

**FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR KEGIATAN PENATU  
DENGAN MENGGUNAKAN TANAMAN RUMPUT GAJAH  
(*Pennisetum purpureum*)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**IRMA SINATUL FANY**

**NIM. 150702050**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



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

## LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

### **FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR KEGIATAN PENATU DENGAN 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 Prodi Teknik Lingkungan

Oleh:

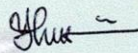
**IRMA SINATUL FANY**

**NIM. 150702050**

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Sains dan Teknologi

Disetujui Oleh:

**Pembimbing I,**



**Husnawati Yahya, M.Sc.**  
**NIDN. 2009118301**

**Pembimbing II,**

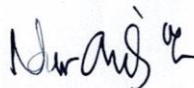
an



**Ir. Yeggi Darnas, M.T.**  
**NIDN. 2020067905**

**Mengetahui,**

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



**Dr. Eng Nur Aida, M.Sc.**  
**NIDN. 2016067801**

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

### FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR KEGIATAN PENATU DENGAN MENGUNAKAN TANAMAN RUMPUT GAJAH (*Pennisetum purpureum*)

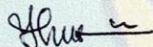
#### TUGAS AKHIR

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: Jum'at 15 Juli 2022  
16 Dzulhijah 1443

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

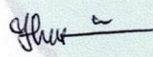
  
Husnawati Yahya, M.Sc.  
NIDN. 2009118301

Sekretaris,

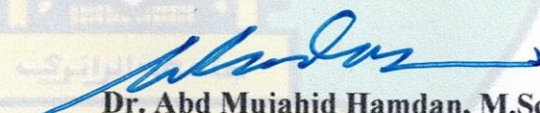
  
Ir. Yeggi Darnas, M.T.  
NIDN. 2020067905

Penguji I,

a.n

  
Ilham Zulfahmi, M.Si.  
NIDN. 1316078801

Penguji II,

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

Mengetahui,

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



Dr. Azhar Amsal, M.Pd.  
NIDN. 2001066802



## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irma Sinatul Fany

NIM : 150702050

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Fitoremediasi Limbah Cair Kegiatan Penatu dengan Menggunakan Tanaman Rumpun 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 karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya 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 mana pun.

Banda Aceh, 15 Juli 2022

Yang Menyatakan,



Irma Sinatul Fany

## ABSTRAK

Nama : Irma Sinatul Fany  
NIM : 150702050  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Fitoremediasi Limbah Cair Kegiatan Penatu Dengan Menggunakan Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*)  
Tanggal Sidang : 15 Juli 2022  
Tebal Skripsi : 57 Halaman  
Pembimbing I : Husnawati Yahya, M.Sc.  
Pembimbing II : Ir. Yeggi Darnas, M.T.  
Kata Kunci : Limbah Cair Penatu, Fitoremediasi, *Pennisetum purpureum*

Penatu atau *Laundry* merupakan industri jasa pencucian pakaian yang berada di Gampong Lamgugob, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Pertumbuhan usaha penatu ini memiliki dampak yang kurang baik bagi lingkungan, dikarenakan usaha penatu industri berskala kecil tersebut sebagian besar limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke lingkungan (drainase) tanpa melewati proses pengolahan terlebih dulu, yang selanjutnya akan mengalir ke badan air yang lebih besar (sungai). Fitoremediasi dengan sistem *wetland* lahan basah buatan merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk pengolahan limbah cair penatu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas tanaman *Pennisetum purpureum* dalam menurunkan kadar pencemar pada pengolahan limbah cair penatu dengan *system wetland* lahan basah buatan. Perlakuan terdiri dari 2 variasi yaitu pada bak reaktor pertama jumlah variasi tanaman 10 dan pada bak reaktor kedua 20 tanaman. Dengan variasi waktu selama 3 hari (H3), 6 hari (H6), dan 10 hari (H10). Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah tanaman dan waktu tinggal berpengaruh terhadap penurunan kadar pencemar pada limbah cair penatu. Penurunan kadar pencemaran yang paling efektif terjadi pada hari ke 10 pada bak reaktor ke 2 dengan jumlah 20 tanaman dengan persentase penurunan BOD sebesar 94,3%, COD sebesar 90,9% dan Fosfat sebesar 36,9%. Hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa efektifitas penurunan kadar pencemar ditentukan oleh jumlah tanaman dan waktu tinggal, semakin banyak jumlah tanaman dan lamanya waktu tinggal maka semakin efektif dalam menurunkan kadar BOD, COD dan Fosfat pada limbah cair penatu.

## **ABSTCAK**

*Name* : Irma Sinatul Fany  
*NIM* : 150702050  
*Study Program* : Environmental Engineering  
*Title* : Phytoremediation of Liquid Waste Laundry Activities  
Using Elephant Grass Plants (*Pennisetum Purpureum*)  
*Defence Date* : Juli 15, 2022  
*Number of page* : 57 Page  
*Thesis Advisor I* : Husnawati Yahya, M.Sc.  
*Thesis Advisor II* : Ir. Yeggi Darnas, M.T.  
*Key Words* : Laundry Liquid Waste, Phytoremediation, *Pennisetum purpureum*

*Laundry is a clothes washing service industry located in Gampong Lambugob, Syiah Kuala District, Banda Aceh City. The growth of this laundry business has an unfavorable impact on the environment, because the small-scale industrial laundry business, most of the liquid waste produced is directly discharged into the environment (drainage) without going through a processing process first, which will then flow into larger water bodies ( river). Phytoremediation with an artificial wetland wetland system is one of the efforts that can be done to treat laundry wastewater. This study aims to determine the effectiveness of the plant *Pennisetum purpureum* in reducing pollutant levels in laundry wastewater treatment with an artificial wetland wetland system. The treatment consisted of 2 variations, namely in the first reactor the number of plant variations was 10 and in the second reactor, 20 plants. With time variations for 3 days (H3), 6 days (H6), and 10 days (H10). The results of the analysis showed that the number of plants and residence time had an effect on reducing pollutant levels in laundry wastewater. The most effective reduction in pollution levels occurred on day 10 in the second reactor tank with a total of 20 plants with a percentage reduction of BOD of 94.3%, COD of 90.9% and Phosphate of 36.9%. The measurement results also show that the effectiveness of reducing pollutant levels is determined by the number of plants and residence time, the more the number of plants and the length of residence time, the more effective it is in reducing BOD, COD and Phosphate levels in laundry wastewater.*



## KATA PENGANTAR



Dengan mengucapkan *Alhamdulillah* rabbil'alam, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT., yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan pada waktunya. Shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa ajaran kebenaran dan pedoman kepada seluruh umat manusia.

Tugas akhir ini berjudul **“FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR KEGIATAN PENATU DENGAN MENGGUNAKAN TANAMAN RUMPUT GAJAH (*Pennisetum purpureum*)”** ditulis untuk melengkapi tugas-tugas dan syarat-syarat yang diperlukan dalam menyelesaikan pendidikan sarjana teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Perjalanan panjang telah penulis tempuh dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir ini, dalam melakukan Tugas Akhir penulis menerima banyak sekali bantuan, dukungan, kritik, saran dan doa, sehingga Tugas Akhir ini berhasil diselesaikan. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini patutlah kiranya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yaitu Ayahanda M. Jamil dan Ibunda Elfidarna S.Pd., sebagai guru, penyemangat sekaligus malaikat bagi kehidupan penulis, serta kakak dan abang yang senantiasa memberikan dukungan moral dan materi untuk keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan sekaligus Pembimbing I dan Ibu Ir. Yeggi Darnas, M.T., selaku Pembimbing II, yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir.
3. Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan Tugas Akhir.

4. Ibu Risna Rahmi, M.Sc., selaku Penasihat Akademik saya yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama masa perkuliahan serta memberi solusi pada setiap permasalahan Tugas Akhir.
5. Seluruh Dosen serta Staf Program Studi Teknik Lingkungan yang telah berkenana memberi tambahan ilmu, motivasi, dan arahan. serta selalu membantu dalam pengurusan administrasi selama penulis dalam masa perkuliahan.
6. Sahabat yang telah banyak membantu dan juga memberi dukungan tiada henti kepada saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Teman-teman seperjuangan di Teknik Lingkungan khususnya Angkatan 2015 yang selalu memberikan dorongan semangat selama masa perkuliahan.

Akhir kata, penulis berterima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu pada segala situasi dan kondisi selama penulis menjalankan tanggung jawab sebagai mahasiswa, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dari semuanya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan, supaya penulisan Tugas Akhir ini lebih baik lagi nantinya.

Banda Aceh, 15 Juli 2022  
Penulis,



Irma Sinatul Fany



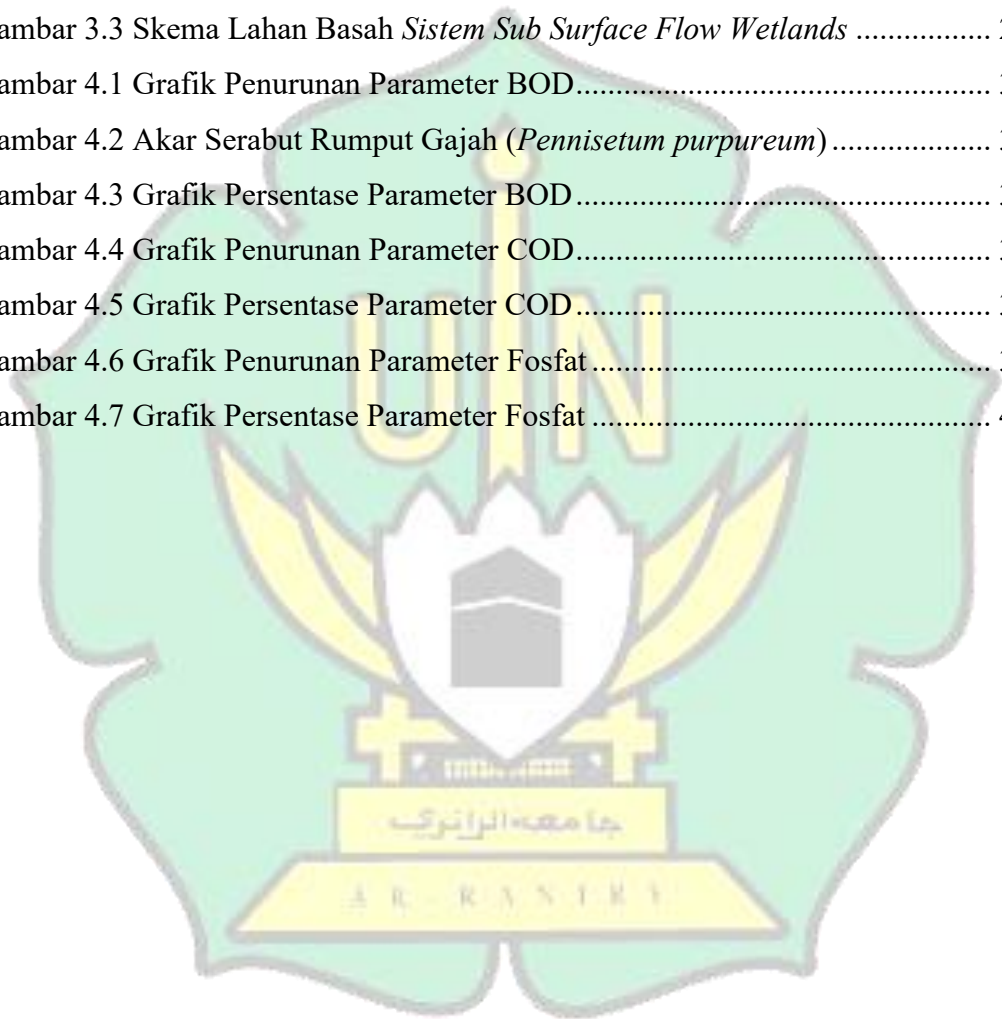
## DAFTAR ISI

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....                                         |     |
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....                                          | ii  |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....                                 | iii |
| ABSTRAK .....                                                               | iv  |
| KATA PENGANTAR.....                                                         | vi  |
| DAFTAR ISI.....                                                             | vii |
| DAFTAR GAMBAR.....                                                          | x   |
| DAFTAR TABEL .....                                                          | xi  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                       | xii |
| BAB I PENDAHULUAN.....                                                      | 1   |
| 1.1 Latar Belakang.....                                                     | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                                    | 3   |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                                                  | 3   |
| 1.4 Manfaat Penelitian.....                                                 | 3   |
| 1.5 Batasan Masalah .....                                                   | 4   |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                                                | 5   |
| 2.1 Limbah Cair Penatu ( <i>Laundry</i> ).....                              | 5   |
| 2.2 Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan ( <i>SSF-Wetlands</i> ) ..... | 7   |
| 2.2.1 Prinsip Dasar pada Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan ...      | 8   |
| 2.2.2 Fungsi Lahan Basah Buatan ( <i>Constructed Wetland</i> ) .....        | 9   |
| 2.2.3 Peran Media Lahan Basah Buatan ( <i>Constructed Wetland</i> ) .....   | 9   |
| 2.3 Tanaman Rumput Gajah ( <i>Pennisetum purpureum</i> ).....               | 10  |
| 2.4 Fitoremediasi .....                                                     | 12  |
| 2.4.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Fitoremediasi.....          | 13  |
| 2.5 Parameter Pencemaran Limbah Cair Penatu .....                           | 14  |
| 2.5.1 <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD ).....                          | 14  |
| 2.5.2 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....                              | 15  |
| 2.5.3 Fosfat.....                                                           | 15  |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....                                         | 17  |

|                                                                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.1 Metode Penelitian .....                                                                                                                   | 17        |
| 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian .....                                                                                                         | 17        |
| 3.3 Tahapan Penelitian .....                                                                                                                  | 19        |
| 3.4 Cara Penelitian.....                                                                                                                      | 20        |
| 3.4.1 Bahan Penelitian.....                                                                                                                   | 20        |
| 3.4.2 Peralatan Penelitian .....                                                                                                              | 20        |
| 3.4.3 Ruang Lingkup Penelitian .....                                                                                                          | 20        |
| 3.4.4 Persiapan Tanaman .....                                                                                                                 | 20        |
| 3.4.5 Prosedur Penelitian.....                                                                                                                | 21        |
| 3.5 Analisis Parameter Penelitian .....                                                                                                       | 22        |
| 3.5.1 Pengukuran BOD (SNI 06.6989.72.2009) .....                                                                                              | 22        |
| 3.5.2 Pengukuran COD (SNI 06.6989.73.2009) .....                                                                                              | 25        |
| 3.5.3 Pengukuran Fosfat (SNI 06.6989.31.2005).....                                                                                            | 27        |
| 3.6 Pengolahan Data .....                                                                                                                     | 29        |
| <b>BAB IV .....</b>                                                                                                                           | <b>30</b> |
| <b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                                                                                                             | <b>30</b> |
| 4.1 Hasil Penelitian Limbah Cair Penatu Menggunakan Metode Fitoremediasi<br>Dengan Tanaman Rumpuk Gajah ( <i>Pennisetum purpureum</i> ) ..... | 30        |
| 4.1.1 Kadar BOD ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ) .....                                                                                     | 32        |
| 4.1.2 Kadar COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....                                                                                        | 35        |
| 4.1.3 Kadar Fosfat (PO <sup>4</sup> ) .....                                                                                                   | 38        |
| <b>BAB V.....</b>                                                                                                                             | <b>41</b> |
| <b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>                                                                                                             | <b>41</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                                                                                                                          | 41        |
| 5.2 Saran .....                                                                                                                               | 41        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                                                                                                    | <b>42</b> |
| <b>LAMPIRAN A.....</b>                                                                                                                        | <b>46</b> |
| <b>LAMPIRAN B .....</b>                                                                                                                       | <b>52</b> |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Rumput Gajah ( <i>Pennisetum Purpureum</i> ) .....              | 11 |
| Gambar 2.2 Mekanisme Fitoremediasi .....                                   | 13 |
| Gambar 3.1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel .....                            | 18 |
| Gambar 3.2 Diagram Penelitian .....                                        | 19 |
| Gambar 3.3 Skema Lahan Basah <i>Sistem Sub Surface Flow Wetlands</i> ..... | 21 |
| Gambar 4.1 Grafik Penurunan Parameter BOD .....                            | 32 |
| Gambar 4.2 Akar Serabut Rumput Gajah ( <i>Pennisetum purpureum</i> ) ..... | 34 |
| Gambar 4.3 Grafik Persentase Parameter BOD .....                           | 35 |
| Gambar 4.4 Grafik Penurunan Parameter COD .....                            | 36 |
| Gambar 4.5 Grafik Persentase Parameter COD .....                           | 37 |
| Gambar 4.6 Grafik Penurunan Parameter Fosfat .....                         | 38 |
| Gambar 4.7 Grafik Persentase Parameter Fosfat .....                        | 40 |





## DAFTAR TABEL

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya .....                                  | 6  |
| Tabel 2.2 Klasifikasi Tanaman Rumput Gajah ( <i>Pennisetum purpureum</i> ) .....     | 11 |
| Tabel 3.1 Contoh Uji dan Larutan Pereaksi untuk Berbagai-macam Digestion Vessel..... | 26 |
| Tabel 4.1 Hasil Pengujian Awal Parameter Limbah Cair Penatu .....                    | 31 |
| Tabel 4.2 Hasil Pengujian dengan Tanaman Rumput Gajah .....                          | 31 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| LAMPIRAN A Data Dokumentasi Penelitian ..... | 46 |
| LAMPIRAN B Hasil Uji Analisis .....          | 52 |



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Setiap aktivitas manusia yang menghasilkan limbah cair akan menimbulkan permasalahan yang dapat mengganggu keseimbangan terhadap lingkungan. Limbah cair yang tidak dikelola akan menimbulkan dampak terhadap flora, fauna dan manusia, seperti menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut di dalam air dan penyakit yang bisa terjangkit pada manusia seperti diare, *hepatitis A*, *cholera* dan *typhus*. Menurut Kusuma dkk (2019) permasalahan lingkungan saat ini yang didominasi oleh limbah cair yang berasal dari hasil kegiatan industri dan rumah tangga.

Beberapa tahun belakangan ini jasa pencucian pakaian atau penatu berkembang dimana-mana terutama di Kota Banda Aceh, salah satu penatu yang diminati masyarakat yaitu Laundry yang berada di pemukiman Gampong Lamgugob, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh, dimana banyak masyarakat yang tidak sempat mencuci pakaiannya sendiri karena kesibukannya. Pertumbuhan usaha penatu ini memiliki dampak yang kurang baik bagi lingkungan, dikarenakan usaha penatu berskala kecil tersebut sebagian besar limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke lingkungan (*drainase*) tanpa proses pengolahan terlebih dulu, yang selanjutnya akan mengalir ke badan air yang lebih besar (sungai). Debit limbah cair yang dihasilkan oleh laundry tersebut berfluktuasi tergantung jumlah pelanggan yang mencuci pakaiannya dengan rata-rata effluent sebanyak 470 L/hari. Pada penelitian Raisa, (2017) debit limbah cair yang dihasilkan dengan rata-rata effluent sebanyak 550 L/hari.

Dampak negatif dari limbah cair kegiatan penatu ini adalah mengakibatkan kekeruhan dan menghalangi sinar matahari masuk ke dalam air. Hal ini salah satu yang mengakibatkan terjadinya pencemaran dan kerusakan pada perairan dan juga biota, Al-Qur'an telah menjelaskan pada Surah Al-A'raf ayat 56 yang artinya : "Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima)



dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”. (QS. Al-A’raf : 56).

Bahan aktif yang banyak terkandung pada deterjen dan pelembut pakaian yaitu *natrium karbonat*, *natrium fosfat*, *LAS*, *alkibenzena sulfonate*, *sodium dodecyl benzena sulfonate*, *kwaterner ammonium klorida*. Bahan-bahan tersebut merupakan bahan yang ramah lingkungan dan juga biodegradable. Tetapi jika keberadaan limbah cair penatu di badan air berlebihan dapat berpotensi mencemari badan air, karena selain mengandung bahan-bahan aktif tersebut, limbah cair penatu juga kaya kandungan fosfat yang mencapai 253,03 mg/L sebagai P total dan juga memiliki kandungan COD yang tinggi. Fosfat yang jumlahnya berlebihan dapat menimbulkan bahaya eutrofikasi dan ledakan alga. Hal tersebut dapat berdampak pada menurunnya kualitas badan air sehingga bisa mengakibatkan menurunnya daya dukung yang dimiliki oleh badan air tersebut, karena dapat menyebabkan eutrofikasi dimana badan air menjadi kaya akan nutrisi terlarut, menurunnya kandungan oksigen terlarut dan kemampuan daya dukung badan air terhadap biota air (Raissa, 2017).

Limbah cair penatu jika dikelola secara benar tidak akan mencemari lingkungan. Salah satu pengolahan limbah cair usaha penatu yang dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan tumbuhan yang memiliki akar serabut yang banyak, untuk menanggulangi jumlah pencemar dengan cara menyerap, mengumpulkan dan juga mendegradasi bahan-bahan pencemar tertentu dalam limbah tersebut yang dikenal sebagai fitoremediasi.

Pada penelitian ini tanaman yang digunakan adalah rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) karena memiliki akar serabut yang banyak dan salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi untuk memulihkan lahan yang tercemar berbagai limbah (Haryanti, 2018). Usaha penatu di Kota Banda Aceh banyak yang belum memiliki sistem pengolahan limbah cair penatu, oleh karena itu diperlukan penelitian untuk mengetahui efektifitas tanaman rumput gajah dengan menggunakan Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (*SSF<sub>W</sub>*) dalam menyerap dan menurunkan kadar parameter BOD, COD dan Fosfat.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang ada, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah:

1. Bagaimana efektifitas pengolahan limbah cair penatu dengan tanaman rumput gajah (*Pennisetum Purpureum*) dalam menurunkan kadar BOD, COD dan Fosfat dari limbah kegiatan penatu dengan metode fitoremediasi ?
2. Bagaimana pengaruh jumlah tanaman rumput gajah (*Pennisetum Purpureum*) terhadap waktu yang diperlukan untuk menurunkan kadar parameter pada limbah cair penatu ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui seberapa efektifitas tanaman rumput gajah (*Pennisetum Purpureum*) terhadap pengolahan limbah cair penatu dalam menurunkan kadar BOD, COD dan Fosfat dari limbah kegiatan penatu dengan metode fitoremediasi.
2. Untuk mengetahui pengaruh jumlah tanaman rumput gajah (*Pennisetum Purpureum*) terhadap waktu yang diperlukan untuk menurunkan kadar parameter pada limbah cair penatu.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Dari uraian latar belakang di atas dapat diperoleh manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Menambah informasi kemampuan tanaman rumput gajah dalam menurunkan parameter BOD, COD dan Fosfat limbah cair penatu.
2. Dapat menjadi pertimbangan dan solusi dalam mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah cair usaha penatu, serta mendorong penelitian lain untuk melakukan kegiatan yang berhubungan dengan pengolahan limbah cair penatu.
3. Memberikan alternatif untuk mengolah limbah cair penatu dengan mudah, murah dan ramah lingkungan.

### 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah atau ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1. Parameter yang diteliti selama masa penelitian yaitu BOD, COD dan Fosfat.
2. Pengolahan limbah dilakukan selama 10 hari dengan variasi jumlah tanaman rumput gajah (*Pennisetum Purpureum*) pada reaktor-1 10 tanaman dan reaktor-2 20 tanaman.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Limbah Cair Penatu (*Laundry*)

Setiap aktivitas yang dilakukan manusia akan menghasilkan limbah, limbah ini jika dalam skala kecil tidak akan menimbulkan masalah karena alam memiliki kemampuan untuk menguraikan kembali komponen-komponen yang terkandung dalam limbah. Namun bila terakumulasi dalam skala besar, akan timbul permasalahan yang dapat mengganggu keseimbangan lingkungan hidup.

Salah satu faktor permasalahan lingkungan perairan saat ini adalah limbah cair domestik yang berasal dari hasil kegiatan usaha penatu (*laundry*). Limbah cair yang tidak melewati proses pengolahan akan menimbulkan dampak buruk pada badan perairan. Pengelolaan limbah cair dalam proses produksi dimaksudkan untuk meminimalkan limbah yang terjadi, serta untuk menghilangkan atau menurunkan kadar bahan pencemar yang terkandung di dalam perairan (Kusuma dkk, 2019). Dan juga bertujuan untuk mengurangi penyebaran penyakit menular yang disebabkan oleh organisme patogen yang ada di dalam limbah cair dan mencegah polusi pada air permukaan maupun air tanah (Puspitahati, 2012).

Menurut Raissa (2017) mendefinisikan deterjen sebagai suatu senyawa sintetis zat aktif padat muka (*surface active agent*) yang digunakan sebagai zat pencuci yang baik untuk keperluan kegiatan rumah tangga, industri tekstil, obat-obatan, kosmetik, logam, kertas, karet dan lainnya. Deterjen juga memiliki sifat pendispersi, pencucian dan pengemulsi. Penyusun utama senyawa ini adalah *Dodecyl Benzene Sulfonat* (DBS) yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan busa. Adapun komponen utama penyusun deterjen pada umumnya ialah *Natrium Dodecyl Benzene Sulfonat* (NaDBS) dan *Sodium Tripolyphosphat* (STTP) yang mana sifatnya sangat sulit terdegradasi secara alamiah. Deterjen komersial yang banyak beredar di pasaran biasanya ditambahkan dengan zat selain surfaktan seperti pengharum, pemutih, enzim zeolit, fosfat, EDTA, preservatif seperti *triclosan*, dan asam atau basa.



Surfaktan yang digunakan dalam deterjen adalah jenis anionik dalam bentuk sulfat dan sulfonat. Surfaktan sulfonat yang dipergunakan adalah *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl Sulfonate* (LAS). Lingkungan perairan yang tercemar limbah deterjen kategori keras ini dalam konsentrasi tinggi dapat membahayakan kehidupan ekosistem perairan (Hakim, 2016).

Adapun bahan utama yang digunakan dalam kegiatan penatu adalah deterjen, bahan aktif yang banyak terkandung pada deterjen dan pelembut pakaian yaitu *kwaterner ammonium klorida*, *LAS*, *Sodium dodecyl benzene sulfonate*, *natrium karbonat*, *natrium fosfat*, *alkilbenzena sulfonate*. Namun bila keberadaan kandungan tersebut di badan air berlebihan, maka limbah cair penatu berpotensi mencemari badan air.

*Bleaching agent* yang banyak digunakan biasanya adalah senyawa-senyawa peroksida. Aditif merupakan bagian terkecil dari deterjen yang dapat berupa enzim, senyawa anti redeposisi seperti *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC), *Carboxyl Methyl Starch* (CMS), senyawa pengatur busa (*foam regulator*) seperti *Fatty Acid Amides* dan *Fatty Acid Alkanolamine* (Hakim, 2016). Untuk standar baku mutu limbah cair kegiatan penatu dapat dilihat pada Tabel 2.1. berikut ini:

**Tabel 2.1** Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya  
(Air Limbah Usaha/Kegiatan Penatu)

| Parameter                 | Kadar Paling Tinggi (mg/L) |
|---------------------------|----------------------------|
| BOD <sub>5</sub>          | 12                         |
| COD                       | 80                         |
| TSS                       | 400                        |
| Minyak dan Lemak          | 10                         |
| MBAS (Detergen)           | 0,2                        |
| Fosfat (PO <sub>4</sub> ) | 1,0                        |
| pH                        | 6 – 9                      |

Sumber: Lampiran VI Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Tentang P3LH Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya

## 2.2 Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (*SSF-Wetlands*)

*Constructed wetlands* atau lahan basah buatan termasuk salah satu alternatif pengolahan air limbah dengan fitoremediasi. *Constructed wetlands* merupakan sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang telah didesain dan dibangun menggunakan proses alami yang melibatkan vegetasi, media dan mikroorganisme untuk mengolah limbah cair dan telah di terapkan sejak 1950-an diberbagai belahan dunia. Berdasarkan level permukaan air, dijelaskan ada dua jenis Lahan Basah Buatan yaitu jenis aliran permukaan dan aliran bawah permukaan. Aliran bawah permukaan lebih banyak di gunakan sebagai alternatif sistem pengolahan air limbah domestik di Indonesia karena tidak menimbulkan genangan yang berpotensi menyebabkan melonjaknya populasi nyamuk. Sistem Lahan Basah Buatan tipe Aliran Bawah Permukaan (*Sub Surface Flow Wetlands / SSF- Wetlands*) menggunakan tanaman makrophyta yang akarnya tenggelam atau sering di sebut juga *amphibiuous plants* (Purnama, I dan Purnama, S, 2015).

Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan memanfaatkan antara tumbuhan dengan mikroorganisme dalam media di sekitar sistem perakaran. Material organik yang terkandung dalam limbah cair akan diolah menjadi senyawa yang lebih sederhana oleh mikroorganisme kemudian dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai sumber nutrisi, sedangkan mikroorganisme tersebut mendapatkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi atau katalis untuk rangkaian proses metabolisme dari sistem perakaran tumbuhan (Purnama, I dan Purnama, S, 2015).

Teknologi ekstensif (*constructed wetlands*) adalah teknologi yang menirukan proses alami dalam mengolah limbah dengan mengkombinasi unsur tanah, pasir, kerikil, dan tanaman air. Kelebihan lahan basah buatan adalah mengolah *grey water* dengan menciptakan estetika lingkungan, yang dikenal dengan istilah *ecosan (ecological sanitation)* (Qomariyah, 2016). Metode pengolahan yang digunakan sederhana ekonomis dari segi biaya, efektif dan pengoperasian yang mudah. Hasil pengolahan dari *grey water* dapat dimanfaatkan untuk keperluan non-potable seperti, membilas toilet, menyiram tanaman, mencuci kendaraan dan kebutuhan *outdoor* lainnya (Fildzah, dkk. 2016).

### 2.2.1 Prinsip Dasar pada Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan

Sesuai dengan pengertian *Wetlands* menurut Sudewo (2016) yaitu “Sistem yang termasuk pengolahan alami, di mana terjadi aktivitas pengolahan sedimentasi, filtrasi, transfer gas, adsorpsi, pengolahan kimiawi dan biologis, yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme dan tanaman”. Secara fisik proses yang terjadi berupa proses sedimentasi, filtrasi, adsorpsi oleh media tanah yang ada.

Dengan adanya proses secara fisik ini menurut Erwin, dkk (2017) hanya dapat mengurangi konsentrasi COD dan BOD solid, sedangkan COD dan BOD terlarut baru dapat di hilangkan dengan proses gabungan biologi dan kimia. Oksigen di keluarkan oleh akar tumbuhan akuatik di bawah permukaan tanah, oksigen tersebut membentuk zona *rizosfer* di permukaan akar. Kemudian terjadi pelepasan oksigen di sekitar akar (*rizosfer*) karena ruang antar sel atau lubang saluran udara (*aerenchyma*) yang dimiliki jenis tanaman *hydropphyta* sebagai alat transportasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran.

Pelepasan oksigen oleh akar menurut Purnama, I dan Purnama, S (2015) menyebabkan jumlah oksigen di daerah yang dibutuhkan tanaman lebih tinggi dari pada yang tidak di butuhkan tanaman, sehingga dapat menjadi ekosistem bagi organisme dekomposer seperti bakteri aerob. Erwin, dkk (2017) menyatakan bahwa tidak hanya bakteri yang menjadi mikroba *rhizosfera*, beberapa jenis jamur juga terdapat pada zona perakaran tersebut, mikroba *rhizosfera* bersimbiosis dan jenis-jenisnya bergantung pada jenis tanaman.

Jumlah oksigen yang dilepaskan oleh akar tanaman bergantung pada banyak faktor seperti jenis tanaman dan lingkungan. Namun Haryanti (2018) memperkirakan dalam satu hari oksigen yang dilepas berkisar antara 5 hingga 45mg/m<sup>2</sup> luar akar tanaman. Putra (2015) menyebutkan dalam satu hari 12g oksigen/m<sup>2</sup> dilepaskan oleh tanaman *hydropphyta*. Sedangkan menurut pengalaman Sudewo (2016) secara keseluruhan oksigen yang dipasok oleh tanaman melalui daun, batang maupun akar yang terdapat dalam *Sub Surface Wetland* berkisar 20g O<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/hari.

### 2.2.2 Fungsi Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*)

Menurut Lestari (2012), beberapa fungsi dan manfaat dari *constructed wetland* adalah sebagai berikut:

- a. Biaya yang relatif lebih ekonomis dibandingkan dengan sistem pengolahan air limbah konvensional.
- b. Lahan Basah buatan (*constructed wetland*) dapat mengolah berbagai jenis limbah cair seperti limbah domestik, pertanian, perkotaan, industri, pertambangan, maupun air tercemar yang berasal dari *run-off*.
- c. Rawa buatan mampu dalam memperbaiki kualitas air dari suatu sungai ataupun danau.
- d. Mempunyai kemampuan yang cukup tinggi dalam menurunkan bahan pencemar.
- e. Sangat cocok digunakan untuk keperluan irigasi.

### 2.2.3 Peran Media Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*)

Menurut Supradata (2005) peran media pada perlakuan pengolahan limbah menggunakan sistem *constructed wetlands* meliputi:

1. Media tumbuh tanaman.
2. Media perkembangbiakan mikroorganisme.
3. Membantu proses sedimentasi.
4. Membantu penyerapan bau dari gas hasil biodegradasi.
5. Tempat terjadinya proses transformasi kimiawi, penyimpanan bahan-bahan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman.

Jenis media yang sering digunakan dalam *constructed wetlands* yaitu pasir, kerikil, dan tanah. Media mempunyai nilai konduktivitas tertentu yang berpengaruh terhadap waktu detensi dalam sistem. Konduktivitas hidrolis adalah kemampuan media untuk menghantarkan cairan. Semakin besar nilai konduktivitas maka waktu detensi semakin pendek (Setiawan, 2014).



### 2.3 Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)

Rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) pertama kali ditemukan di salah satu daerah di Afrika. Rumput gajah digolongkan sebagai rumput liar jenis tanaman panen di 25 negara, termasuk di Amerika Serikat. Dalam pertumbuhan yang padat, rumput gajah dapat mencegah regenerasi sari spesies asli dan dapat mendominasi komunitas savanna. Rumput gajah di perkenalkan kepada Amerika Serikat pada tahun 1913 sebagai pakan hewan. Rumput gajah memiliki daun yang cukup lebar, pertumbuhannya mirip seperti bambu, berwarna hijau menyeluruh batang dan daun, ketinggian tangkai biasanya 2-5 meter bahkan ada yang mencapai 7 meter dan cabangnya cenderung kearah atas. Daunnya berbulu dan panjang daunnya bisa mencapai 30-120 cm dengan lebar 1-5 cm, dan memiliki akar yang berserabut. Penyebaran rumput gajah ini dilakukan oleh rhizoma-rhizoma dengan membentuk stolon (Haryanti, 2018).

Rumput gajah dapat tumbuh cepat dengan periode kritis selama 12-13 jam, daya adaptasi rumput gajah sangat luas mulai dari jenis tanah yang struktur ringan sampai dengan jenis tanah yang berstruktur berat. Rumput gajah juga dapat tumbuh di seluruh daerah baik itu daerah tripos atau daerah sub tropis. Tumbuh dengan baik pada jenis tanah yang beragam, dan di banyak habitat sangat tahan dengan kekeringan, dapat membentuk 'hutan harapan' dan tanah yang lembab (Haryanti, 2018).

Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi untuk memulihkan lahan yang tercemar berbagai limbah adalah tanaman rumput gajah yang tergolong kedalam famili *Poaceae*. Tanaman rumput gajah dipilih karena tanaman ini mudah ditemui dan mudah tumbuh di mana saja. Rumput gajah juga mampu tumbuh di daerah yang kandungan hara minimal atau tanpa tambahan nutrien, dan sehingga dapat memperbaiki kondisi tanah yang rusak akibat erosi, dan juga dapat hidup pada tanah kritis di mana tanaman lain relatif tidak bisa tumbuh dengan baik. Rumput gajah dapat membantu dalam meremediasi lahan-lahan yang telah tercemar oleh minyak bumi (Haryanti, 2018).

Menurut Dzakwan dkk (2021) Rumput gajah telah diketahui memiliki produksi biodata yang tinggi, memiliki sistem perakaran yang baik dan mampu beradaptasi hingga melakukan remediasi tanah yang terkontaminasi logam berat. Rumput gajah secara *exsitu* dapat mengakumulasi logam berat yang ada pada *tannery sludge* tempat pembuangan akhir.

**Tabel 2.2** Klasifikasi Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)

|              |                      |
|--------------|----------------------|
| Kingdom      | Plantae              |
| Sub kingdom  | Tracheobionta        |
| Seper divisi | Spermatophyta        |
| Divisi       | Magnoliophyta        |
| Kelas        | Liliopsida           |
| Sub kelas    | Commelinidae         |
| Ordo         | Poales               |
| Famili       | Poaceae              |
| Genus        | Pennisetum           |
| Spesies      | Pennisetum purpureum |



**Gambar 2.1** Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*)

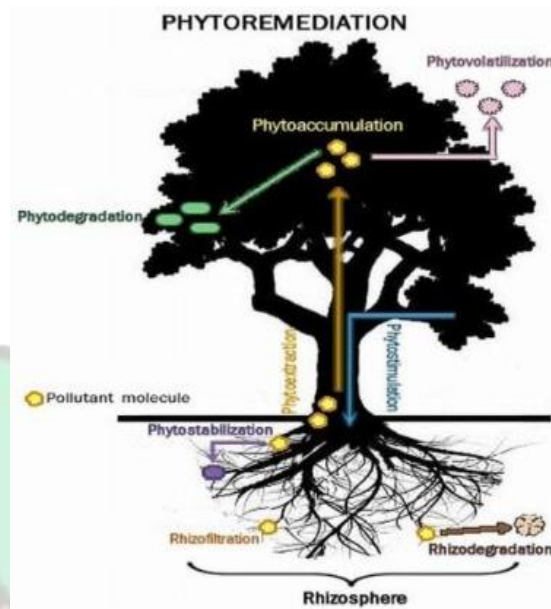
## 2.4 Fitoremediasi

Menurut Anggreani (2018), Fitoremediasi adalah teknologi yang memanfaatkan tanaman sebagai penyerap polutan untuk membersihkan wilayah yang tercemar atau terkontaminasi. Fitoremediasi berasal dari kata *Phyto* (Yunani/Greek) “*phyton*” yang berarti tumbuhan/tanaman (*plant*), dan remedial (*to remedy*) yang berarti memperbaiki atau membersihkan sesuatu. Jadi fitoremediasi (*phytoremediation*) merupakan sistem dimana tanaman tertentu yang bekerja sama dengan mikroorganisme dalam media untuk mengubah polutan menjadi kurang atau tidak berbahaya, bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomis. Fitoremediasi adalah upaya penggunaan tanaman dan bagian-bagiannya untuk dekontaminasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan, baik secara *ex-situ* menggunakan kolam buatan atau reaktor maupun *in-situ* secara langsung di lapangan pada tanah atau daerah yang terkontaminasi limbah.

Proses penurunan kadar zat pencemar pada limbah cair dengan menggunakan tanaman merupakan kerjasama antara tanaman dengan mikroba yang berasosiasi dengan tanaman tersebut. Dengan demikian tanaman memperoleh nitrogen dari senyawa-senyawa nitrogen dalam nitrit, nitrat dan amonia. Tanaman tidak dapat memilih apa yang akan diserap oleh akarnya karena sifat akar yang menyerap segala zat yang ada dalam cairan. Dengan kondisi demikian tanaman akan memberikan berbagai respon terhadap lingkungan. Zat cair pada lingkungan media tumbuh direspon oleh tanaman melalui beberapa proses, yaitu:

1. Fitoekstraksi : Proses pemanfaatan tanaman pengakumulasi bahan pencemar untuk memindahkan logam berat atau senyawa organik dari tanah dengan cara mengakumulasikannya dibagian tanaman yang dapat dipanen.
2. Fitodegradasi : Proses pemanfaatan tanaman dan asosiasi mikroorganisme untuk mendegradasi senyawa organik.
3. Rhizofiltrasi : Proses pemanfaatan akar tanaman untuk menyerap bahan pencemaran terutama logam berat dari air dan aliran limbah.
4. Fitostabilisasi : Proses pemanfaatan tanaman untuk mengurangi bahan pencemar dalam lingkungan.

5. Fitovolatilisasi : Proses pemanfaatan tanaman untuk menguapkan bahan pencemar atau proses pemanfaatan tanaman untuk memindahkan bahan dari udara.



**Gambar 2.2 Mekanisme Fitoremediasi**  
**Sumber:** Raissa, 2017

#### 2.4.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kemampuan Fitoremediasi

##### a. Suhu

Semakin tinggi suhu lingkungan maka semakin tinggi penyerapan oleh tanaman. Hal ini terjadi karena suhu lingkungan yang tinggi akan menyebabkan proses fotosintesis meningkat, sehingga penyerapan tanaman akan meningkat pula. Pada umumnya tanaman dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu optimum, yaitu 25-30°C.

##### b. pH

Derajat keasaman (pH) merupakan ukuran keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu perairan. pH optimum untuk pertumbuhan tanaman adalah 5,5-7 karena pada pH tersebut penyerapan unsur hara dapat berlangsung dengan baik. Apabila pH lebih tinggi atau kurang maka pertumbuhan tanaman akan terhambat.



**c. Jumlah Tanaman**

Semakin banyaknya jumlah tanaman maka semakin besar pula polutan yang diserap oleh tanaman.

**d. Umur Tanaman**

Semakin tua umur tanaman, maka semakin tinggi pula konsentrasi polutan yang diserap.

**e. Waktu Tinggal**

Semakin lama waktu penyerapan, maka semakin besar pula polutan diserap oleh tumbuhan berakar serabut (*Pennisetum purpureum*). Namun faktor ini berlaku apabila tumbuhan tersebut belum mencapai titik jenuh sehingga berapapun waktu kontak berikutnya apabila telah mencapai titik jenuh maka tumbuhan tersebut tidak akan mampu menyerap polutan secara optimal.

**f. Jenis Tanaman**

Tanaman yang biasa digunakan dalam proses fitoremediasi yaitu kayu apu, genjer, kiambang, kangkung air, melati air serta eceng gondok. Dipilihnya tanaman rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dalam penelitian ini karena diketahui memiliki akar serabut yang banyak dan salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai agen fitoremediasi untuk memulihkan lahan yang tercemar berbagai limbah (Haryanti, 2018).

## **2.5 Parameter Pencemaran Limbah Cair Penatu**

### **2.5.1 Biochemical Oxygen Demand (BOD )**

*Biological Oxygen Demand* (BOD) merupakan jumlah oksigen yang di perlukan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang terdapat dalam air pada keadaan aerobik yang diinkubasi pada suhu 20°C selama 5 hari, sehingga biasa disebut BOD. Nilai BOD dapat digunakan untuk memperkirakan jumlah bahan organik di dalam air limbah yang dapat dioksidasi dan akan di uraikan oleh mikroorganisme melalui proses biologi. Nilai BOD yang tinggi menunjukkan bahwa terdapat banyak senyawa organik dalam limbah, sehingga banyak oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan senyawa organik, sedangkan nilai BOD yang rendah menunjukkan terjadinya penguraian limbah

organik oleh mikroorganisme. Penentuan BOD ini dilakukan berdasarkan SNI 06.6989.72.2009.

### **2.5.2 Chemical Oxygen Demand (COD)**

*Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan jumlah total oksigen yang di butuhkan untuk mengoksidasi semua bahan organik yang terdapat di perairan, menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Nilai COD selalu lebih tinggi dari pada nilai BOD dikarenakan hampir seluruh jenis bahan organik dapat teroksidasi secara kimia termasuk bahan organik yang teroksidasi secara biologis. Penentuan COD ini di lakukan berdasarkan SNI 06.6989.73.2009. Adapun dampak COD terhadap kesehatan manusia. Secara umum, konsentrasi COD yang tinggi dalam air menunjukkan adanya bahan pencemar organik dalam jumlah yang banyak. Sejalan dengan hal ini jumlah mikroorganisme patogen dapat menimbulkan berbagai macam penyakit bagi manusia contohnya infeksi kulit, keracunan dan lainnya. Karena itu dapat dikatakan bahwa konsentrasi COD yang tinggi di dalam air dapat menyebabkan berbagai penyakit bagi manusia. Dan dampak terhadap lingkungan, konsentrasi COD yang tinggi menyebabkan kandungan oksigen terlarut di dalam air menjadi rendah, bahkan habis. Akibatnya oksigen sebagai sumber kehidupan bagi mikroorganisme yang ada di dalam perairan, tidak dapat terpenuhi sehingga mikroorganisme tersebut menjadi mati (Hasan, 2016).

### **2.5.3 Fosfat**

Fosfat adalah bentuk persenyawaan fosfor atau jumlah total dari fosfor yang berperan penting dalam menunjang kehidupan organisme akuatik. Fosfat terdapat dalam bentuk partikulat maupun terlarut, anorganik maupun organik pada sediaan deterjen. Fosfat anorganik (*soluble reactive phosphorus*), misalnya ortoFosfat. Dalam air limbah, senyawa Fosfat berasal dari limbah penduduk atau kegiatan rumah tangga, industri dan pertanian. Kadar Fosfat total pada perairan alami jarang melebihi 1 mg/l (Ningseh, 2017). Penentuan Fosfat ini di lakukan berdasarkan SNI 06.6989.31.2005. Dampak keberadaan Fosfat secara berlebihan yang disertai dengan adanya nitrogen dapat menstimulir ledakan pertumbuhan alga yang dapat menutup permukaan badan perairan. Alga yang tumbuh dalam jumlah banyak akan

mengganggu pertumbuhan organisme air dikarenakan sinar matahari terhambat masuk, sinar matahari penting bagi banyak organisme air untuk melakukan fotosintesa. Selain itu oksigen terlarut di dalam air yang biasanya digunakan oleh organisme yang ada di dalam air akan direbut oleh alga untuk kepentingan sendiri. Kurangnya oksigen akan menghambat pertumbuhan bahkan membuat mati berbagai organisme air. Dampak lain dari Fosfat juga berpotensi terjadinya luapan air (banjir) saat terjadinya hujan lebat, karena membuat aliran air terhambat dengan banyaknya alga yang tumbuh di permukaan perairan.



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

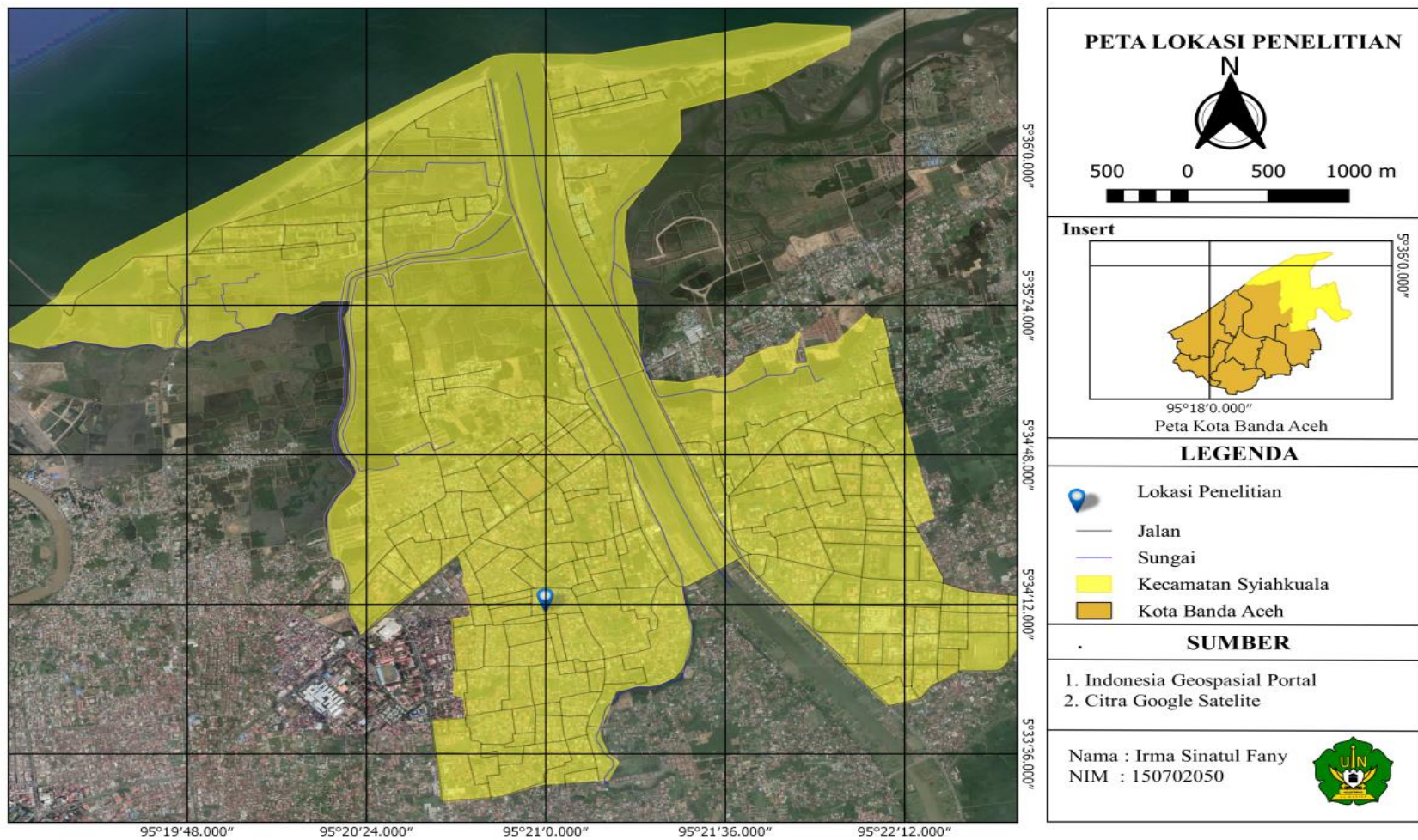
#### **3.1 Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk menguji kemampuan fitoremediasi tanaman rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) pada limbah cair penatu (*laundry*). Teknik pengumpulan data parameter diperoleh dari hasil uji laboratorium. Adapun jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan sekunder. Data primer bersumber dari data penelitian secara langsung yaitu hasil pengujian terhadap degradasi BOD, COD dan Fosfat dari limbah cair penatu oleh fitoremediasi dan data sekunder bersumber dari literatur-literatur untuk menyempurnakan penelitian.

#### **3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan pada bulan september sampai dengan bulan juli, sampel diperoleh dari penatu *The Blues Laundry* yang berada di Gampong Lamgugob Kota Banda Aceh. Peta lokasi pengambilan sampel dapat di lihat pada Gambar 3.1 Peta lokasi pengambilan sampel dapat di lihat pada lampiran A. Pengujian kadar parameter BOD, COD dan Fosfat dilakukan di Laboratorium Teknik Pengujian Kualitas Lingkungan, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala.

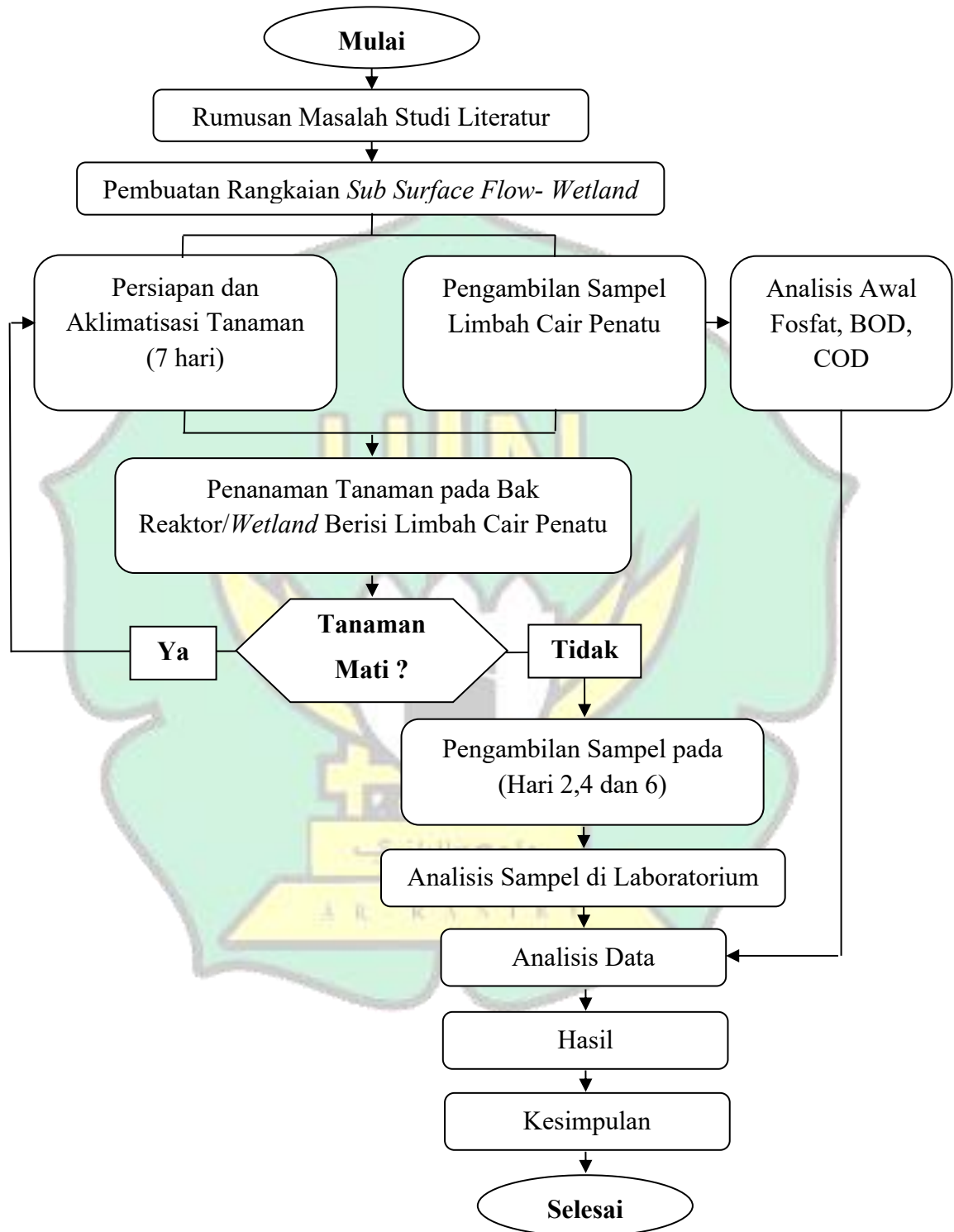




**Gambar 3.1** Peta Lokasi Pengambilan Sampel

### 3.3 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Diagram Alir Penelitian

### 3.4 Cara Penelitian

#### 3.4.1 Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bak reaktor (bak *wetland*) yang digunakan terbuat dari bahan plastik dengan ukuran 40 cm x 30 cm x 17 cm.
- b. Media tanam yang digunakan yaitu kerikil 5 cm dan pasir 10 cm.
- c. Tanaman yang digunakan yaitu *Pennisetum purpureum* (rumput gajah) dengan tinggi rata-rata 50-60 cm.
- d. Air limbah dari *The Blues Laundry* Gampong Lamgugob Kota Banda Aceh.

#### 3.4.2 Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Kontainer plastik
- b. Kran plastik
- c. Jerigen

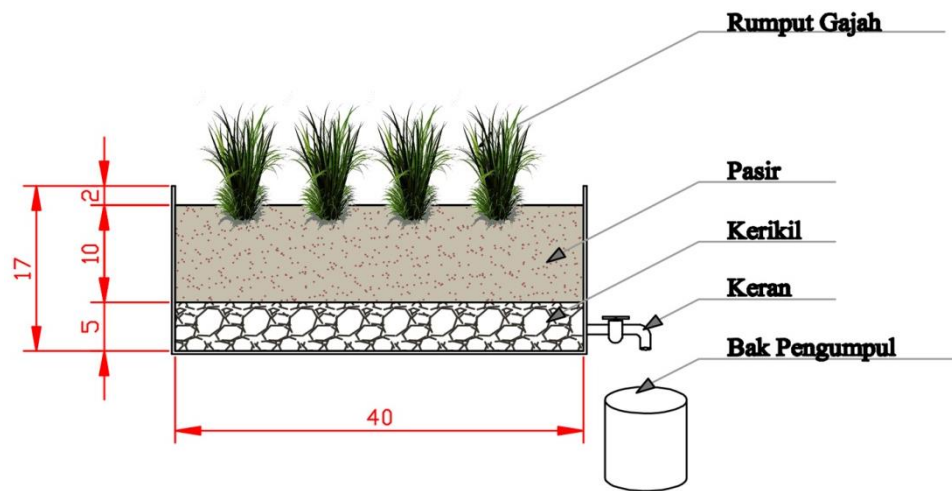
#### 3.4.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini meliputi:

- a. Limbah cair penatu yang berasal dari usaha *The Blues Laundry* Gampong Lamgugob Kota Banda Aceh
- b. Kinerja reaktor hanya berdasarkan kajian terhadap penurunan parameter BOD, COD dan Fosfat.

#### 3.4.4 Persiapan Tanaman

Tahapan aklimatisasi/pemeliharaan tanaman penelitian. Tanaman yang diambil dari tempat habitatnya yang berlokasi pada desa Meunasah Krueng, Kabupaten Aceh Besar, tepatnya pada lahan perkebunan rumput gajah. Dilakukan pemeliharaan terlebih dahulu dengan cara tanaman dimasukkan kedalam wadah kontainer plastik yang diisi 50% atau sekitar 20 liter air limbah yang diperoleh dari tempat pengambilan tanaman, aklimatisasi dilakukan untuk penyesuaian tanaman terhadap lingkungan barunya, aklimasi dilakukan selama 7 hari sebelum dilakukan prosedur penelitian.



**Gambar 3.3** Skema Lahan Basah Sistem Sub Surface Flow Wetlands

#### 3.4.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Persiapan bak reaktor/wetland dengan bahan plastik berukuran 40 cm x 30 cm x 17 cm.
- Pengambilan air limbah penatu dari *The Blues Laundry* Gampong Lamgugob Kota Banda Aceh pada pagi hari jam 10.00 (puncak jam kegiatan penatu) menggunakan jerigen, kemudian air limbah dipisahkan kedalam botol plastik 1L untuk diuji di Laboratorium BARISTAND Kota Banda Aceh.
- Kemudian sisa sampel air limbah penatu yang telah digunakan untuk pengujian di Laboratorium, dialirkan ke dalam bak reaktor yang sudah berisi media kerikil dan pasir dan juga tanaman yang sudah diaklimatisasikan selama 7 hari.
- Kemudian air limbah didiamkan selama 10 hari di dalam bak reaktor.
- Fitoremediasi dilakukan dengan mengamati variasi jumlah tanaman, dengan menggunakan 2 bak reaktor. Pada bak pertama (BR1) berisi 10 tanaman, dan bak ke dua (BR2) berisi 20 tanaman rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dengan waktu pengambilan yaitu hari 3, hari 6 dan hari 10.
- Dilakukan analisis Laboratorium terhadap penurunan parameter limbah cair penatu yaitu BOD, COD dan Fosfat. Pengujian dilakukan di Laboratorium



Teknik Pengujian Kualitas Lingkungan, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia Universitas Syiah Kuala.

### 3.5 Analisis Parameter Penelitian

#### 3.5.1 Pengukuran BOD (SNI 06.6989.72.2009)

Pengukuran BOD dari sampel air menggunakan metode *winkler*. Metode tersebut akan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

1. Pembuatan larutan buffer fosfat atau larutan nutrisi
  - a. 1,7g amonium klorida dilarutkan ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ), 21,75g kalium hidrogen fosfat ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ), 8,5g kalium dihidrogen fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) dan 33,4g dinatrium hidrogen fosfat heptahidrat ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ).
  - b. Diencerkan sampai 1 liter setelah dimasukkan air bebas dari mineral.
2. Pembuatan larutan nutrisi (larutan magnesium sulfat)
  - a. Diencerkan sampai 1 liter setelah dilarutkan 22,5g magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) dengan air bebas mineral.
3. Pembuatan larutan nutrisi (kalsium klorida)
  - a. Diencerkan sampai 1 liter setelah dilarutkan 27,5 kalsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) anhidrat dengan air bebas mineral.
4. Pembuatan larutan nutrisi (larutan ferri klorida)
  - a. Diencerkan sampai 1 liter setelah dilarutkan 0,25g feri klorida ( $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) dengan air bebas mineral.
5. Pembuatan larutan suspense bibit mikroba
  - a. Dari bibit mikroba (limbah domestik) lalu diambil supernatan.
  - b. Suspensi dilakukan aerasi segera, hingga digunakan.
6. Pembuatan larutan air pengencer
  - a. Disiapkan niminal 7,5 mg/L air bebas mineral yang jenuh oksigen.
  - b. Disiapkan botol gelas yang bersih untuk memasukkannya.
  - c. Diatur suhunya pada kisaran  $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ .
  - d. Air bebas mineral jenuh oksigen ditambahkan kedalam setiap 1 liter.
  - e. Larutan nutrisi yang tersusun dari larutan buffer fosfat  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$  dan  $\text{FeCl}_3$  dimasukkan kedalam masing-masing 1 mL.

- f. Dalam setiap 1 liter air bebas mineral ditambahkan bibit mikroba.
7. Pembuatan larutan glutamat dan asam glukosa
- Pada suhu  $103^{\circ}\text{C}$  dikeringkan glukosa dan asam glutamat selama 1 jam.
  - 150 mg asam glutamat dan 150 mg glukosa ditimbang, kemudian dilarutkan dengan air bebas mineral sampai 1 liter
8. Pembuatan larutan asam sulfat (asam dan basa)
- Sambil diaduk, sedikit demi sedikit dimasukkan 28 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat kedalam  $\pm 800$  mL air bebas mineral.
  - Diencerkan dengan air bebas mineral sampai 1 liter.
9. Pembuatan larutan asam dan basa (larutan natrium hidroksida)
- Dalam air bebas mineral dilarutkan 40g NaOH sampai 1 liter.
10. Pembuatan larutan natrium sulfit
- Larutan ini disiapkan segera saat akan digunakan dengan cara dalam 1 liter air bebas mineral dilarutkan 1,575g  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ .
11. Pembuatan larutan inhibitor nitrifikasi allylthiourea (ATU) ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{S}$ )
- Dalam 500 mL air bebas mineral dilarutkan 2,0g ATU ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{S}$ ).
  - Ditambahkan 1 liter air bebas mineral.
  - Pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  larutan akan disimpan.
12. Pembuatan larutan asam asetat
- Dengan 250 mL air bebas mineral diencerkan 250 mL asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) glasial (massa jenis 1,049).
13. Pembuatan larutan kalium iodida 10%
- Dengan air bebas mineral 100 mL dilarutkan 10 g kalium iodida (KI).
14. Pembuatan larutan indikator amilum (kanji)
- Dalam 100 mL air bebas mineral dimasukkan 2 g kanji dan  $\pm 0,2$  g asam salisilat.
  - Dipanaskan hingga larut sambil diaduk.
15. Prosedur kerja pengujian BOD
- Ditandai masing-masing kedua botol DO dengan label  $A_1$  dan  $A_2$ .
  - Dalam masing-masing botol DO ( $A_1$  dan  $A_2$ ) dimasukkan larutan contoh uji yang sudah diencerkan sampai 1 L hingga meluap, kemudian masing-masing

botol ditutup secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara.

- c. Disekitar mulut botol DO yang telah ditutup tambahkan air bebas mineral dan lakukan pengocokkan beberapa kali.
- d. Diletakkan dalam lemari incubator  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  botol  $A_2$  selama 5 hari.
- e. DO meter yang sudah terkalibrasi digunakan untuk pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan botol  $A_1$ . Pengukuran oksigen terlarut pada nol hari harus dilakukan paling lama 30 menit setelah pengenceran. Hasil pengukuran merupakan nilai oksigen terlarut nol hari ( $A_1$ ).
- f. Untuk botol  $A_2$  yang telah diinkubasi 5 hari  $\pm$  6jam diulangi pengerjaan seperti butir (e). Nilai yang diperoleh dari Hasil pengukuran merupakan nilai oksigen terlarut 5 hari ( $A_2$ ).
- g. Untuk penetapan blanko dengan menggunakan larutan pengencer tanpa contoh uji dilakukan pengerjaan butir (a) sampai (f). Nilai oksigen terlarut nol hara ( $B_1$ ) dan nilai oksigen terlarut 5 hari ( $B_2$ ) merupakan hasil pengukuran yang diperoleh.
- h. Untuk penetapan kontrol standar dengan menggunakan larutan glukosa-asam glutamat dilakukan pengerjaan butir (a) sampai (f). Nilai oksigen terlarut nol hara ( $C_1$ ) dan nilai oksigen terlarut 5 hari ( $C_2$ ) merupakan hasil pengukuran yang diperoleh.
- i. Terhadap beberapa macam pengenceran contoh uji dilakukan kembal pengerjaan butir (a) sampai (f).

#### 16. Perhitungan

Nilai BOD contoh uji dapat dihitung sebagai berikut:

$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{VB}\right) Vc}{P} \quad (3.1)$$

**Keterangan:**

- $P$  = Perbandingan dari volume.  
 $V_C$  = Volume suspensi mikroba dalam botol.  
 $V_B$  = Volume suspensi mikroba (mL) dalam botol DO blanko.  
 $B_2$  = Kadar oksigen terlarut blanko setelah inkubasi (5 hari) (mg/L).  
 $B_1$  = Kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L).  
 $A_2$  = Kadar oksigen terlarut contoh uji setelah inkubasi (5 hari) (mg/L).  
 $A_1$  = Kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (0 hari)(mg/L).  
 $BOD_5$  = Nilai contoh uji (mg/L).

**3.5.2 Pengukuran COD (SNI 06.6989.73.2009)**

Pengukuran COD dari sampel air menggunakan metode refluks tertutup secara titrimetri. Metode tersebut akan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

1. Pembuatan larutan pereaksi asam sulfat
  - a. Didalam 1000 mL  $H_2SO_4$  pekat dilarutkan 10,12 g serbuk  $Ag_2SO_4$  kemudian aduk hingga merata.
2. Pembuatan larutan baku kalium dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) 0,01667 M ( $\approx 0,1$  N) (digestion solution).
  - a. Didalam air bebas organik 500 mL dilarutkan 4,903 g  $K_2Cr_2O_7$  yang telah dikeringkan pada suhu  $150^\circ C$  selama 2 jam.
  - b. Ditambahkan 33,3 g  $HgSO_4$  dan 167 mL  $H_2SO_4$  pekat.
  - c. Diencerkan sampai 1000 mL dan didinginkan pada suhu ruang.
3. Pembuatan larutan indikator ferroin
  - a. Diencerkan air bebas organik 100 mL kemudian dilarutkan 1,485 g 1,10 *phenanthroline monohydrate* dan 695 mg  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ .
4. Pembuatan larutan baku Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0,05 M
  - a. Dalam 300 mL air bebas organik dilarutkan  $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$  sebanyak 19,6 g.
  - b. Ditambahkan 20 mL  $H_2SO_4$  pekat.
  - c. Ditempatkan sampai 1000 mL lalu dinginkan.



5. Pembuatan larutan asam sulfat ( $\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$ )

- Untuk mg  $\text{NO}_2\text{-N}$  yang ada dalam contoh uji ditambahkan 10 mg asam sulfamat.

6. Pembuatan larutan baku Kalium Hidrogen Ftalat ( $\text{HOOC C}_6\text{H}_4 \text{COOK}$ , KHP)  
 $\approx$  COD 500 mg  $\text{O}_2/\text{L}$

- Dikeringkan pada suhu  $110^\circ\text{C}$  KHP sampai berat konstan.
- Didalam air bebas organik 1000 mL dilarutkan 425 mg KHP.
- Apabila disimpan dalam kondisi temperatur  $4^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  dan tidak ada pertumbuhan mikroba maka dapat digunakan selama 1 minggu.

7. Prosedur kerja pengujian COD

- Dipipet contoh uji kemudian ditambahkan digestion solution dan selanjutnya ditambahkan larutan asam sulfat ke dalam tabung sebagai larutan pereaksi, seperti yang dinyatakan dalam Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Contoh Uji dan Larutan Pereaksi untuk Berbagai macam Digestion Vessel

| Digestion Vessel     | Contoh Uji (mL) | Digestion Solution (mL) | Larutan Pereaksi Asam Sulfat (mL) | Total Volume (mL) |
|----------------------|-----------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| <b>Tabung kultur</b> |                 |                         |                                   |                   |
| 16 X 100 mm          | 2,50            | 1,50                    | 3,5                               | 7,5               |
| 20 X 150 mm          | 5,00            | 3,00                    | 7,0                               | 15,0              |
| 25 X 150 mm          | 10,00           | 6,00                    | 14,0                              | 30,0              |
| <b>Standar Ampul</b> |                 |                         |                                   |                   |
| 10 mL                | 2,50            | 1,50                    | 3,5                               | 7,5               |

Sumber: Pengukuran COD (SNI 06.6989.73.2009)

- Ditutup dan homogenkan dengan cara tabung dikocok perlahan.
- Dilakukan digestion tabung selama 2 jam pada suhu pemanasan  $150^\circ\text{C}$  yang telah dipanaskan.

- d. Direfluks sampai suhu ruang dan didinginkan perlahan-lahan contoh uji. Untuk menghindari terjadinya tekanan gas contoh uji dibuka dan sesekali ditutup pada saat dilakukan pendinginan
  - e. Untuk tahapan titrasi contoh uji dipindahkan secara kuantitatif dari ampul ke Erlenmeyer.
  - f. Dicatat volume larutan FAS yang digunakan setelah indikator ferrion ditambahkan sebanyak 0,05 mL-0,1 mL atau 1-2 tetes dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik sambil dititrasi dengan baku FAS 0,05 M, hingga warna berubah dari hijau-biru menjadi coklat-kemerahan.
  - g. Volume larutan FAS dicatat setelah langkah (a) sampai (f) dilakukan terhadap air bebas organik blanko.
8. Perhitungan
- Nilai COD contoh uji dapat dihitung sebagai berikut:

$$COD \text{ mg/L} = \frac{(A-B) \times M \times 8000}{mL \text{ contoh uji}} \quad (3.2)$$

**Keterangan:**

*COD* = Nilai contoh uji (mg/L).

*M* = Molaritas larutan FAS.

*8000* = Berat miliequivalent oksigen x 1000 mL/L.

*A* = Volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko (mL).

*B* = Volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh uji (mL).

### 3.5.3 Pengukuran Fosfat (SNI 06.6989.31.2005)

Pengukuran Fosfat dari sampel air menggunakan metode spektrofotometer secara asam askorbat. Metode tersebut akan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

1. Pembuatan larutan asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 5N
  - a. Dimasukkan 70 mL asam sulfat pekat ke dalam gelas piala yang berisi 300 mL air suling dan diletakkan pada penangas es.
  - b. Diencerkan larutan dengan air suling sampai 500 mL dan dihidrogenkan.

2. Pembuatan larutan kalium antimonil tartrat ( $(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ )
  - a. Dimasukkan 1,3715 g kalium antimonil tartrat dan 400 mL air suling ke dalam labu ukur 500mL.
  - b. Ditambahkan air suling hingga tepat pada tanda tera dan dihomogenkan.
3. Pembuatan larutan amonium molibdat ( $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )
  - a. Dilarutkan 20 g ammonium molibdat dalam 500 mL air suling dan dihomogenkan.
4. Pembuatan larutan asam askorbat  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$  0,1 M
  - a. Dilarutkan 1,76 g asam askorbat dalam 100 mL air suling.
5. Pembuatan larutan campuran
  - a. Dicampurkan 50 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N, 5 mL larutan kalium antimonil tartrat, 15 mL larutan ammonium molibdat dan 30 mL larutan asam askorbat secara berturut-turut.
6. Kalium dihidrogen fosfat anhidrat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )
7. Prosedur kerja pengujian Fosfat
  - a. Dipipet 50 mL contoh uji secara duplo dan dimasukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer.
  - b. Ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalin. Jika terbentuk warna *pink* (merah muda), ditambahkan tetes demi tetes  $\text{H}_2\text{SO}_4$  5N sampai warnanya hilang.
  - c. Ditambahkan 8 mL larutan campuran dan dihomogenkan.
  - d. Dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu antara 10 sampai 30 menit.
8. Perhitungan  
 Nilai Fosfat contoh uji dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kadar Fosfat (mg P/L)} = C \times fp \quad (3.3)$$

**Keterangan:**

- $C$  = Kadar yang didapatkan dari hasil pengukuran (mg/L).  
 $fp$  = Faktor pengenceran.

### 3.6 Pengolahan Data

Analisis data merupakan salah satu proses penting dalam sebuah eksperimen. Dikarenakan untuk melakukan analisis data, peneliti perlu melakukan pengolahan agar bisa disimpulkan dalam hasil yang sesuai dengan kaidah ilmiah dan mudah dipahami oleh khalayak. Maka untuk itu, diperlukan kreatifitas dan juga kemampuan analisa yang tinggi agar mendapati hasil yang memuaskan. Analisis data berasal dari hasil pengumpulan data. Oleh karena itu, analisis data dalam eksperimen ini berfungsi untuk memberi nilai, arti dan makna yang terkandung dalam data itu sendiri. Proses pengolahan data analisis dilakukan dengan menggunakan beberapa aplikasi seperti *Microsoft Word* untuk pelaporan hasil, *Microsoft Excel* untuk analisis data, *Power Point* untuk pelaporan hasil, *Photoshop* untuk mengolah gambar, untuk analisis statistik efektifitas tanaman dalam menurunkan kadar pada limbah cair penatu, dan aplikasi *ArcGIS* untuk mengolah petaklokasi pengambilan sampel.





## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian Limbah Cair Penatu Menggunakan Metode Fitoremediasi Dengan Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)

Adapun pada penelitian ini telah dilakukan uji pendahuluan pada parameter BOD, COD dan Fosfat yang menunjukkan hasil melebihi batas ambang baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Baku Mutu Air Sungai dan Sebagainya, dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 4.1. Hasil dari uji pendahuluan ini bertujuan untuk dapat mengetahui nilai awal parameter pada limbah cair penatu tersebut dengan menggunakan metode fitoremediasi dengan tanaman rumput gajah.

Berdasarkan hasil dari proses penelitian ini bahwa dengan penggunaan variasi jumlah tanaman rumput gajah sebanyak 10 dan 20 batang, dinyatakan efektif dalam menurunkan kadar parameter BOD, COD dan Fosfat pada limbah cair penatu *The Blues Laundry* Gampong Lamgugob Kota Banda Aceh, dan dengan variasi waktu tinggal yang berbeda yaitu 3 hari, 6 hari dan 10 hari. Pada variasi jumlah tanaman bak reaktor 1 dan 2 penurunan kadar parameter BOD, COD dan Fosfat terkecil terjadi pada hari ke-10 pada masing-masing parameter tersebut dengan jumlah variasi tanaman 20 batang, dimana pada parameter BOD dapat menurunkan hingga 94,3% dan COD sebesar 90,9% dan Fosfat sebesar 36,9%. Nilai kadar parameter hasil pengujian setelah pengolahan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Seperti pada penelitian Erwin, dkk (2017) pengolahan limbah cair *laundry* pada *constructed wetland tipe subsurface flow system* menggunakan efektifitas tanaman *Cyperus rotundus* dalam menurunkan konsentrasi Fosfat dan COD dengan variasi waktu tinggal yaitu 2 hari, 4 hari, 6 hari dan 8 hari, masing-masing persentase yaitu Fosfat menjadi 76,06%, 82,24%, 64,39%, 7,41% dan persentase COD adalah 88,84%, 94,79%, 83,98%, 84,52%. Dengan demikian dapat

dinyatakan bahwa semakin lama waktu tinggal dan semakin banyaknya tanaman yang digunakan maka semakin banyak pula kadar polutan yang diturunkan.

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian Awal Parameter Limbah Cair Penatu

| No | Parameter | Hasil Pengujian Awal | Baku Mutu PP No. 22 | Keterangan               |
|----|-----------|----------------------|---------------------|--------------------------|
| 1  | BOD       | 383,68               | 12 mg/L             | Tidak Memenuhi Baku Mutu |
| 2  | COD       | 632,62               | 80 mg/L             | Tidak Memenuhi Baku Mutu |
| 3  | Fosfat    | 1,38                 | 1.0 mg/L            | Tidak Memenuhi Baku Mutu |

**Keterangan:** Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Tentang P3LH Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya

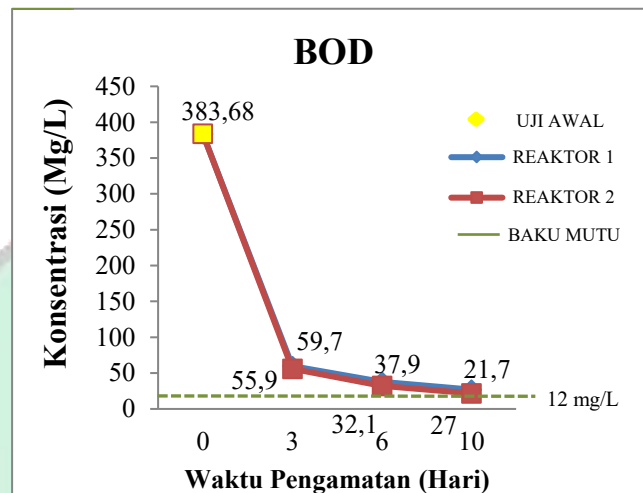
**Tabel 4.2** Hasil Pengujian dengan Tanaman Rumput Gajah  
(*Pennisetum purpureum*)

| No | Parameter | Hasil Pengujian |           | Baku Mutu PP No. 22 | Keterangan     |                | Efisiensi (%) |
|----|-----------|-----------------|-----------|---------------------|----------------|----------------|---------------|
|    |           | Reaktor 1       | Reaktor 2 |                     | Reaktor 1      | Reaktor 2      |               |
| 1  | BOD       | 27              | 21,7      | 12 mg/L             | Tidak Memenuhi | Tidak Memenuhi | 94,3          |
| 2  | COD       | 72,732          | 57,217    | 80 mg/L             | Memenuhi       | Memenuhi       | 90,9          |
| 3  | Fosfat    | 1,2             | 0,87      | 1.0 mg/L            | Tidak Memenuhi | Memenuhi       | 36,9          |

**Keterangan:** Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Tentang P3LH Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya

#### 4.1.1 Kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Berdasarkan hasil uji penelitian pada parameter BOD setelah melalui proses fitoremediasi menggunakan tanaman rumput gajah diketahui bahwa mengalami penurunan yang sangat signifikan, dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



**Gambar 4.1** Grafik Penurunan Parameter BOD

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, untuk kadar BOD mengalami penurunan yang signifikan hal ini terjadi pada setiap reaktor seperti yang ada pada Gambar 4.1. dan 4.3. Adapun nilai parameter BOD sebelum pengolahan adalah 383,68 mg/l dan setelah pengolahan selama 10 hari nilai yang didapatkan yaitu 27,0 mg/l pada reaktor 1 dan 21,7mg/l pada reaktor 2. Sehingga jika ditinjau dari parameter BOD belum memenuhi syarat untuk dialirkan ke badan air berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 22 tahun 2021.

Penurunan nilai parameter BOD, diduga disebabkan oleh adanya kecukupan oksigen yang dibutuhkan oleh tanaman dan mikroorganisme dalam mengurai bahan organik yang ada pada limbah cair penatu tersebut. Pada penelitian Suprihatin (2014), menjelaskan bahwa terjadi hubungan sinergi terhadap tanaman dalam menurunkan zat organik dalam reaktor fitoremediasi, sehingga menyebabkan konsentrasi BOD dalam reaktor tersebut mengalami penurunan dan juga tanaman yang tumbuh dengan baik dan dapat menyerap zat organik yang terdapat dalam air

limbah, semakin banyak tanaman yang digunakan maka nilai BOD semakin kecil, yang berarti semakin baik kualitas air limbah tersebut.

Adapun akar serabut rumput gajah diduga memiliki banyak bakteri pengurai sehingga dapat membuat kadar BOD semakin rendah, dengan demikian semakin banyak akar serabut yang tumbuh dan menyebar, maka semakin banyak pula polutan dari limbah cair penatu yang dapat diserap. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Safitri (2020) jenis bakteri yang banyak terdapat pada akar rumput gajah ialah bakteri PGPR. Bakteri PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) adalah suatu kelompok bakteri yang hidup secara saprofit pada daerah rhizosfer atau daerah perakaran. Secara umum fungsi PGPR dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dibagi dalam tiga kategori yaitu : (1) sebagai pemacu/perangsang pertumbuhan (biostimulan), (2) sebagai penyedia hara (biofertilizer), (3) sebagai pengendali patogen yang berasal dari tanah (bioprotektan).

Menurut Wijayanti, 2016 menurunnya kadar BOD tersebut menunjukkan bahwa oksigen yang diperlukan untuk merombak senyawa-senyawa organik toksik semakin sedikit. Dalam proses perombakan ini senyawa-senyawa organik diubah menjadi senyawa organik sederhana seperti karbon dioksida, air dan amonia. Bila zat organik dihilangkan dari larutan melalui pengolahan secara proses biologi menggunakan bakteri sebagai mikroorganisme, terjadi dua fenomena dasar sebagai berikut, oksigen dikonsumsi oleh bakteri untuk memperoleh energi, dan masa sel baru terbentuk. Kebutuhan oksigen tersebut dipenuhi melalui penggelembungan udara ke dalam limbah (proses aerasi).

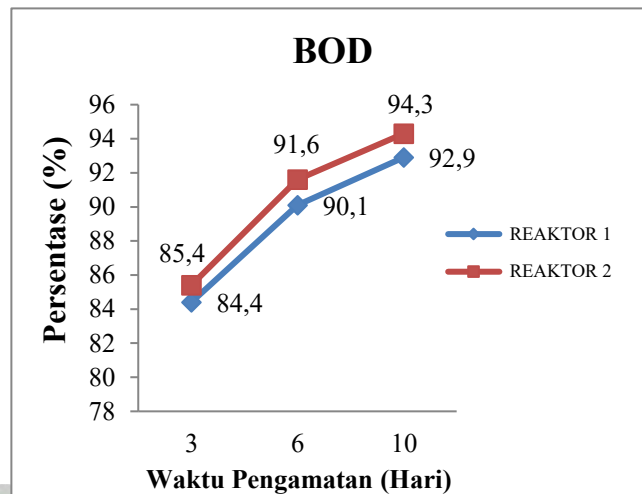
Melalui proses fitoremediasi dengan menggunakan akar tanaman rumput gajah, berhasil menurunkan kadar BOD yang ada pada limbah cair penatu, akar rumput gajah adalah golongan akar serabut (*Fibrousroot System*) hal ini diduga akar tersebut mampu mengikat polutan yang ada didalam limbah cair penatu. Dengan adanya keberadaan akar serabut yang dimiliki oleh rumput gajah berfungsi untuk membuat tanaman lebih kokoh meskipun akar serabut lebih lemah dibandingkan dengan akar tunggal, selain itu akar serabut juga berfungsi untuk menyerap air dan zat-zat mineral dari tanah untuk menuju ke bagian tubuh tumbuhan yang membutuhkan dapat dilihat pada Gambar 4.2.





**Gambar 4.2** Akar Serabut Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)

Menurut Santriya, dkk (2013) akar serabut mampu mengakumulasi polutan yang ada pada tanah dan air melalui akar dan menyebarkan ke seluruh organ tumbuhan. Akar serabut memiliki banyak rambut akar dengan ukuran yang kurang lebih sama besar dan keluar dari pangkal akar menyebar kesamping dan ke segala arah, akar serabut membentuk cabang dengan ukuran percabangan yang tidak terlalu berbeda.

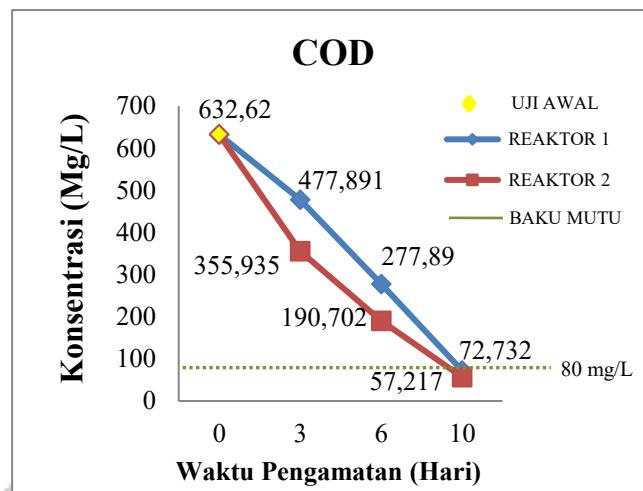


**Gambar 4.3** Grafik Persentase Parameter BOD

Persentase penurunan kadar BOD dihari ke-3 pada reaktor 1 sebanyak 84,4% sedangkan pada reaktor 2 sebanyak 85,4% untuk reaktor 1 pada hari ke-6 dan hari ke-10 terus mengalami hasil yang lebih baik, nilai persentase terus meningkat, sama halnya pada reaktor ke-2 juga mengalami hal yang sama. Hal ini diduga terjadi dikarenakan oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme pada tanaman rumput gajah mencukupi, maka menyebabkan tingkat persentase nilai keberhasilan kadar BOD pada limbah penatu menggunakan tanaman rumput gajah meningkat, akar rumput gajah adalah golongan akar serabut (*Fibrousroot System*) akar tanaman rumput gajah mampu mengikat polutan yang ada didalam limbah cair penatu, hal ini juga dapat meningkatkan tingkat keberhasilan persentase kadar BOD semakin meningkat.

#### 4.1.2 Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Berdasarkan hasil uji penelitian pada parameter COD setelah melalui proses fitoremediasi diketahui bahwa mengalami penurunan seiring dengan semakin lamanya waktu tinggal, dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



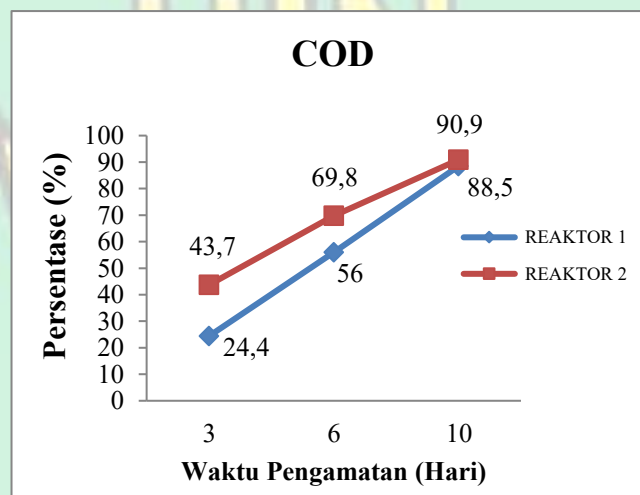
**Gambar 4.4** Grafik Penurunan Parameter COD

Berdasarkan grafik laju penurunan kadar COD pada Gambar 4.4 dan 4.5 diketahui bahwa kadar COD yang terdapat pada limbah cair penatu mengalami penurunan selama dalam pengolahan menggunakan metode fitoremediasi dengan tanaman rumput gajah, penurunan yang signifikan terjadi pada hari ke-10 hasil yang didapatkan adalah 72,732 mg/l pada reaktor 1 dan 57,217 mg/l pada reaktor 2, nilai yang didapatkan pada hari ke-10 telah memenuhi syarat baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah nomor 22 tahun 2021. Penurunan nilai parameter COD, hal ini disebabkan oleh keberadaan tanaman rumput gajah didalam air limbah yang menyerap bahan-bahan organik pada air limbah, tanaman rumput gajah tentu melakukan fotosintesis dan menghasilkan oksigen, sehingga proses ini dapat mensuplai kebutuhan oksigen yang akan digunakan untuk menguraikan bahan organik yang terdapat didalam air limbah (Supradata, 2005).

Penurunan COD juga disebabkan oleh bantuan alam sekitar yang mempunyai kemampuan untuk membersihkan polutan yang berlangsung secara alami dalam badan air atau yang disebut dengan *self purification*. Selain dikarenakan adanya aktivitas mikroorganisme, penurunan COD diduga disebabkan oleh adanya proses rhizodegradasi dengan pelepasan produk ke zona akar, dalam proses fitoremediasi dikenal dengan rhizodegradasi. Rhizodegradasi adalah penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba seperti ragi, fungi atau bakteri yang berada disekitar tanaman rumput gajah. Mikroba menguraikan atau mengubah bahan-

bahan organik yang ada pada polutan untuk digunakan sebagai bahan nutrient, dan akar menghasilkan eksudat yang akan meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme (Mangkoedihardjo dan Samudro, 2010).

Setelah proses rhizodegradasi dapat menurunkan kadar COD, selanjutnya terdapat proses fitovolatilisasi juga diduga menyebabkan konsentrasi COD menurun. Fitovolatilisasi adalah proses pelepasan kontaminan ke udara setelah terserap oleh tanaman, yang mana semua zat mempunyai tekanan uap dengan tingkatan yang berbeda-beda, dan yang menentukan banyak sedikitnya tingkat fitovolatilisasi. Semakin banyak jumlah tanaman rumput gajah, akan semakin besar pula penyisihan konsentrasi COD dan terdapat pengaruh luas area tanam tanaman rumput gajah terhadap penyisihan COD (Pribadi, N. R. 2016).



**Gambar 4.5** Grafik Persentase Parameter COD

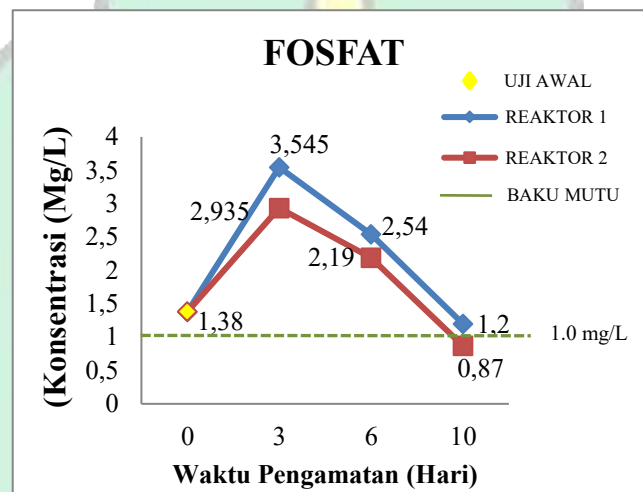
Persentase penurunan kadar COD dihari ke-3 pada reaktor 1 sebanyak 24,4% sedangkan pada reaktor 2 sebanyak 43,7% untuk reaktor 1 pada hari ke-6 dan hari ke-10 terus mengalami hasil yang lebih baik, nilai persentase terus meningkat, sama halnya pada reaktor ke-2 juga mengalami hal yang sama. Tingkat persentase keberhasilan COD diduga disebabkan oleh adanya proses rhizodegradasi yang terdapat pada akar tanaman rumput gajah, rhizodegradasi berfungsi mengurai zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba. Mikroba menguraikan bahan-bahan organik sebagai bahan nutrient, dan akar menghasilkan eksudat yang meningkatkan pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme oleh sebab itu nilai persentase



keberhasilan pada kadar COD meningkat dikarenakan keberadaan mikroba yang terdapat pada akar tanaman rumput gajah.

#### 4.1.3 Kadar Fosfat ( $\text{PO}_4$ )

Hasil uji penelitian pada parameter Fosfat mengalami kenaikan dan penurunan setelah melalui proses fitoremediasi, akan tetapi kenaikan yang terjadi tidak terlalu tampak signifikan. Dapat dilihat hasil kadar Fosfat pada Gambar 4.6 berikut.



**Gambar 4.6** Grafik Penurunan Parameter Fosfat

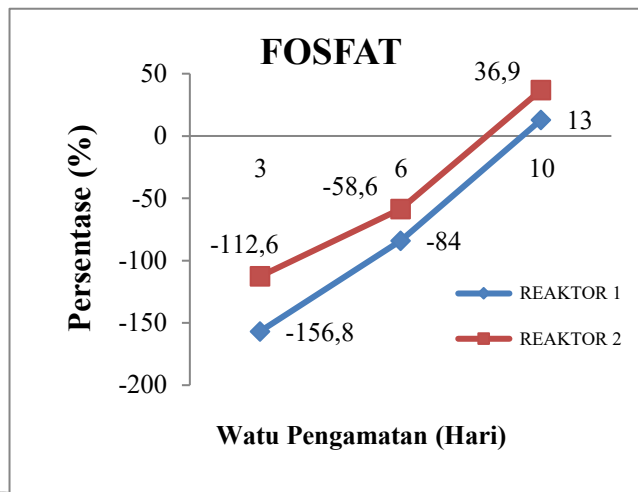
Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan, untuk reaktor 1 dan 2 mengalami kenaikan pada pengamatan hari ke-3 dan hari ke-6, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.6 akan tetapi terjadi penurunan yang optimal pada hari ke-10 pada masing-masing reaktor Menurut Mankoedihardjo dan Samudro (2010) kenaikan nilai kadar Fosfat terjadi dikarenakan penyerapan Fosfat melalui akar hingga sebagian-bagian tanaman dan terakumulasikan lagi hingga mengalami peningkatan removal pada kandungan Fosfat. Pada hari ke-10 kadar Fosfat mengalami penurunan pada setiap reaktor, yaitu pada reaktor 1 sebesar 1,2 mg/l dan pada reaktor 2 sebesar 0,87 mg/l, hal ini disebabkan oleh penumbuhan tunas-tunas baru yang muncul pada masing-masing reaktor sehingga kandungan Fosfat pada

limbah cair dapat berkurang. Akar tanaman berperan sangat baik dalam penyerapan kadar Fosfat yang terkandung pada limbah cair (Hermawati dkk, 2005).

Fosfat terdapat dalam air limbah sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Ortofosfat adalah senyawa monomer seperti  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ , dan  $\text{PO}_4^{3-}$  sedangkan polifosfat juga disebut “*condensend phosphates*” merupakan senyawa polimer seperti  $(\text{PO}_3)_6$  (heksametafosfat),  $\text{P}_3\text{O}_{10}$  (tripolifosfat) dan  $\text{P}_2\text{O}_7$  (pirofosfat) fosfat organik adalah P yang terikat dengan senyawa-senyawa organik sehingga tidak berada dalam larutan secara terlepas. Dalam air limbah atau buangan, fosfor P yang terlepas dan senyawa P selain yang disebutkan di atas hampir tidak ditemui (Ginting, A, R, 2020).

Penyerapan yang terjadi pada akar tanaman rumput gajah diduga disebabkan oleh adanya rhizobakteri, bakteri pelarut fosfat juga berperan pada metabolisme vitamin D yang memperbaiki setiap pertanaman akar tanaman rumput gajah dan meningkatkan serapan hara yang ada pada limbah cair, dan juga menghasilkan enzim antara lain enzim fosfatase dan enzim fitase (Haryanti, R, 2018).

Mikroorganisme Menurut Wijayanti, 2016 fosfatase merupakan enzim yang akan dihasilkan apabila ketersediaan fosfat rendah. Fosfatase diekskresikan oleh akar tanaman dan mikroorganisme. Wijayanti, 2016 juga menerangkan bahwa enzim fitase adalah enzim yang menghidrolisis asam fitat menjadi mio-inositol dan fosfat anorganik, kemudian mio-inositol fosfat dipecah lebih lanjut menjadi monofosfat.



**Gambar 4.7** Grafik Persentase Parameter Fosfat

Persentase penurunan kadar Fosfat dihari ke-3 pada reaktor 1 sebanyak -156,8% sedangkan pada reaktor 2 sebanyak -112,6% untuk reaktor 1 pada hari ke-6 dan hari ke-10 terus mengalami hasil yang lebih baik, nilai persentase terus meningkat, sama halnya pada reaktor 2 juga mengalami hal yang sama. Kenaikkan nilai hasil persentase disebabkan kerana adanya rhizobakteri pada akar rumput gajah yang berfungsi untuk medegradasi kadar limbah cair penatu yang menyebabkan tingkat persentase keberhasilan kadar fosfat meningkat, rhizobakteri juga berperan penting dalam memperbaiki akar tanaman rumput gajah dan meningkatkan serapan unsur hara yang terdapat pada limbah cair.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada judul ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) sangat efektif dalam menurunkan kadar parameter BOD, COD dan Fosfat pada limbah cair penatu *The Blues Laundry* Gampong Lamgugob Kota Banda Aceh, dengan masing-masing penurunan yaitu BOD sebesar 94,3% dan COD sebesar 90,9% dan Fosfat sebesar 36,9%.
2. Perlakuan variasi kerapatan atau jumlah tanaman dengan 10 dan 20 batang tanaman mampu menurunkan kadar BOD, COD dan Fosfat pada limbah cair penatu *The Blues Laundry* Gampong Lamgugob Kota Banda Aceh.

#### 5.2 Saran

Adapun saran dan masukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini untuk kedepannya perlu diuji lanjut terhadap parameter limbah penatu lainnya seperti TTS, minyak dan lemak, MBAS dan pH, dengan menggunakan tanaman rumput gajah (*Pennisetum purpureum*).
2. Penelitian ini kedepannya disarankan untuk membuat media fitoremediasi yang lebih maksimal dan inovatif, agar dapat menanggulangi limbah cair usaha penatu baik yang berskala kecil hingga skala besar.
3. Diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan tanaman rumput gajah dengan variasi jumlah tanaman untuk melihat proses fitoremediasi kadar yang ada pada limbah.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anggreani, W. E. 2018. Fitoremediasi Phospat dengan Pemanfaatan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica forsk.*) Ditinjau dari Jumlah dan Waktu Tinggal (Studi Kasus pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry). Universitas Muhammadiyah, Semarang.
- Dzakwan, M.A dan Ni'am, A.C. 2021. Kajian Jenis Tanaman Rumput untuk Teknologi Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Berat. Jurnal Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITATS. (13-16) : 414, (29) : 417.
- Erwin, P.E., Joko. T., Lanang. D. H. 2017. Efektivitas *Constructed Wetlands Tipe Sub Surface Flow Sistem* Dengan Menggunakan Tanaman *Cyperus rotundus* untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan COD pada Limbah Cair Laundry. Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal). 5 (1) : 445.
- Fildzah, A. R. 2016. Pengolahan Limbah Domestik Kawasan Pesisir dengan *Subsurface Constructed Wetland* Menggunakan Tanaman *Jatropha curca L.* Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan, Vol. 8, No. 2, Hal. 80-88.
- Ginting, A, R. 2020. Penentuan Kadar Fosfat (PO<sub>4</sub>) pada Air Limbah Menggunakan Spektrofotometer UV-Visible pada PT. Sucofindo Medan. Universitas Sumatra Utara.
- Hakim, L. 2016. Pengolahan Limbah Laundry dengan Menggunakan Tanaman Kenaf (*Hibiscus cannabinus L.*). Tesis Program Magister. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Haryanti, R. 2018. Potensi Tanaman Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) Sebagai Agen Fitoremediasi Terhadap Herbisida Glifosat (*Organofosfat*). UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.

- Hasan, R. 2016. Dampak COD Terhadap Manusia dan Lingkungan. Diakses pada 20 Januari 2020, dari <https://www.scribd.com/doc/298153196/Dampak-COD-Terhadap-Manusia-Dan-Lingkungan>.
- Hermawati, E. Dkk. 2005. Fitoremediasi Limbah Detergent Menggunakan Kayu Apu (*Pistia statiotes L*) dan Genjer (*Limnocharis flava L*). BioSMART. Vol. 7, No. 2, Hal. 117.
- Kusuma, D. A, Fitria. L dan Kadaria. U. 2019. Pengolahan Limbah Laundry Dengan Menggunakan Metode Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah. Vol. 02, No. 1, 2019. 001-010.
- Lestari, D. E. 2012. Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Metode Rawa Buatan (*Constructed Wetland*). Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Islam Negeri Alaudin, Makasar.
- Mangkoehardjo, S dan Sumadro, G. 2010. Fitoteknologi Terapan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Ningseh, H. N. F. 2017. Formulasi Deterjen Serbuk Sebagai Penyuci Najis *Mughalladzah* Dengan Variasi Tanah Kaolin-Nano Bentonit. UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Baku Mutu Air Sungai dan Sebagainya. Lampiran VI.
- Pribada, N. R. 2016. Pengaruh Luas Penutupan Kiambang (*Salvinia molesta*) Terhadap Penurunan COD, Amonia, Nitrit dan Nitrat pada Limbah Cair Domestik (*Grey Water*) dengan Kontinyu. Jurnal Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro. Vol. 5, No. 4.

- Purnama, I. G. H dan Purnama, S. G. 2015. Pengolahan Air Limbah Binatu (*Laundry*) dengan Menggunakan Metode Lahan Basah Buatan (*Horizontal Sub Surface Flow Constructed Wetlands*). Laporan Penelitian Dosen Muda Bagian Kesehatan Lingkungan. Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.
- Puspitahati, C. 2012. Studi Kinerja Biosand Filter dalam Mengolah Limbah *Laundry* dengan Parameter Fosfat. Teknik Lingkungan ITB, Surabaya. Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Putra, I. K. S. 2015. Penurunan Kadar COD, Surfaktan dan Fosfat Limbah Laundry Dengan Biosistem Tanaman. Universitas Udayana, Bukit Jimbaran.
- Qomariyah, S. K. 2016. Perencanaan Bangunan Pengolahan *Grey Water* Rumah Tangga dengan Lahan Basah Buatan dan Proses Pengolahannya. Jurnal Matriks Teknik Sipil.
- Raissa, D. G. 2017. Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry dengan Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*). Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Safitri, U, R. 2020. Isolasi dan Karakterisasi Rhizobakteri dari Perakaran Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) yang Berpotensi Sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). Skripsi thesis. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Santriyana, dkk. 2013. Eksplorasi Tanaman Fitoremediasi Aluminium (Al) yang Ditumbuhkan pada Limbah IPA PDAM Tirta Khatulistiwa Kota Pontianak. Jurnal Ilmiah, Universitas Tanjungpura. Vol. 1, No. 1, Hal. 9.
- Setiawan. 2014. Rekayasa Media Tanam Pada Proses Fitoremediasi untuk Menurunkan Kandungan Fe dan Mn pada Air Asam Tambang dengan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Vertikal Bawah Permukaan.

- SNI 06.6989.72.2009. Air Dan Air Limbah – Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/BOD*).
- SNI 06.6989.73.2009. Air Dan Air Limbah – Bagian 73: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (*Chemical Oxygen Demand/COD*). Dengan Refluks Tertutup Seraca Spektrofotometri.
- SNI 06.6989.31.2005. Air Dan Air Limbah – Bagian 73: Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat.
- Sudewo, A. R. 2016. *Hibrid Constructed Wetland (HCW)* Sebagai Upaya Pengolahan Air Limbah Domestik pada Pemukiman Padat Penduduk di Daerah Bantaran Sungai, Studi Kasus: Kejawan Gebang Kelurahan Gebang Bantaran Sungai. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Supradata. 2005. Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tumbuhan Hias *Cyperus alternifolius, L.* Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (*SSF-Wetlands*). Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Suprihatin, H. 2014. Kandungan Organik Limbah Cair Industri Batik Jetis Sidoarjo dan Alternatif Pengolahannya. Tugas Akhir. Institut Teknologi Pembangunan, Surabaya.
- Wijayanti, W. A. 2016. Pemanfaatan Bakteri Indigenus dalam Remediasi Limbah Cair Binatu “X” dengan Media Lumpur Aktif. Jurnal Biologi, Fakultas Teknobiologi. Vol. 1, No. 1, Hal. 8-9.



## LAMPIRAN A

### Data Dokumentasi Penelitian

|                                                                                     |                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Lokasi pengambilan sampel limbah cair binatu <i>The Blues Laundry</i><br/>Gampong Lamgugob Kota Banda<br/>Aceh.</p> |
|   | <p>Proses pengambilan sampel menggunakan metode <i>Grab</i>.</p>                                                       |
|  | <p>Lokasi pengambilan tanaman rumput gajah (<i>Pennisetum purpureum</i>).</p>                                          |
|  | <p>Proses pengambilan tanaman rumput gajah.</p>                                                                        |



Proses pembuatan reaktor 1 dan 2.



Ketebelan media pasir 10 cm.



Ketebelan media kerikil 5 cm.

|                                                                                     |                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Pembersihan akar tanaman rumput gajah.</p>                                                                                  |
|   | <p>Proses aklimatisasi tanaman rumput gajah.</p>                                                                               |
|  | <p>Limbah cair penatu <i>The Blues Laundry</i> Gampong Lamgugob Kota Banda Aceh, yang belum melewati proses fitoremediasi.</p> |
|  | <p>Akar rumput gajah setelah melewati proses aklimatisasi.</p>                                                                 |





Tanaman rumput gajah pada hari-0.



Kondisi tanaman rumput gajah pada hari ke-3.





|                                                                                     |                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Limbah cair penatu yang sudah melewati proses pengolahan dengan waktu tinggal selama 3 hari.</p> |
|   | <p>Kondisi tanaman rumput gajah pada hari ke-6.</p>                                                 |
|  |                                                                                                     |
|  | <p>Limbah cair penatu yang sudah melewati proses pengolahan dengan waktu tinggal selama 6 hari.</p> |



Kondisi tanaman rumput gajah pada hari ke-10.



Limbah cair penatu yang sudah melewati proses pengolahan dengan waktu tinggal selama 10 hari.

## LAMPIRAN B

### Hasil Uji Analisis



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SYIAH KUALA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK KIMIA

#### LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN

Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222  
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: [ltpk1@che.unsyiah.ac.id](mailto:ltpk1@che.unsyiah.ac.id)

#### LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 034/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Irma Sinatul Fany  
Alamat Pelanggan : Meunasah Krueng-Aceh Besar  
Tanggal di Terima : 26 Januari 2022  
Jenis Contoh Uji : Air Limbah Laundry  
Kode Contoh Uji : BR-1 Kecil, H-3  
Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa  
Tanggal di Analisa : 26 Januari 2022-31 Januari 2022  
Baku Mutu : Lampiran X Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia  
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

| No. | Parameter Uji                    | Satuan | Baku Mutu | Hasil Analisa | Ket. |
|-----|----------------------------------|--------|-----------|---------------|------|
| 1.  | Fosfat ( $\text{PO}_4$ )         | mg/l   | 2         | 3,545         |      |
| 2.  | Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD) | mg/l   | 75        | 59,7          |      |
| 3.  | Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)  | mg/l   | 180       | 477,891       |      |

Darussalam, 31 Januari 2022

Ketua,

Dr. Ir. Edi Munawar, S.T., M.Eng.  
NIP. 19691210 199802 1001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
 UNIVERSITAS SYIAH KUALA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 JURUSAN TEKNIK KIMIA  
**LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN**  
 Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222  
 Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: [ltpk@che.unsyiah.ac.id](mailto:ltpk@che.unsyiah.ac.id)

### LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 035/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Irma Sinatul Fany  
 Alamat Pelanggan : Meunasah Krueng-Aceh Besar  
 Tanggal di Terima : 26 Januari 2022  
 Jenis Contoh Uji : Air Limbah Laundry  
 Kode Contoh Uji : BR-2 Besar, H-3  
 Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa  
 Tanggal di Analisa : 26 Januari 2022-31 Januari 2022  
 Baku Mutu : Lampiran X Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia  
 Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

| No. | Parameter Uji                    | Satuan | Baku Mutu | Hasil Analisa | Ket. |
|-----|----------------------------------|--------|-----------|---------------|------|
| 1.  | Fosfat ( $\text{PO}_4$ )         | mg/l   | 2         | 2,935         |      |
| 2.  | Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD) | mg/l   | 75        | 55,9          |      |
| 3.  | Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)  | mg/l   | 180       | 355,935       |      |

Darussalam, 31 Januari 2022

Ketua

**Dr. Ir. Edi Munawar, S.T., M.Eng.**  
 NIP. 19691210 199802 1001





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SYIAH KUALA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
**LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN**  
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222  
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: [ltpl@che.unsyiah.ac.id](mailto:ltpl@che.unsyiah.ac.id)

### LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 036/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Irma Sinatul Fany  
Alamat Pelanggan : Meunasah Krueng-Aceh Besar  
Tanggal di Terima : 29 Januari 2022  
Jenis Contoh Uji : Air Limbah Laundry  
Kode Contoh Uji : BR-1 Kecil, H-6  
Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa  
Tanggal di Analisa : 29 Januari 2022-3 Februari 2022  
Baku Mutu : Lampiran X Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia  
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

| No. | Parameter Uji                    | Satuan | Baku Mutu | Hasil Analisa | Ket. |
|-----|----------------------------------|--------|-----------|---------------|------|
| 1.  | Fosfat ( $\text{PO}_4$ )         | mg/l   | 2         | 2,540         |      |
| 2.  | Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD) | mg/l   | 75        | 37,9          |      |
| 3.  | Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)  | mg/l   | 180       | 277,890       |      |

Darussalam, 8 Februari 2022  
Ketua,

  
**Dr. Ir. Edi Munawar, S.T., M.Eng.**  
NIP. 19691210 199802 1001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SYIAH KUALA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
**LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN**  
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222  
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: [ltpk@che.unsyiah.ac.id](mailto:ltpk@che.unsyiah.ac.id)

### LEMBAR HASIL UJI

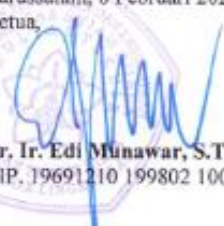
Nomor: 037/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Irma Sinatul Fany  
Alamat Pelanggan : Meunasah Krueng-Aceh Besar  
Tanggal di Terima : 29 Januari 2022  
Jenis Contoh Uji : Air Limbah Laundry  
Kode Contoh Uji : BR-2 Besar, H-6  
Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa  
Tanggal di Analisa : 29 Januari 2022-3 Februari 2022  
Baku Mutu : Lampiran X Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia  
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

| No. | Parameter Uji                    | Satuan | Baku Mutu | Hasil Analisa | Ket. |
|-----|----------------------------------|--------|-----------|---------------|------|
| 1.  | Fosfat ( $\text{PO}_4$ )         | mg/l   | 2         | 2,190         |      |
| 2.  | Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD) | mg/l   | 75        | 32,1          |      |
| 3.  | Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)  | mg/l   | 180       | 190,702       |      |

Darussalam, 8 Februari 2022

Ketua,

  
Dr. Ir. Edi Munawar, S.T., M.Eng.  
NIP. 19691210 199802 1001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS SYIAH KUALA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
**LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN**  
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222  
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: [itpkd@che.unsyiah.ac.id](mailto:itpkd@che.unsyiah.ac.id)

### LEMBAR HASIL UJI

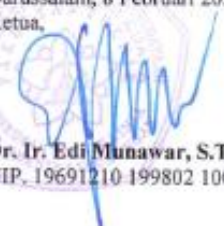
Nomor: 038/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Irma Sinatul Fany  
Alamat Pelanggan : Meunasah Krueng-Aceh Besar  
Tanggal di Terima : 2 Februari 2022  
Jenis Contoh Uji : Air Limbah Laundry  
Kode Contoh Uji : BR-1 Kecil, H-10  
Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa  
Tanggal di Analisa : 2 Februari 2022-7 Februari 2022  
Baku Mutu : Lampiran X Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia  
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

| No. | Parameter Uji                    | Satuan | Baku Mutu | Hasil Analisa | Ket. |
|-----|----------------------------------|--------|-----------|---------------|------|
| 1.  | Fosfat (PO <sub>4</sub> )        | mg/l   | 2         | 1,200         |      |
| 2.  | Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD) | mg/l   | 75        | 27,0          |      |
| 3.  | Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)  | mg/l   | 180       | 72,732        |      |

Darussalam, 8 Februari 2022

Ketua,

  
**Dr. Ir. Edi Munawar, S.T., M.Eng.**  
NIP. 19691210-199802 1001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
 UNIVERSITAS SYIAH KUALA  
 FAKULTAS TEKNIK  
 JURUSAN TEKNIK KIMIA  
**LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN**  
 Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 Telepon/Fax. (0651) 7552222  
 Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: [tpkl@che.unsyiah.ac.id](mailto:tpkl@che.unsyiah.ac.id)

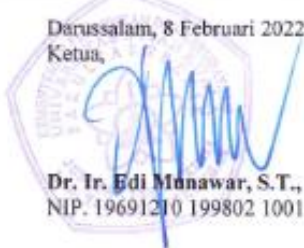
### LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 039/JTK-USK/LTPKL/2022

Nama Pelanggan : Irma Sinatul Fany  
 Alamat Pelanggan : Meunasah Krueng-Aceh Besar  
 Tanggal di Terima : 2 Februari 2022  
 Jenis Contoh Uji : Air Limbah Laundry  
 Kode Contoh Uji : BR-2 Besar, H-10  
 Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa  
 Tanggal di Analisa : 2 Februari 2022–7 Februari 2022  
 Baku Mutu : Lampiran X Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia  
 Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

| No. | Parameter Uji                    | Satuan | Baku Mutu | Hasil Analisa | Ket. |
|-----|----------------------------------|--------|-----------|---------------|------|
| 1.  | Fosfat (PO <sub>4</sub> )        | mg/l   | 2         | 0,870         |      |
| 2.  | Kebutuhan Oksigen Biokimia (BOD) | mg/l   | 75        | 21,7          |      |
| 3.  | Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD)  | mg/l   | 180       | 57,217        |      |

Darussalam, 8 Februari 2022  
 Ketua,

  
**Dr. Ir. Eddi Manawar, S.T., M.Eng.**  
 NIP. 19691210 199802 1001