dalam menentukan ukuran standar pada suatu larutan tersebut apakah bersifat asam atau basa. Hal ini diukur pada skala dari 0-14 dimana pH 7 disebutkan netral, pH <7 disebutkan asam dan pH >7 disebutkan basa. Skala pH adalah logaritmik, yang berarti bahwa penurunan unit pH sama dengan sepuluh kali lipat peningkatan dalam keasaman (Addy dkk, 2004).

Derajat keasaman (pH) dipengaruhi oleh aktivitas biologis yang termasuk kedalam proses fotosintesis dan proses pernafasan pada makhluk hidup, suhu dan kondisi ion-ion yang ada di dalam perairan. Penurunan kadar zat pencemar (kontaminan) pada tanaman akan menyebabkan derajat keasaman (pH) semakin meningkat (Kurniawan, 2006). Jumlah pH sangat baik untuk diperhitungkan disebabkan bisa mempengaruhi berbagai macam reaksi kimia yang terjadi di dalam air (Karim, 2007). Air limbah penatu cenderung memiliki kadar pH asam, kondisi pH asam ini maka akan melepaskan polutan yang mudah menguap. Hal ini mengakibatkan air limbah penatu mengeluarkan aroma yang tidak sedap (Fatha, 2007).

## 2.7 Fosfat

Fosfat yang berasal dari air limbah penatu berasal dari surfaktan. Keberadaan kadar fosfat yang cukup tinggi dalam suatu perairan maka akan memicu terjadinya eutrofikasi. Eutrofikasi merupakan pertumbuhan tanaman air dan zooplankton dalam suatu badan perairan sehingga mengakibatkan air menjadi keruh dan bau. Aroma bau berasal dari pembusukan tanaman (Saputra, 2018; Widiyanti, 2011).

Fosfat merupakan pengkayaan nutrisi yang cukup dibutuhkan oleh tanaman dalam proses perkembangan dan pertumbuhannya. Fosfat sebenarnya ditemukan secara melimpah didalam tanah, akan tetapi dengan jumlah 95-99 % dengan keadaan fosfat sulit terbaaur sehingga sulit untuk dipergunakan oleh tanaman-tanaman (Raharjo, dkk., 2007; Vassileva, dkk., 1998).

Fosfor merupakan unsur penting bagi kehidupan mikroba namun kontribusinya di alam sangat terbatas karena dari segi sudut pandang ekologi, fosfor berperan penting dalam metabolisme energi pada semua makhluk hidup air, umumnya lebih besar dibandingkan didalam batuan, tanah dan air. Di dalam air, fosfor tidak ditemukan sebagai unsur bebas tetapi sebagai senyawa anorganik terlarut berupa *Ortofosfat*, seperti  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , *Trinatrium Fosfat*  $\text{Na}_2\text{PO}_4$ , dan *Polifosfat* seperti *Heksametafosfat*  $\text{Na}_2(\text{PO}_4)_6$  dan senyawa butiran organik. Fosfat ( $\text{PO}_4$ ) merupakan salah satu bentuk fosfor yang dapat diserap oleh tanaman, sehingga polifosfat harus dipecah terlebih dahulu agar dapat digunakan oleh tanaman maupun mikroba. Sumber alami fosfat berasal dari endapan gunung yang dalam proses erosi memungkinkan pelepasan fosfat dalam bentuk organik. Fosfor dibedakan dengan dua rupa senyawa organik fosfat (tanaman dan fauna) lalu anorganik fosfat (dalam air dan tanah). Fosfor juga merupakan satu bagian terpenting bagi tanaman air dan ganggang dan mengganggu produktivitas air. Di dalam air, bentuk unsur dapat berubah karena pembusukan dan hasil baru antara bentuk organik dan anorganik yang dilakukan oleh mikroorganisme. Keberadaan fosfor dalam air alami umumnya cukup rendah, dibandingkan dengan sumber nitrogen dalam air. Fosfat organik yang berasal dari flora dan fauna akan diurai oleh bakteri menjadi senyawa fosfat anorganik (Latuconsina, 2019).

Fosfat ( $PO_4$ ) pada limbah penatu berasal dari deterjen yang dipergunakan pada proses pembersihan. Senyawa fosfat adalah bagian dari bahan-bahan penyusun deterjen yang kegunaannya sebagai deterjen untuk menghilangkan noda pada saat proses pencucian pakaian. Kadar fosfat yang tinggi melebihi baku mutu dan berkesinambungan ada di badan air mempengaruhi terjadinya eutrofikasi. Eutrofikasi adalah dimana keadaan suatu badan air menjadi pengkayaan nutrisi terlarut sehingga mendorong pertumbuhan alga air dan mencegah sinar matahari masuk ke dalam air. Eutrofikasi mencegah proses fotosintesis tanaman pada tanaman-tanaman air. Eutrofikasi yang terus berlanjut, maka akan terjadi ledakan populasi alga yang menyebabkan penekanan kadar oksigen terlarut di dalam air, yang pada akhirnya menunggangi kapasitas dari badan air bagi biota-biota air dan menyuramkan daripada kualitas air sungai tersebut. Timbul efek buruk yang dihasilkan yaitu matinya makhluk air yang ada di perairan tersebut. Efek lain yang dihasilkan limbah deterjen dari usaha penatu juga berdampak buruk bagi kesehatan yaitu dapat menyebabkan diare, penyakit kulit, kurap dan kudis karena iritasi, gatal-gatal, merusak lingkungan, pencemaran terhadap tanah, mencemari sumber air dan merusak ekosistem lingkungan. (Nunung Nurhayati, 2013)

Eddy Wiyanto, (2014) Mengemukakan bahwa elektrokoagulasi merupakan sesuatu proses koagulasi atau koagulasi yang menggunakan energi kelistrikan melalui tahap penguraian elektrolit untuk mereduksi ion-ion logam dan ion-ion dalam air. Pada prinsipnya elektrokoagulasi adalah tahap reduksi oksidasi (*redoks*). Pendapat yang sama dikemukakan oleh (Nandar Suwanto, 2017) menjelaskan bahwa elektrokoagulasi adalah teknologi yang menggunakan sel elektrokimia untuk menguraikan polutan yang terkandung dalam air limbah.

Penurunan kadar fosfat ( $PO_4$ ) akibat elektrokoagulasi diakibatkan karena terjadinya tahapan reduksi oksidasi dalam reaktor elektrokoagulasi tersebut. Tahapan elektroda terbentuklah oksigen dan air yang akan mempengaruhi reduksi fosfat ( $PO_4$ ). Pengurangan kadar fosfat ( $PO_4$ ) diakibatkan karena adanya endapan bisa membentuk dari ion-ion senyawa organik dengan ion koagulan positif. Molekul-molekul pada air limbah penatu akan berubah fisik menjadi flokulasi, partikel koloid pada limbah berhubungan dengan partikel atau senyawa lain pada

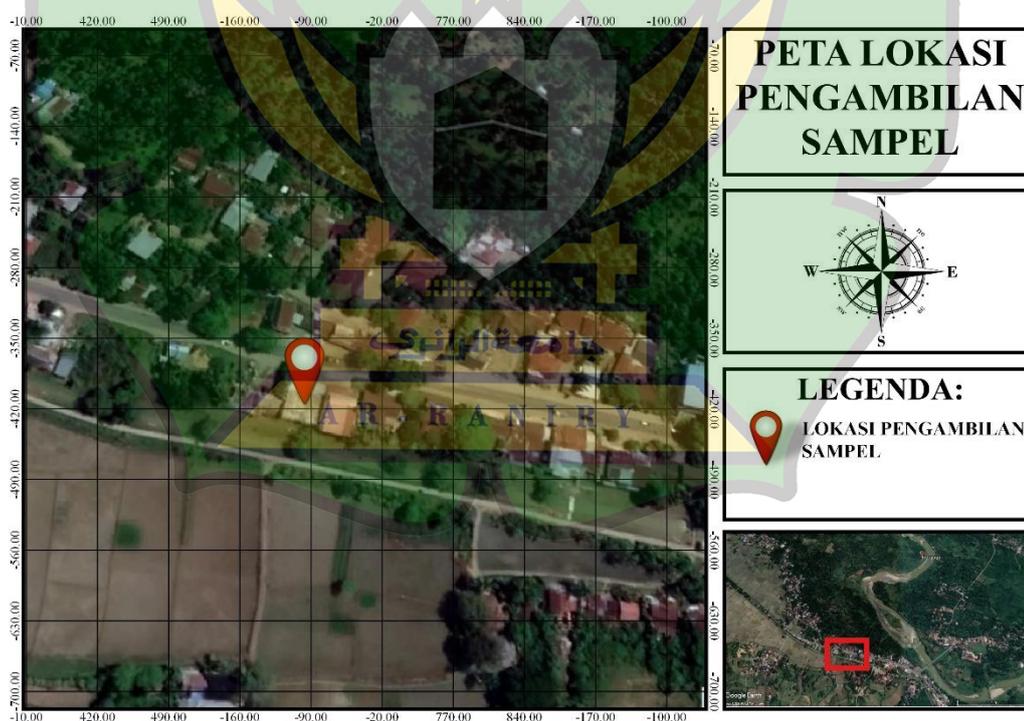
limbah tersebut misalnya koloid  $\text{Al}(\text{OH})_2$  bermuatan positif ketika permukaan menjadi terikat ion  $\text{H}^+$ .



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan untuk memberikan gambaran awal mengenai tahap-tahap secara eksperimental yaitu peneliti melakukan uji eksperimen pada tahap pengolahan limbah cair penatu dari salah satu usaha penatu milik masyarakat di Indrapuri, Kabupaten Aceh Besar. Pengambilan sampel yang dipergunakan pada penelitian ini adalah air limbah penatu sebenarnya. Tanaman dipergunakan dalam penelitian ini yaitu tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar COD, pH dan Fosfat menggunakan tanaman rumput gajah.



**Gambar 3. 1** Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah Penatu

### 3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini meliputi pengamatan di lapangan dan pengujian dilaksanakan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Waktu penelitian akan dilaksanakan selama satu bulan pada bulan Desember 2021 hingga Januari Tahun 2022 dan dilanjutkan dengan pengolahan data, penyusunan data dan penyusunan laporan. Sedangkan untuk pengujian sampel tersebut dilakukan di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh dan Laboratorium Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

### 3.3 Tahap Uji Daya Hidup

Pada tahap awal wadah diisi dengan air limbah penatu sebanyak 20 liter menggunakan wadah *box* plastik dengan dimensi panjang 54 cm × lebar 40 cm × tinggi 28 cm dan dilubangi dengan jarak 10 cm, kemudian rumput gajah dipotong dengan tinggi tanaman sekitar 60 cm dan ditanam pada lubang platform yang berfungsi untuk tempat rumput gajah sebagai platform mengambang untuk mendukung tanaman rumput gajah sebagai sistem hidroponik (Gambar 3.2). Rumput gajah diletakkan dalam wadah *box* plastik yang sudah diisi air limbah selama 1 minggu untuk memungkinkan rumput gajah beradaptasi di lingkungan yang baru.





*Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022*

**Gambar 3. 2** Tahap uji daya hidup rumput gajah

### **3.3.1 Tahap Perlakuan**

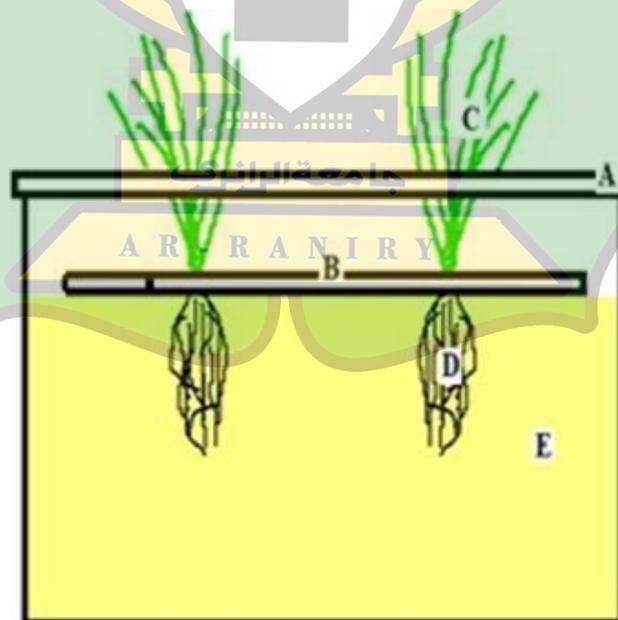
Tahap berikutnya setelah 1 minggu uji daya hidup, rumput gajah diambil dan dibersihkan kemudian rumput gajah dipotong dengan tinggi tanaman sekitar 60 cm. Lembar styrofoam dengan dimensi panjang 50 cm × lebar 36 cm × tebal 3 cm dilubangi dan pada salah satu sisi dipotong secara diagonal sebagai tempat untuk mengambil sampel. Wadah perlakuan disiapkan dan diletakkan di halaman terbuka, kemudian diisi dengan air limbah penatu sebanyak 20 liter untuk masing-masing taraf perlakuan. Rumput gajah ditanam pada lubang platform dan diletakkan diatas limbah cair penatu dalam wadah perlakuan dengan akar yang terendam dalam limbah (Gambar 3.3). Percobaan dilakukan dengan kondisi aerobik selama 9 hari, dimana pengamatan dievaluasi dengan parameter pengukuran. Pengambilan sampel untuk analisa ini dilakukan sebanyak 3 kali selama 9 hari yaitu pada hari ke 3, 6 dan 9. Metode fitoremediasi akan dilaksanakan dengan mengamati pengaruh jumlah tanaman dan waktu yang dibutuhkan. Rangkaian terdiri dari dua wadah yaitu wadah yang sudah diisi air limbah penatu di tanam rumput gajah sebanyak 4 rumput dan 8 rumput sebagai perbandingan dari kedua wadah.



*Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2022*

**Gambar 3. 3** Tahap perlakuan rumput gajah

Desain peralatan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



**Gambar 3. 4** Desain peralatan penelitian

Keterangan

A = Bak perlakuan

B = Platform yang terbuat dari Styrofoam

C = Rumput Gajah

D = Akar rumput gajah

E = Limbah cair penatu

### 3.4 Alat dan Bahan

#### 3.4.1 Alat

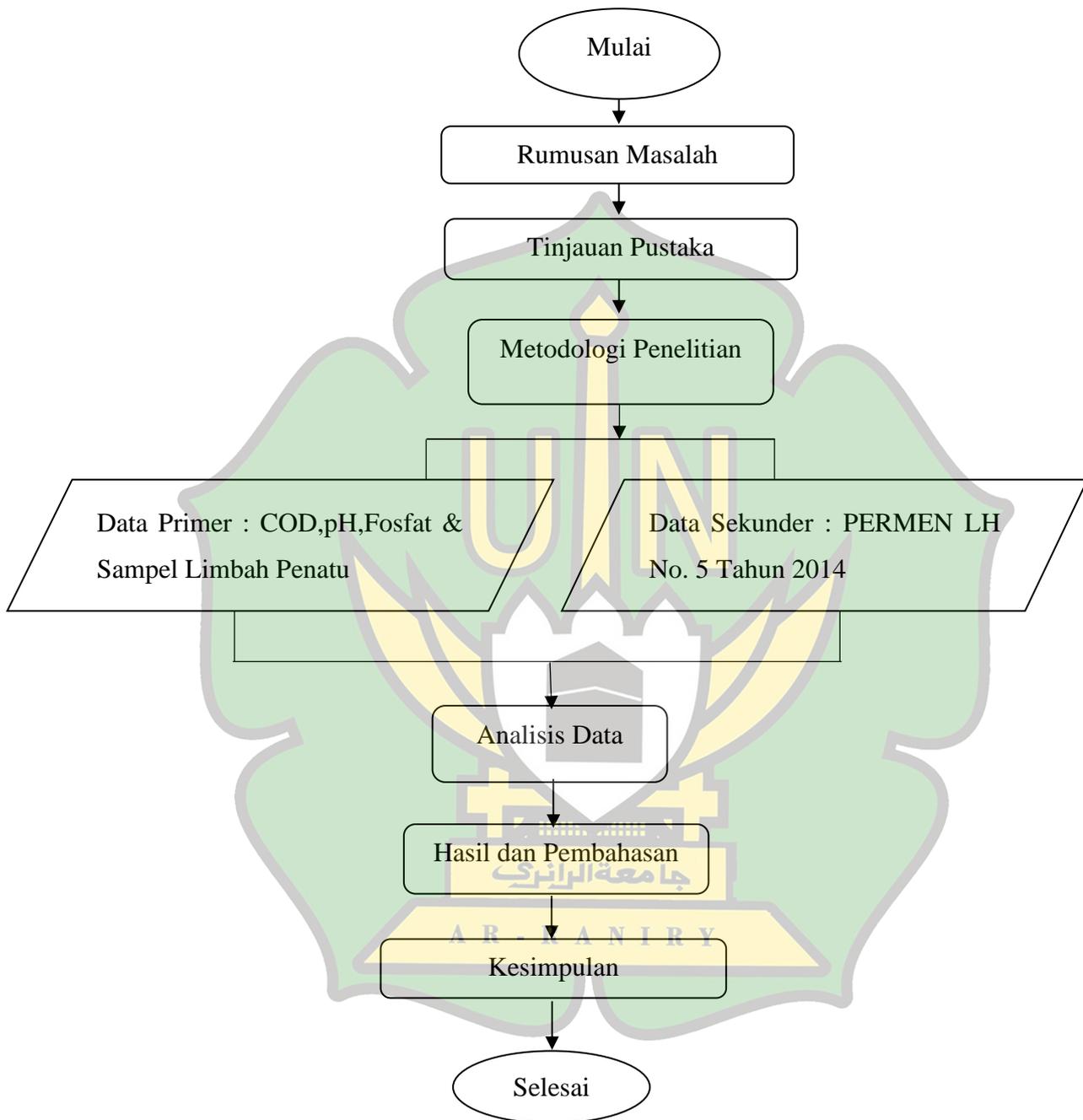
- a. Jerigen
- b. Wadah *box* plastik
- c. Styrofoam

#### 3.4.2 Bahan

- a. Air limbah cair penatu
- b. Tanaman *Pennisetum purpureum*



### 3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian

### 3.6 Pengukuran Sampel Uji

#### 3.6.1 Pengukuran Fosfat

1. Dipipetkan 100 ml contoh percobaan dengan cara duplet dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer.
2. Ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalein. Apabila berubah menjadi warna menjadi merah muda, ditingkatkan lagi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N hingga warnanya hilang.
3. Ditingkatkan 8 ml larutan campuran dan dihomogenkan.
4. Lalu masukkan dalam kuvet pada alat spektrofotometer, ditulis serapannya pada panjang gelombang 880 nm dengan jangka waktu antara 10 menit sampai 30 menit (SNI 06-6989.31-2005)

#### 3.6.2 Pengukuran COD

1. Sampel uji dipipet 2,5 mL lalu ditingkatkan 1,5 mL larutan baku  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , kemudian ditingkatkan 3,5 mL reaksi larutan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ) ke dalam tabung.
2. Tabung ditutup kemudian dikocok sampai homogen.
3. Tabung diletakkan pada *heating block* yang telah dipanaskan dengan suhu  $150^\circ\text{C}$ , lalu *digestion* dilakukan selama 2 jam.
4. Sampel uji yang direfluks lalu didinginkan sampai suhu ruang stabil. Tutup sampel uji dan buka perlahan untuk mencegah adanya tekanan gas.
5. Sampel uji dipindahkan dari tabung ke dalam erlenmeyer untuk dititrasi.
6. Indikator ferroin ditambahkan 1-2 tetes ke dalam erlenmeyer dan dititrasi dengan larutan baku FAS 0,05 M sampai berubah warna yang jelas dari hijau-biru menjadi coklat kemerahan.
7. Dilaksanakan proses pengerjaan sampel terhadap akuades sebagai blanko dan ditulis besaran volume larutan FAS.
8. Dilaksanakan proses pengerjaan sampel terhadap larutan KHP ditulis besaran volume larutan FAS yang digunakan (SNI 06-6989.73-2019)

### 3.6.3 Pengukuran pH

1. Dibilaskan elektroda menggunakan *aquadest*.
2. Dikeringkan elektroda menggunakan tisu.
3. Dimasukkan elektroda ke dalam sampel uji.
4. Dichelupkan elektroda dan dicatat hasilnya (SNI 06-6989.11-2004)

### 3.7 Analisis Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan melakukan tahapan pemeriksaan di Laboratorium, dilakukan pengamatan, lalu pengukuran serta pengumpulan data sekunder dengan tujuan sebagai bentuk pendukung pelaksanaan penelitian ini yaitu air limbah penatu yang sesuai dengan standar baku mutu. Parameter uji yang akan dianalisis pada tahap penelitian ini yaitu parameter pH yang dianalisis di Laboratorium Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Sedangkan untuk parameter COD dan Fosfat dilakukan analisis di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

Analisis data bertujuan untuk memberikan makna, arti dan nilai yang dicantumkan didalam data yang sudah didapatkan dari hasil eksperimen. Hal ini berlandaskan pemahaman bahwasannya dilakukannya penganalisisan data inilah yang akan didapatkan oleh peneliti mampu kedepannya diaplikasikan dengan menjadikan hasil tersebut sesuai dengan kaidah-kaidah ilmu pengetahuan yang ilmiah. Ada banyak cara dalam menganalisis suatu data yang ingin diperoleh. Akan tetapi yang paling sering digunakan oleh para peneliti dalam menganalisis data adalah sering menggunakan teknik analisis data statistik menggunakan aplikasi *software SPSS (Statistical Products and Solution Services)*.

### 3.8 Perhitungan persentase penurunan pencemar

Menurut Budijino (2014), untuk mengetahui efektivitas dan persentase penurunan pencemar oleh tanaman ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$EP = \frac{C(in) - C(out)}{C(in)} \times 100\%$$

dengan  $EP$  adalah nilai efektifitas penurunan dan peningkatan bahan pencemar,  $C_{in}$  adalah konsentrasi pencemar sebelum diolah dan  $C_{out}$  adalah konsentrasi pencemar setelah di olah



## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Eksperimen

Hasil pengujian sampel air limbah penatu dengan parameter pH, COD dan Fosfat sebelum dilakukan tahap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.1 sedangkan pengujian sampel setelah dilakukan tahap perlakuan ditunjukkan pada Tabel 4.2.

**Tabel 4. 1** Hasil pengujian parameter air limbah penatu sebelum dilakukan perlakuan.

| No | Parameter     | Hasil Pengujian | Baku Mutu | Keterangan*           |
|----|---------------|-----------------|-----------|-----------------------|
| 1  | pH            | 9,80            | 6-9       | Tidak memenuhi syarat |
| 2  | COD (mg/L)    | 1.225           | 180       | Tidak memenuhi syarat |
| 3  | Fosfat (mg/L) | 27, 14          | 2         | Tidak memenuhi syarat |

\*(Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor: 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Penatu)

**Tabel 4. 2** Hasil pengukuran parameter.

| Jumlah Tanaman | Hari | pH   | COD (mg/L) | Fosfat (mg/L) |
|----------------|------|------|------------|---------------|
| 4              | 0    | 9,80 | 1,225      | 27,14         |
|                | 3    | 7,60 | 630,25     | 5,26          |
|                | 6    | 7,70 | 602,95     | 2,98          |
|                | 9    | 7,80 | 605,59     | 0,61          |
| 8              | 3    | 7,50 | 707,33     | 4,89          |
|                | 6    | 7,50 | 677,82     | 2,99          |
|                | 9    | 7,50 | 688,39     | 1,53          |

**Tabel 4. 3** Nilai efektivitas parameter pencemar pada hari kesembilan

| Jumlah Tanaman | pH     |        | Nilai Efektivitas (%) |
|----------------|--------|--------|-----------------------|
|                | Hari 0 | Hari 9 |                       |
| 4              | 9,80   | 7,80   | 20,40                 |
| 8              | 9,80   | 7,50   | 23,46                 |

| Jumlah Tanaman | COD (mg/L) |        | Nilai Efektivitas (%) |
|----------------|------------|--------|-----------------------|
|                | Hari 0     | Hari 9 |                       |
| 4              | 1.225      | 605,59 | 50,56                 |
| 8              | 1.225      | 688,39 | 43,80                 |

| Jumlah Tanaman | Fosfat (mg/L) |        | Nilai Efektivitas (%) |
|----------------|---------------|--------|-----------------------|
|                | Hari 0        | Hari 9 |                       |
| 4              | 27,14         | 0,61   | 97,73                 |
| 8              | 27,14         | 1,53   | 94,36                 |

Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa parameter pH pada air limbah penatu yang berada di Jalan Banda Aceh – Medan Km. 24,5 Gampong Reukih Dayah, Kecamatan Indrapuri, Kabupaten Aceh Besar tidak memenuhi syarat baku mutu. Sedangkan untuk parameter COD dan Fosfat sudah melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor: 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Penatu.

Hasil dari eksperimen ini menunjukkan bahwa air limbah penatu yang digunakan mempunyai kandungan COD sebesar 1.225 mg/L, kandungan parameter Fosfat sebesar 27,14 mg/L dan Nilai pH sebesar 9,80 seperti yang diperlihatkan pada Tabel 4.2. Tabel 4.2 juga memperlihatkan hasil-hasil dari eksperimen. Berdasarkan data yang telah disajikan pada tabel tersebut terlihat mengalami perubahan dibandingkan dengan sebelum diberi perlakuan.

Hasil pengukuran sesudah dilakukan perlakuan menunjukkan COD dan Fosfat telah mengalami penurunan yang cukup signifikan setelah dilakukan perlakuan hingga pada hari kesembilan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3. Persentase penurunan COD setelah dilakukan perlakuan pada hari kesembilan untuk masing-masing 4 tanaman dan 8 tanaman adalah 50,56% dan 43,80%. Sedangkan untuk penurunan Fosfat setelah dilakukan perlakuan pada hari kesembilan untuk masing-masing 4 tanaman dan 8 tanaman adalah 97,73% dan 94,36%. Sementara itu, hasil pengukuran pH menunjukkan bahwa pH terus mengalami penurunan sampai pada hari kesembilan pada masing-masing jumlah tanaman dan perlakuan. Untuk 4 tanaman sebesar 7,80 atau 20,40% dan untuk 8 tanaman sebesar 7,50 atau 23,46%.

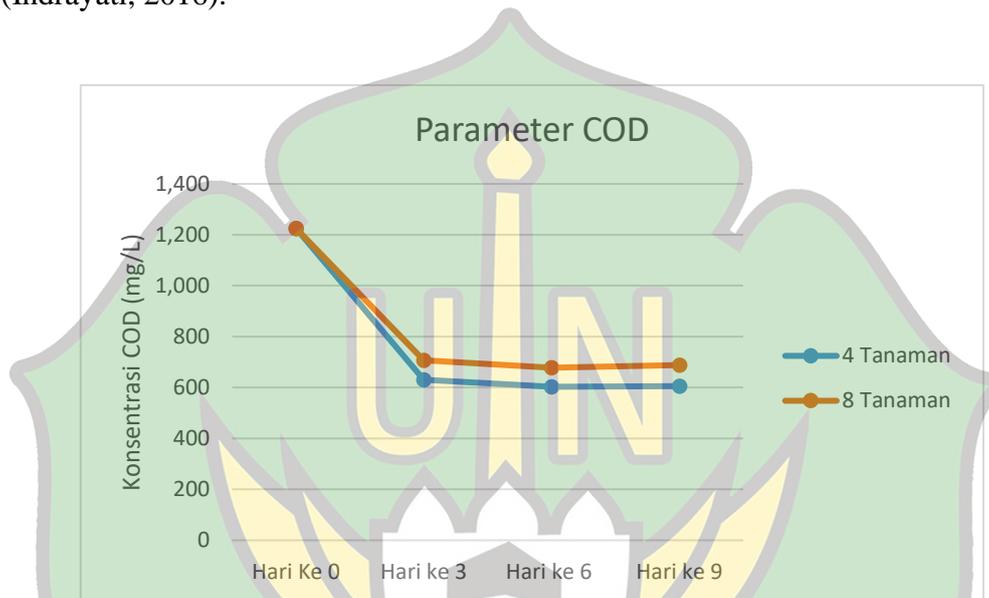
## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Parameter COD

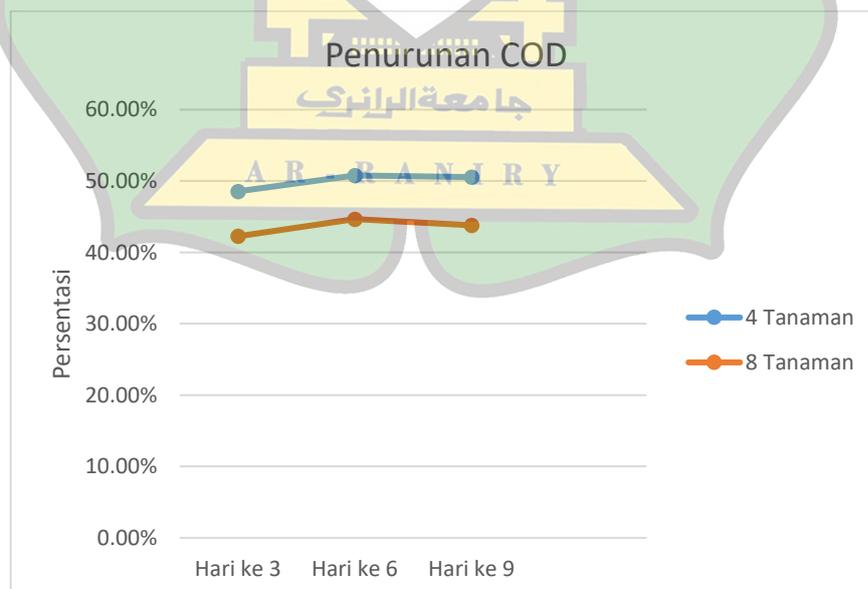
Berdasarkan *output* penelitian yang sudah dilaksanakan, kandungan COD berdasarkan hari ke hari dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2. Penurunan COD yang paling signifikan terjadi pada hari ketiga. Hal ini dapat terindikasikan bahwa bahan organik yang terkandung dalam air limbah penatu sebagian besar bahan organik yang dapat terdegradasi secara biologis (*biodegradable*). Selain itu, terjadi penurunan drastis pada tingkat polusi pada air limbah penatu yang dipengaruhi daya serap akar tanaman yang menjadikan polutan tersebut sebagai unsur hara. Sementara itu, sistem perakaran tanaman *Pennisetum purpureum* adalah akar serabut, panjang dan menjalar sehingga sangat efektif dalam memperlebar kawasan lokasi mikroorganisme untuk hinggap. Pada proses fitoremediasi, tanaman memanfaatkan zat-zat kimia yang terdapat didalam air limbah penatu sebagai tambahan nutrisi untuk keberlangsungan hidupnya, hal ini juga yang menunjukkan penurunan kandungan COD pada air limbah (Padmaningrum dkk., 2014).

Sedangkan peningkatan parameter COD hal ini ditimbulkan lantaran kandungan bahan organik yang tinggi sebagai akibatnya mengakibatkan mikroorganisme mengalami titik jenuh dan terjadilah kematian sehingga materi organik susah untuk diurai yang diperlihatkan dengan peningkatan nilai COD

(Mustami, 2015). Peningkatan nilai COD berpengaruh dengan adanya waktu tinggal. Waktu tinggal adalah lamanya waktu kontak antara tanaman dengan air limbah penatu pada metode fitoremediasi, ditimbulkan lantaran semakin lamanya waktu tinggal maka akan semakin besar tersisihnya COD begitu juga sebaliknya apabila waktu tinggal semakin pendek maka penyisihan tersebut kurang maksimal (Indrayati, 2016).



**Gambar 4.1** Grafik penurunan COD terhadap standar baku mutu



**Gambar 4.2** Grafik persentase penurunan COD terhadap standar baku mutu

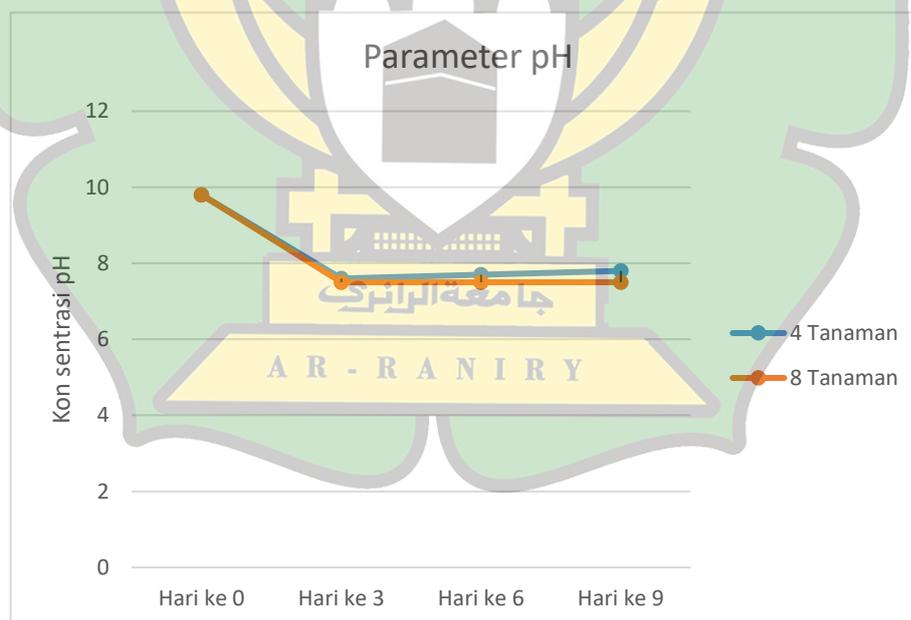
Meningkatnya COD dapat disebabkan karena adanya beberapa akar tumbuhan tersebut telah menutupi badan air mengakibatkan organisme yang lain tidak sanggup berfotosintesis. Tanaman darat yang dipakai menjadi tanaman uji merupakan tanaman darat yang dapat terapung sehingga oksigen yang diproduksi untuk berfotosintesis akan ke udara atmosfer. Ada pula beberapa biomassa dari tanaman darat terapung tersebut mengalami kematian yang mengakibatkan peningkatan bahan organik perairan (Indriatmoko, 2018). Dimana dalam penelitian ini hasil paling optimum dalam menurunkan kadar COD dari 1.225 mg/L turun pada hari ketiga sebesar 630,25 mg/L, dengan persen penurunan pada hari ketiga yaitu 48,55% untuk 4 tanaman sedangkan untuk 8 tanaman turun pada hari ketiga sebesar 707,33 mg/L, dengan persen penurunan pada hari ketiga yaitu 42,25%. Seterusnya terhadap perlakuan hingga hari kesembilan penurunan kadar COD tidak terlalu mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena tumbuhan mengalami kejenuhan dalam menurunkan pencemar sehingga semakin hari akan mengakibatkan daya serap yang dihasilkan semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa panjang akar dan jumlah tanaman *Pennisetum purpureum* memberikan pengaruh pada proses penyisihan COD terhadap air limbah penatu.

#### **4.2.2 Parameter pH**

Berdasarkan hasil dari penelitian yang sudah dilaksanakan, nilai pH masing-masing sehabis dilakukannya perlakuan dapat dilihat pada Gambar 4.3. Nilai pH mengalami tahap penurunan terhadap perlakuan yang sudah dilaksanakan. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor: 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Penatu, pH air limbah penatu yang diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan yaitu 6-9, sebagai akibatnya nilai pH masih didalam baku mutu. Menurunnya pH ditimbulkan oleh beberapa faktor seperti media tanam, proses fotosintesis dan respirasi, maupun bakteri (Pancawati, 2016). Menurunnya kadar parameter pH biasanya dikarenakan pada proses pengolahan limbah terjadinya proses yang menghasilkan zat asam sehingga dapat menurunkan nilai pH, seperti pada proses biofilter anaerob dikarenakan terjadinya

pemecahan senyawa kompleks yang salah satunya akan menghasilkan hidrogen sulfida (Sulistia, 2019).

Hasil eksperimen pada penelitian ini dipakai buat mengetahui keterkaitan antara hari, jumlah tanaman menggunakan parameter pH. Dilihat pada Gambar 4.3 pH mengalami penurunan terkecil pada perlakuan 8 tanaman yaitu 7,50. Penurunan pH oleh masing-masing 4 tanaman dan 8 tanaman ditimbulkan karena terserapnya unsur-unsur pada air limbah penatu kedalam akar tanaman *Pennisetum purpureum* pada jumlah banyak. Umumnya pH air ditentukan oleh konsentrasi CO<sub>2</sub> bebas. Fitoplankton dan tanaman air lainnya akan mengambil CO<sub>2</sub> dari air selama proses fotosintesis sebagai akibatnya menyebabkan pH air meningkat pada waktu siang hari dan menurun pada waktu malam hari (Cholik dkk, 1991). Perbaikan nilai pH air limbah penatu pada tahap perlakuan disebabkan karena kemampuan pada masing-masing jumlah tanaman dalam menyerap unsur-unsur kimia baik organik dan juga anorganik melalui proses kimiawi oleh faktor lingkungan.



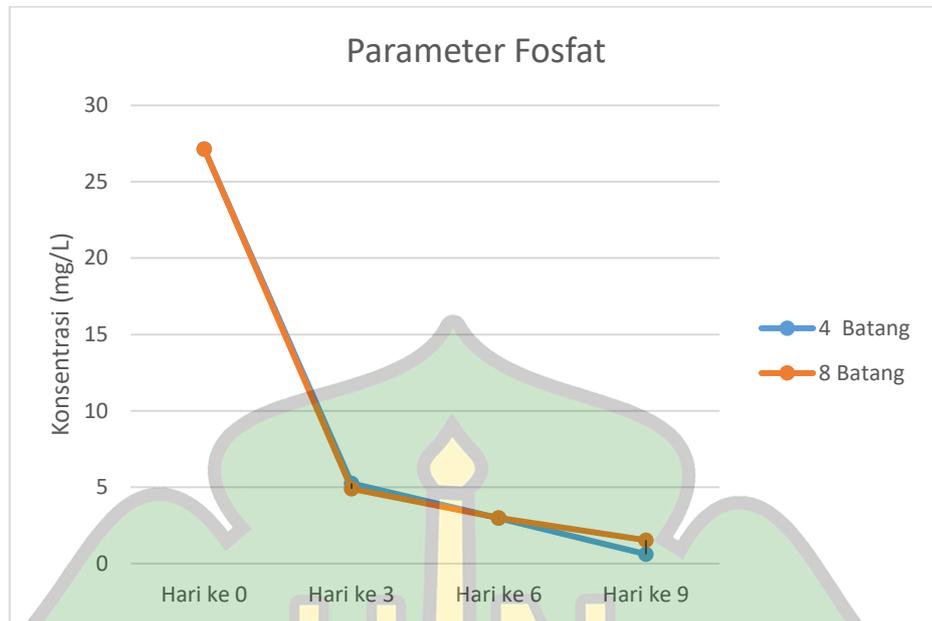
**Gambar 4.3** Grafik penurunan pH terhadap standar baku mutu

Perubahan dalam nilai pH ini dikarenakan adanya proses fotosintesis lantaran pH berkaitan menggunakan Karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) lantaran nilai pH ini ditimbulkan karena tumbuhan mengeluarkan  $\text{CO}_2$  menjadi *output* samping respirasi dalam waktu malam hari yang menyebabkan berkurangnya ion  $\text{H}^+$  sebagai akibatnya air limbah penatu lebih bersifat basa. Semakin usang konsentrasi BOD dan COD semakin menurun dan mendekati stabil, maka pH menjadi turun dan mendekati netral. Kenaikan pH ditimbulkan karena adanya proses fotosintesis, denitrifikasi, pemecahan nitrogen organik dan reduksi sulfat (Kholidiyah, 2010).

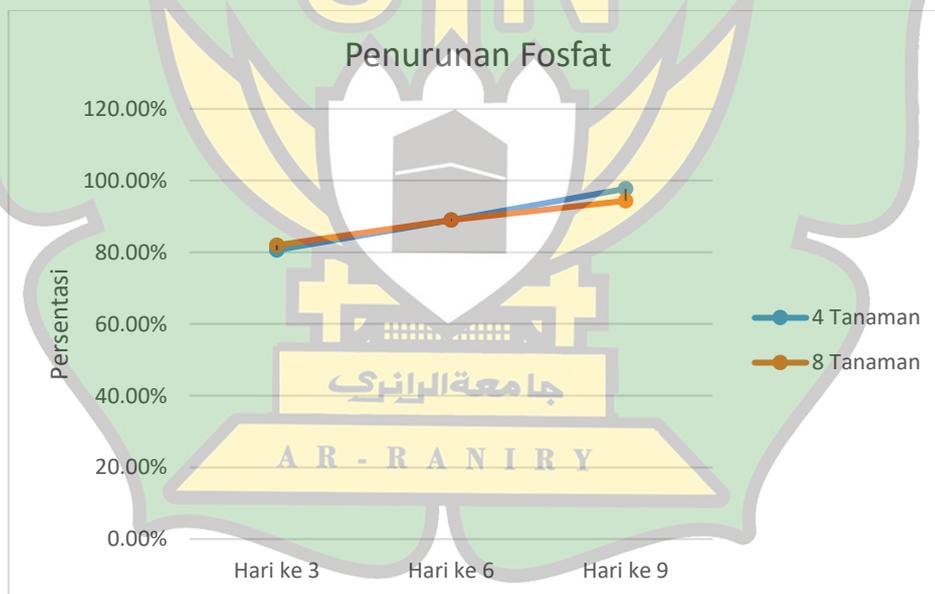
#### 4.3.3 Parameter Fosfat

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, kandungan fosfat dari hari ke hari dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6. Setelah dilakukan tahap perlakuan, pada hari ketiga fosfat mengalami penurunan kadar yang sangat signifikan. Untuk perlakuan menggunakan 4 tanaman, kandungan fosfat mengalami penurunan pada hari kesembilan. Begitu juga dengan tahap perlakuan menggunakan 8 tanaman mengalami penurunan kandungan fosfat pada hari kesembilan.

Penurunan kadar fosfat pada masing-masing jumlah tanaman menunjukkan hasil yang berbeda. Penyisihan fosfat mulai terjadi pada perlakuan hari ketiga sampai hari kesembilan pada 4 tanaman dan 8 tanaman. Waktu kontak antara tanaman dan air limbah pada penurunan fosfat adalah sembilan hari.



**Gambar 4.4** Grafik penurunan fosfat terhadap standar baku mutu



**Gambar 4.5** Grafik persentase penurunan fosfat terhadap standar baku mutu

Fosfat merupakan unsur-unsur didalam batuan beku (apatit) atau sedimen dengan kandungan fosfor ekonomis. Misalnya sumber fosfat yang besar berasal dari deterjen. Fosfat yang berada didalam air limbah dalam bentuk organik sebagai *orthophospat* anorganik atau sebagai fosfat-fosfat yang kompleks. Setelah dilakukan pengambilan sampel dan uji laboratorium, sehingga didapatkan grafik yang akan disajikan pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6. Pada Gambar 4.5 terjadi fluktuasi pada kadar fosfat setelah dilakukan perlakuan pada hari ketiga terjadinya penurunan cukup signifikan. Penurunan kadar fosfat dengan menggunakan 4 tanaman setelah perlakuan turun hingga 97,73% dibandingkan sebelum dilakukan perlakuan. Sedangkan untuk perlakuan yang dilakukan menggunakan 8 tanaman setelah perlakuan turun hingga 94,36% dibandingkan sebelum dilakukan perlakuan.

Hal ini dikarenakan bahwa kebutuhan nutrisi yang besar untuk mendukung pertumbuhan semua tanaman didalam satu reaktor wadah. Ion fosfat merupakan sumber nutrisi bagi tanaman. Dalam penelitian ini, ion fosfat diserap oleh akar tanaman *Pennisetum purpureum* sebagai nutrisi bagi tanaman sehingga semakin lama tanaman hidup dalam media limbah semakin rendah pula konsentrasi fosfat dalam limbah tersebut (Padmaningrum dkk, 2014).

Apabila dilihat dari waktu terbaik untuk memenuhi baku mutu air limbah penatu, waktu tinggal dihari kesembilan pada perlakuan setiap wadah yang berisi 4 tanaman dan 8 tanaman sudah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan. Dengan penurunan kadar fosfat di hari kesembilan sebesar 0,61 mg/L untuk 4 tanaman sedangkan penurunan kadar fosfat untuk 8 tanaman sebesar 1,53 mg/L.

**Tabel 4. 4** Hasil Analisis Data Pengaruh Jumlah Tanaman terhadap COD pada Tanaman Rumput Gajah

**ANOVA<sup>a</sup>**

| Model |            | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig.              |
|-------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| 1     | Regression | 16.092         | 2  | 8.046       | 53.684 | .004 <sup>b</sup> |
|       | Residual   | .450           | 3  | .150        |        |                   |
|       | Total      | 16.542         | 5  |             |        |                   |

a. Dependent Variable: Fosfat

b. Predictors: (Constant), Hari, Jumlah Tanaman

**Tabel 4. 5** Hasil Analisis Data Pengaruh Jumlah Tanaman terhadap pH pada Tanaman Rumpun Gajah

**ANOVA<sup>a</sup>**

| Model |            | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig.              |
|-------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| 1     | Regression | 9659.834       | 2  | 4829.917    | 34.068 | .009 <sup>b</sup> |
|       | Residual   | 425.315        | 3  | 141.772     |        |                   |
|       | Total      | 10085.148      | 5  |             |        |                   |

a. Dependent Variable: COD

b. Predictors: (Constant), Hari, Jumlah Tanaman

**Tabel 4. 6** Hasil Analisis Data Pengaruh Jumlah Tanaman terhadap Fosfat pada Tanaman Rumpun Gajah

**ANOVA<sup>a</sup>**

| Model |            | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig.              |
|-------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| 1     | Regression | .070           | 2  | .035        | 10.500 | .044 <sup>b</sup> |
|       | Residual   | .010           | 3  | .003        |        |                   |
|       | Total      | .080           | 5  |             |        |                   |

a. Dependent Variable: pH

b. Predictors: (Constant), Hari, Jumlah Tanaman

Penelitian ini merupakan investigasi pertama untuk menyelidiki pengaruh jumlah tanaman atau kerapatan tanaman pada remediasi air limbah penatu menggunakan akar tanaman. Hasil ini menunjukkan bahwa kerapatan tanaman dalam meremediasi perlu dipertimbangkan dan berpengaruh pada keefektifan pengurangan parameter-parameter fisika. Tanaman *Pennisetum purpureum* ini memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan, karena merupakan tanaman yang mudah beradaptasi dan mampu hidup di lingkungan bahkan dengan iklim yang tidak stabil sekalipun. Berdasarkan hasil-hasil yang sudah diperoleh, direkomendasikan untuk menggunakan tanaman tersebut sampai pada remediasi hari ketiga dengan kerapatan tanaman 4 tanaman. Investigasi selanjutnya juga dipergunakan pada model dan rancangan implementasi dalam meremediasi air limbah penatu dengan menggunakan tanaman *Pennisetum purpureum*. Selain itu, investigasi selanjutnya dapat diarahkan pada perawatan tanaman agar dapat dipergunakan lebih lama dan kemampuannya tidak menurun.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penulisan Tugas Akhir berikut ini :

1. Tanaman *Pennisetum purpureum* efektif menurunkan kadar pH sebesar 7,50 atau 23,46% ; efektif menurunkan COD sebesar 50,56% dan Fosfat sebesar 97,73%.
2. Perlakuan yang dilakukan menggunakan 4 jenis tanaman lebih efektif dan efisien dalam menurunkan kadar pH, COD dan Fosfat dibandingkan dengan menggunakan 8 jenis tanaman.
3. Konsentrasi limbah berpengaruh sangat nyata terhadap kemampuan tanaman *Pennisetum purpureum* dalam meningkatkan mutu air limbah penatu.

#### 5.2 Saran

Adapun saran dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan waktu tinggal yang lebih lama agar tanaman *Pennisetum purpureum* mampu menurunkan lebih banyak kadar COD yang terdapat dalam air limbah penatu.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan variasi jumlah tanaman *Pennisetum purpureum* lebih banyak dari penelitian sebelumnya.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut dalam penurunan kadar parameter lainnya yang ada dalam standar baku air limbah penatu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Addy, K., Green, L. and Herron, E. (2004). *pH and Alkalinity*. Kingston: University of Rhode Island.
- Ambriyanto K.S, (2010). *Isolasi dan karakteristik bakteri aerob pendegradasi selulosa dari serasah daun rumput gajah (*Pennisetum purpureum*)*. Skripsi. ITS Surabaya.
- Budi, S.S. (2006). *Penurunan Fosfat dengan Penambahan Kapur (Lime), Tawas dan Filtrasi Zeolit pada Limbah Cair (Studi Kasus RS Bethesda Yogyakarta)*. Tesis Magister. UNDIP. Semarang.
- Budiany Rachmawati, Yayok Surya P dan Mohamad Mirwan. (2014). *Proses Elektrokoagulasi Pengolahan Limbah Laundry*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan. 16(1): 15 – 22 (online) <http://eprints.upnjatim.ac.id/> Diakses 2 Desember 2017.
- Budijono, B., & Hasbi, M. (2014). *Remediation of TSS and Ammonia in the Rubber Liquid Waste by the Filter Media and the Water Plants (*Limnnocharis flava*, *Echinodorus palaefolius*) For Live Fish Media*. Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, 1(2), 1-11.
- Cholik, F.A., Wiyono dan R. Arifudin. (1991). *Pengelolaan kualitas air kolam ikan*. INFISMANUALSENI 16:1-9.
- Dewi, F., M. Faisal, & Mariana. (2015). *Efisiensi Penyerapan Phospat Limbah Laundry Menggunakan Kangung Air (*Ipomea Aquatic Forsk*) dan Jeringau (*Acorus Calamus*)*. Jurnal Teknik Kimia USU, 4(1), 7–10.
- Estuningsih, S. P., Juswardi, Yudono, B., & Yulianti, R. (2013). *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung: Potensi Tanaman Rumput Sebagai Agen Fitoremediasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi*. Universitas Lampung.
- Fatha, A. (2007). *Pemanfaatan zeolit aktif untuk menurunkan BOD dan COD limbah cair tahu*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

- Hera. (2003). *Sodium Tripolyphosphate*. Human & Environmental Risk Assessment on Ingredients of European Household Cleaning Products, London
- Hermawati, E. dkk. (2005). *Fitoremediasi Limbah Detergent Menggunakan Kayu Apu (Pistia stratiotes L.) dan Genjer (Limnocharis flava L.)*. BioSMART. Vol 7 No. 2 Hal. 117.
- Hikmah, (2014). *Reduksi parameter pencemar Dalam leachate dengan Metoda Multi soil layering (MSL)*. Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Batanghari, Jambi.
- Hudori, (2008). *Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Menggunakan Elektrokoagulasi (skripsi)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Indriatmoko, L. P. A. D. (2018). *Kemampuan Beberapa Tumbuhan Air dalam Menurunkan Pencemaran Bahan Organik dan Fosfat untuk Memperbaiki Kualitas Air Ability Aquatic Plants to Reduce Organic Matters and Phosphate Pollution for Improve Water Quality*. Jurnal Teknologi Lingkungan Vol, 19(2), 183.
- Indriyati, W., Kusmawati, R., Sriwidodo, S., Hasanah, A. N., & Musfiroh, I. (2016). *Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose Sodium (Na-CMC) dari Selulosa Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart.) Solms.) yang Tumbuh di Daerah Jatinangor dan Lembang*. Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology, 3(3), 99-110.
- Intansari, K.K.L. dan Mangkoedihardjo, S. (2013). *Uji removal BOD dan COD limbah cair tahu dengan fitoremediasi sistem batch menggunakan tumbuhan Coontail (Ceratophyllum demersum)*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Kasman, M. (2004). *Studi Pengolahan Limbah Ciri Industri Keripik Ubi Kayu (Manihot Utilissima) dengan Metoda Multi Soil Layering (MSL)*. Tugas Akhir, Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang.
- Kasman, M., Herawati, P., Hikmah. (2017). *Pengolahan Leachate dengan Menggunakan Multi Soil Layering (MSL)*. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari, 14(3). P- ISSN 1411-8939, E-ISSN 2549 – 4236.

- Kastaman, Roni dan Kramadibrata, Ade Moetangad. (2007). *“Rancangan Teknis Operasional Sistem Pengelolaan Reaktor Sampah Terpadu (SILARSATU) Berbasis masyarakat”*. Divisi Pengembangan Informasi dan Teknologi Tepat Guna, Universitas Padjadjaran. Bandung. 171 halaman.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2014). *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI No.5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah*. Jakarta.
- Khan, A.G., C. Kuek., Chaudrhry., C.S. Khoo & W.J. Hayes. (2000). *Role of plant, mycorrhizae and phytochelator in heavy metal contaminated land remediation*. Chemosphere, 41:197-207.
- Kholidiyah, N. (2010). *Respon Biologis Tumbuhan Eceng Gondok sebagai Biomonitoring Pencemaran Logam Berat Cadmium (Cd) dan Plumbum (Pb) pada Sungai Pembuangan Lumpur Lapindo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Latuconsina, H. (2019). *Ekologi Perairan Tropis: Prinsip Dasar Pengelolaan Sumberdaya Hayati Perairan*. Gadjah Mada University Press
- Muhajir, M.S. (2013). *Penurunan limbah cair BOD dan COD pada industri tahu menggunakan tanaman Cattail (Typha Angustifolia) dengan sistem Constructed Wetland*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Mustami, R. (2015). *Karakteristik substrat dalam proses anaerob menggunakan biodigester*. Jurnal Reka Lingkungan, 3(2), 63-75.
- N.K. Sari, (2013). *Rumput dan Legum*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Nasir, Subriyer. (2011). *Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry Menggunakan Filter Keramik Berbahan Campuran Tanah Liat Alam dan Zeolit*. Jurnal ilmiah Teknik Kimia Lingkungan, Universitas Sriwijaya.
- Nasution, Satria, P. P, dkk, (2013). *Pemulihan Kualitas Air Limbah Laundry dengan Reaktor*. Tugas Akhir S1, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya.
- Nugraheni, H, Lestari, T, W, Sukini, (2018). *Kesehatan Masyarakat dalam Determinan Sosial Budaya*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish.
- Nunung & Nurhayati, (2013). *Pencemaran Lingkungan*. Bandung. Yrama Widya.

- Padmaningrum, R. T., dkk. (2014). *Pengaruh Biomassa Melati Air (Echinodorus paleaefolius) dan Teratai (Nymphaea firecrest) terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD, TSS dan Derajat Keasaman Limbah Cair Laundry*. Jurnal Penelitian Saintek, 19(2):64-74.
- Pancawati, D., & Yulianto, A. (2016). *Implementasi Fuzzy Logic Controller Untuk Mengatur Ph Nutrisi Pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (Nft)*. Jurnal Nasional Teknik Elektro, 5(2), 278-289.
- Paz-Alberto, A.M. and Sigua, G.C. (2013). *Phytoremediation: a green technology to remove environmental pollutants*. American Journal of Climate Change, vol. 2, pp. 71–86.
- Priyanto, B & J. Prayitno. (2000). *Fitoremediasi sebagai sebuah teknologi pemulihan pencemaran khususnya logam berat*. 20 hal. www.google.co.id. 20 Juli 2008.
- Purbajanti, (2013). *Rumput dan Legum*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Purwaningsih, I.S. (2009). *Pengaruh penambahan nutrisi terhadap efektifitas fitoremediasi menggunakan tanaman eceng gondok (Eichhornia crassipes) terhadap limbah orto-klorofenol*. Jurnal Rekayasa Proses, 3(1): 5-9.
- Puspitahati, C. (2012). *Studi Kinerja Biosand Filter dalam Mengolah Limbah Laundry dengan Parameter Fosfat*. Teknik Lingkungan ITS, Surabaya. Teknik Lingkungan ITS, Surabaya
- Putra, A. (2001). *Pengolahan Limbah Cair PT. Bumi Sarimas Menuju Air Layak Minum dengan Metoda MSL (Multi Soil Layering) yang Dicampurkan Sekam Padi*. Thesis Pascasarjana, Universitas Andalas, Padang.
- Rahmawati, (2014). *Kandungan ADF, NDF, Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin Silase Pakan Komplit Berbahan Dasar Rumput Gajah (Pennisetum purpureum) dan Beberapa Level Biomassa Murbei (Morus alba)*. Skripsi Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Rosiana, Nia., Titin Supriatun & Yayat Dhahiyat. (2007). *Fitoremediasi limbah cair dengan eceng gondok (eichhornia crassipes (mart) solms) dan limbah*

- padat Industri minyak bumi dengan sengon (Paraserianthes falcataria L. Nielsen) bermikoriza*. Penelitian Universitas Padjadjaran Bandung.
- Salmariza, S., Sofyan, Ahmad, S. (2002). *Minimalisasi Pencemaran Industri Crumb Rubber dengan Metoda MSL*. Laporan Penelitian, Padang: Baristandag.
- Salmariza. (2011). *Aplikasi Metoda MSL (Multi Soil Layering) Untuk Mengolah Air Limbah Industri Edible Oil*. Jurnal Riset. Vol.5. No.3. Padang, Sumatera Barat.
- Sanderson, M. A. & R. A., Paul. (2008). *Perennial Forages As Second Generation Bioenergy Crops*. International Journal Of Molecular Sciences, 9, 768-788.
- Saputra, dkk. (2018). *Efektifitas Penggunaan Biofilter dengan Proses Anaerob-Aerob Dan Kiambang (Salvinia Molesta) untuk Menurunkan Kadar MBAS (Methylne Blue Active Substance) dan Fosfat pada Limbah Cair Laundry*. Jurusan Managemen Sumberdaya Perairan Universitas Riau; Riau.
- Sembel, D, T, (2015). *Toksikologi Lingkungan Dampak Pencemaran dari Berbagai Bahan Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sheats, W. Brad dan Norman C. Foster. (1997). *Concentrated Products from Methyl Ester Sulfonates*. ([http://www.chemiton.com/papers\\_brochures./Concentrated\\_Products.doc.pdf](http://www.chemiton.com/papers_brochures./Concentrated_Products.doc.pdf)).
- Smulders, E. (2002). *Laundry Detergents*: Wiley-VCH, Veriag GmbH, Weinheim.
- Stefhany, Cut ananda, dkk. (2013). *Fitoremediasi Phospat dengan menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok ( Eichhornia crassipes ) pada Limbah Cair Industri kecil Pencucian Pakaian (Laundry)*. Reka Lingkungan Jurnal Institut Teknologi Nasional, 1(1), 1-11.
- Suhardi, (1994). *Analisis Bahan Pangan dan Pertanian*. Liberty: Yogyakarta.
- Sulistia, S., & Septisya, A. C. (2019). *Analisis Kualitas Air Limbah Domestik Perkantoran*. Jurnal Rekayasa Lingkungan, 12(1).
- Wardhana & Wisnu Arya. (2001). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Yahya, F. (2010). *Jurnal Studi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Biofilter Aerasi menggunakan Media Bioball dan Enceng Gondok (Eichornia*

*crassipes*). Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

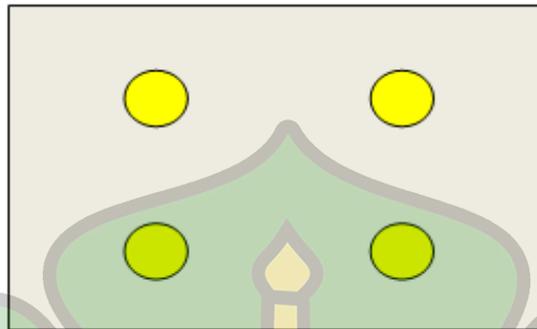
Yudo, Satmoko. (2010). *Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau dari Parameter Organik, Amoniak, Fosfat, Deterjen dan Bakteri Coli*. JAI, 6(1): 34-42.

Yuniarti, T. (2008). *Ensiklopedia Tanaman Obat Tradisional*. MedPress. Yogyakarta.

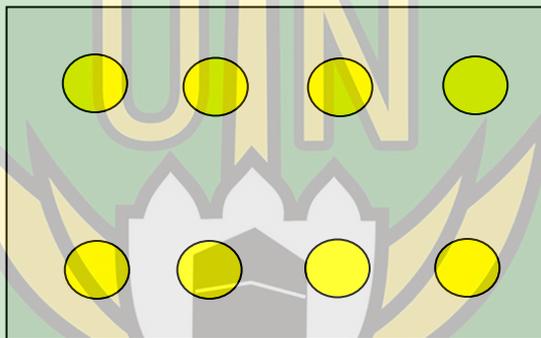


## LAMPIRAN I

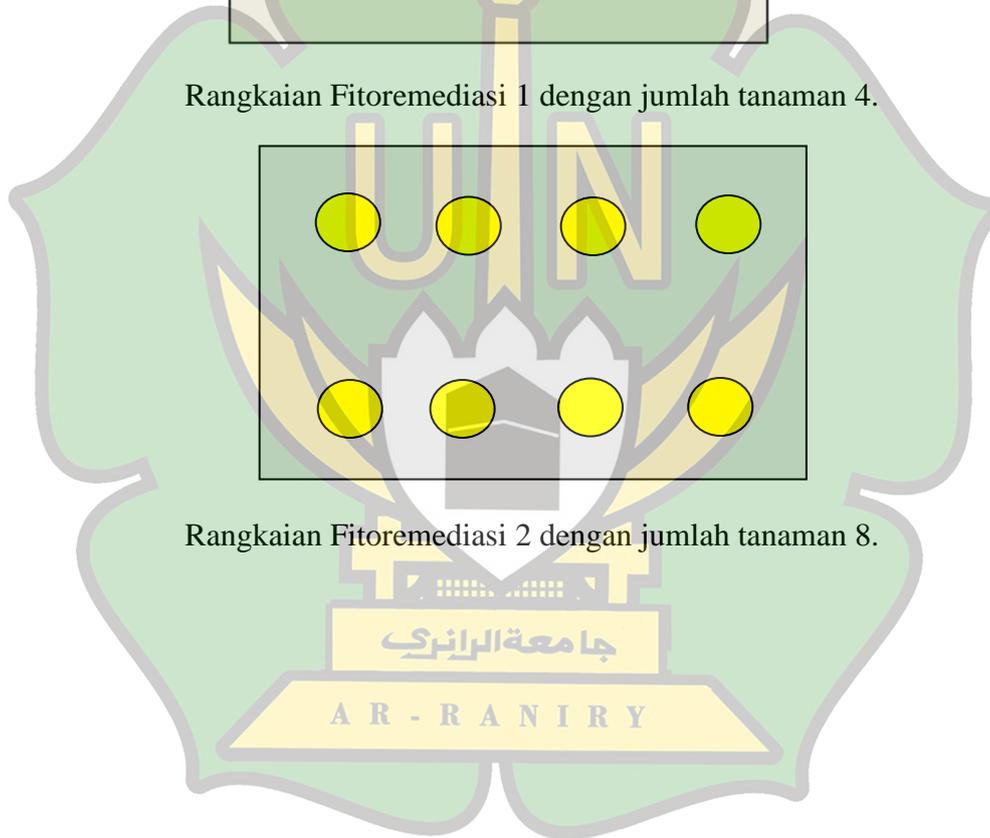
Skema rangkaian fitoremediasi dalam penelitian ini adalah:



Rangkaian Fitoremediasi 1 dengan jumlah tanaman 4.



Rangkaian Fitoremediasi 2 dengan jumlah tanaman 8.



## LAMPIRAN II

### Hubungan Antara Hari dan Jumlah Tanaman Dengan COD, pH dan Fosfat

#### 1. Regression hari dan jumlah tanaman dengan parameter COD

##### Variables Entered/Removed<sup>a</sup>

| Model | Variables Entered                 | Variables Removed | Method |
|-------|-----------------------------------|-------------------|--------|
| 1     | Hari, Jumlah Tanaman <sup>b</sup> | .                 | Enter  |

a. Dependent Variable: Fosfat

b. All requested variables entered.

##### Model Summary

| Model | R                 | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1     | .986 <sup>a</sup> | .973     | .955              | .38714                     |

a. Predictors: (Constant), Hari, Jumlah Tanaman

##### ANOVA<sup>a</sup>

| Model |            | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig.              |
|-------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| 1     | Regression | 16.092         | 2  | 8.046       | 53.684 | .004 <sup>b</sup> |
|       | Residual   | .450           | 3  | .150        |        |                   |
|       | Total      | 16.542         | 5  |             |        |                   |

a. Dependent Variable: Fosfat

b. Predictors: (Constant), Hari, Jumlah Tanaman

##### Coefficients<sup>a</sup>

| Model |                | Unstandardized Coefficients |            | Standardized Coefficients | t       | Sig. |
|-------|----------------|-----------------------------|------------|---------------------------|---------|------|
|       |                | B                           | Std. Error | Beta                      |         |      |
| 1     | (Constant)     | 6.768                       | .632       |                           | 10.706  | .002 |
|       | Jumlah Tanaman | .047                        | .079       | .056                      | .591    | .596 |
|       | Hari           | -.667                       | .065       | -.985                     | -10.345 | .002 |

a. Dependent Variable: Fosfat

## 2. Regression hari dan jumlah tanaman dengan parameter pH

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

| Model | Variables Entered                 | Variables Removed | Method |
|-------|-----------------------------------|-------------------|--------|
| 1     | Hari, Jumlah Tanaman <sup>b</sup> | .                 | Enter  |

a. Dependent Variable: COD

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

| Model | R                 | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1     | .979 <sup>a</sup> | .958     | .930              | 11.90679                   |

a. Predictors: (Constant), Hari, Jumlah Tanaman

**ANOVA<sup>a</sup>**

| Model |            | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig.              |
|-------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| 1     | Regression | 9659.834       | 2  | 4829.917    | 34.068 | .009 <sup>b</sup> |
|       | Residual   | 425.315        | 3  | 141.772     |        |                   |
|       | Total      | 10085.148      | 5  |             |        |                   |

a. Dependent Variable: COD

b. Predictors: (Constant), Hari, Jumlah Tanaman

**Coefficients<sup>a</sup>**

| Model |                | Unstandardized Coefficients |            | Standardized Coefficients | t      | Sig. |
|-------|----------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
|       |                | B                           | Std. Error | Beta                      |        |      |
| 1     | (Constant)     | 556.480                     | 19.444     |                           | 28.620 | .000 |
|       | Jumlah Tanaman | 19.563                      | 2.430      | .954                      | 8.049  | .004 |
|       | Hari           | -3.633                      | 1.984      | -.217                     | -1.831 | .165 |

a. Dependent Variable: COD

### 3. Regression hari dan jumlah tanaman dengan parameter Fosfat

**Variables Entered/Removed<sup>a</sup>**

| Model | Variables Entered                 | Variables Removed | Method |
|-------|-----------------------------------|-------------------|--------|
| 1     | Hari, Jumlah Tanaman <sup>b</sup> | .                 | Enter  |

a. Dependent Variable: pH

b. All requested variables entered.

**Model Summary**

| Model | R                 | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate |
|-------|-------------------|----------|-------------------|----------------------------|
| 1     | .935 <sup>a</sup> | .875     | .792              | .05774                     |

a. Predictors: (Constant), Hari, Jumlah Tanaman

**ANOVA<sup>a</sup>**

| Model |            | Sum of Squares | df | Mean Square | F      | Sig.              |
|-------|------------|----------------|----|-------------|--------|-------------------|
| 1     | Regression | .070           | 2  | .035        | 10.500 | .044 <sup>b</sup> |
|       | Residual   | .010           | 3  | .003        |        |                   |
|       | Total      | .080           | 5  |             |        |                   |

a. Dependent Variable: pH

b. Predictors: (Constant), Hari, Jumlah Tanaman

**Coefficients<sup>a</sup>**

| Model |                | Unstandardized Coefficients |            | Standardized Coefficients | t      | Sig. |
|-------|----------------|-----------------------------|------------|---------------------------|--------|------|
|       |                | B                           | Std. Error | Beta                      |        |      |
| 1     | (Constant)     | 7.800                       | .094       |                           | 82.731 | .000 |
|       | Jumlah Tanaman | -.050                       | .012       | -.866                     | -4.243 | .024 |
|       | Hari           | .017                        | .010       | .354                      | 1.732  | .182 |

a. Dependent Variable: pH

**LAMPIRAN III**  
**Dokumentasi Penelitian**

|   |   |
|---|---|
|   | <p>Proses pengambilan rumput<br/>gajah</p>      |
|  | <p>Proses pengambilan air<br/>limbah penatu</p> |



Rumput Gajah sebelum di potong



Proses pengukuran rumput gajah setinggi 60 cm



Air sampel limbah penatu





Pengujian pH pada air  
limbah cair penatu



