

**PENURUNAN KADAR PENCEMAR LIMBAH BINATU
DENGAN METODE *CONSTRUCTED WETLAND*
MENGUNAKAN TANAMAN RUMPUT TEKI
(*Cyperus rotundus*)**

TUGAS AKHIR

Diajukan oleh:

SRI ROLIYA

NIM. 160702013

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



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM – BANDA ACEH
2021 M / 1442 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PENURUNAN KADAR PENCEMAR LIMBAH BINATU DENGAN
METODE *CONSTRUCTED WETLAND* MENGGUNAKAN TANAMAN
RUMPUT TEKI (*Cyperus rotundus*)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh

**SRI ROLIYA
NIM. 160702013
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**

Disetujui oleh

Pembimbing I,

**Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901**

Pembimbing II,

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

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan,**


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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENURUNAN KADAR PENCEMAR LIMBAH BINATU DENGAN
METODE *CONSTRUCTED WETLAND* MENGGUNAKAN TANAMAN
RUMPUT TEKI (*Cyperus rotundus*)**

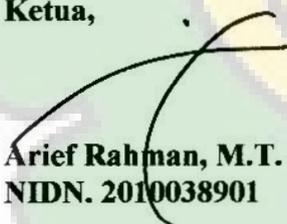
TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

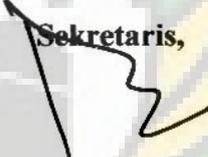
Pada Hari/Tanggal: Senin, 28 Juli 2021
18 Zulhijjah 1442 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

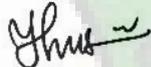
Ketua,


Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901

Sekretaris,


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

Penguji I,


Husnawati Yahya, M.Sc.
NIDN. 2009118301

Penguji II


Aulia Rahendi, M.Sc.
NIDN. 2010048202

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




Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sri Roliya
NIM : 160702013
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul : Penurunan Kadar Pencemar Limbah Binatu Dengan Metode *Constructed Wetland* Menggunakan Tanaman Rumput Teki (*Cyperus rotundus*)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian skripsi saya 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 asli 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 siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 1 September 2021
Yang Menyatakan,



Sri Roliya

ABSTRAK

Nama : Sri Roliya
NIM : 160702013
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Penurunan Kadar Pencemar Limbah Binatu Dengan Metode *Constructed Wetland* Menggunakan Tanaman Rumput Teki (*Cyperus rotundus*)
Tanggal Sidang : 28 Juli 2021
Tebal Skripsi : 73 Lembar
Pembimbing I : Arief Rahman, M. T.
Pembimbing II : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
Kata Kunci : Limbah Binatu, *Constructed Wetland*, Rumput Teki (*Cyperus rotundus*)

Sistem pengolahan limbah cair binatu dengan metode lahan basah buatan (*constructed wetland*) menggunakan tanaman rumput teki (*Cyperus rotundus*) dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif dalam mengatasi permasalahan yang terjadi di lingkungan perairan. Tanaman rumput teki dapat ditemukan di mana saja, selama ini rumput teki dianggap sebagai gulma dan tahan terhadap kondisi ekstrim. Oleh karena itu, tanaman rumput teki digunakan sebagai fitoremediator untuk mengurangi polutan yang terkandung dalam limbah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan rumput teki dan pengaruh waktu pengolahan selama delapan hari dalam menyisihkan parameter fosfat, kekeruhan dan pH. Reaktor penelitian menggunakan tanaman rumput teki sebanyak 48 batang dengan variasi waktu 0, 2, 4, 6 dan 8 hari. Efektivitas penyisihan parameter fosfat pada hari ke-8 adalah 58,60%. Efektivitas penyisihan parameter kekeruhan pada hari ke-8 adalah 78,46%.

ABSTRACT

Name : Sri Roliya
NIM : 160702013
Study Program : Environmental Engineering
Title : Decreasing Contaminant Levels in Laundry Waste Using Constructed Wetland Method Using Teki Grass Plants (*Cyperus rotundus*)
Date of Session : 28 July 2021
Thesis Thickness : 73 Page
Advisor I : Arief Rahman, M.T.
Advisor II : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
Keywords : Laundry Waste, Constructed Wetland, *Cyperus rotundus*

Laundry wastewater treatment system using the constructed wetland method using nut grass (*Cyperus rotundus*) can be used as an alternative in overcoming problems that occur in the aquatic environment. Puzzle grass plant can be found anywhere, so far, puzzle grass is considered a weed that has no benefits and is resistant to extreme conditions. Therefore, these plants are used as phytoremediators to reduce pollutants contained in the waste. One of the processing methods can be done with a constructed wetland system. The advantages of constructed wetlands are that they can remove contaminants and make the treated water cleaner. This study aims to analyze the ability of nut grass and the effect of processing time for 8 days in removing phosphate, turbidity and pH parameters. The research reactor used 48 stems of nut grass plant with time variations of 0, 2, 4, 6 and 8 days. The effectiveness of the removal of phosphate parameters on the 8th day was 58.60%. The effectiveness of the removal of turbidity parameters on the 8th day was 78.46%.

KATA PENGANTAR



Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT serta shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Penurunan Kadar Pencemar Limbah Binatu Dengan Metode *Constructed Wetland* Menggunakan Tanaman Rumput Teki (*Cyperus rotundus*)”**. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.

Penulis menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Azhar Amsal, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Sekretaris Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan juga selaku Penguji I Sidang Munaqasyah yang telah banyak memberikan arahan, motivasi dan dukungan selama masa perkuliahan.
4. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc., selaku Pembimbing Akademik dan juga selaku Penguji II Sidang Munaqasyah yang telah banyak memberikan arahan, motivasi dan dukungan selama masa perkuliahan
5. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku Pembimbing I dan juga selaku Ketua Sidang Munaqasyah yang selalu memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc., selaku Pembimbing II dan juga selaku Sekretaris Sidang Munaqasyah yang selalu memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Ibu Idariani yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
8. Ibu Nurul Huda S.Pd yang sudah banyak membantu dalam proses penelitian dan administrasi.
9. Bapak-bapak dan ibu- ibu dosen di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang telah memberikan pengetahuan yang
10. Seluruh staf/karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry yang telah memberikan banyak bantuan.
11. Teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat dan bantuan hingga kerjasamanya, dan
12. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan perbaikannya sehingga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Banda Aceh, 1 September 2021

Penulis,

Sri Roliya

LEMBAR PERSEMBAHAN

Pertama-tama puji syukur penulis panjatkan pada Allah SWT atas terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua yaitu Safwan M. Dian dan Ibunda Darwani Zakaria selaku orang tua dari penulis yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, do'a dan dukungan selama penulisan Tugas Akhir.
2. Rahmatul Achyar, Muhammad Rafi, Ferdiansyah dan Muhammad Azril selaku adik penulis yang selalu menghadirkan rasa sayang, do'a serta dukungan dan semangat.
3. Muhammad Nasrullah yang telah banyak membantu dan mensupport dalam pengerjaan Tugas Akhir.
4. Mella Saleha Saha, Khairunnisa, Desi Elvida dan Linda Septia Sri Nova yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.
5. Teman-teman seperjuangan angkatan 2016 yang telah mengisi hari-hari penuh dengan warna-warni selama perjuangan perkuliahan.
6. Senior dari angkatan 2014 dan 2015 yang telah membantu memberikan arahan dan bantuan dalam penulisan Tugas Akhir.
7. Semua pihak yang telah memberikan bantuan, yang tidak dapat disebut namanya satu persatu.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xiii
DAFTAR PERSAMAAN DAN PERHITUNGAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Limbah Cair	4
2.1.1 Sumber Limbah Cair	4
2.1.2 Karakteristik Limbah Cair	5
2.2 Limbah Cair Binatu	6
2.3 Indikator Pencemar Limbah Cair Binatu	11
2.3.1 Fosfat	11
2.3.2 Kekeruhan (<i>Turbidity</i>)	12
2.3.3 pH	13
2.4 Dampak Deterjen Terhadap Kesehatan dan Lingkungan	14
2.4.1 Gangguan Terhadap Kesehatan Manusia	15
2.4.2 Danau	15
2.4.3 Sungai	16
2.5 Sistem Lahan Basah (<i>Constructed Wetland</i>)	17
2.6 Rumput Teki (<i>Cyperus rotundus</i>)	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Umum	21
3.2 Diagram Alir Penelitian	21
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian	23
3.3.1 Waktu Penelitian	23
3.3.2 Lokasi Penelitian	23
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.4.1 Alat-Alat Penelitian	23
3.4.2 Bahan-Bahan Penelitian	23
3.5 Tahapan Penelitian	24
3.5.1 Persiapan Reaktor	24
3.5.2 Aklimatisasi Tanaman Rumput Teki (<i>Cyperus rotundus</i>)	24
3.6 Teknik Pengambilan Sampel	25
3.7 Metode Penelitian	25
3.8 Pengukuran Sampel Uji	25
3.8.1 Pengukuran Fosfat	25
3.8.2 Pengukuran Kekeruhan (<i>Turbidity</i>)	26
3.8.3 Pengukuran pH	26
3.9 Analisis Data	27
3.9.1 Analisis SPSS	27
3.9.2 Analisis Regresi (<i>Regression Linear</i>).....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Eksperimen	29
4.1.1 Kemampuan Rumput Teki Dalam Menyisihkan Parameter Fosfat, Kekeruhan dan pH	30
4.1.2 Pengaruh Waktu Pengolahan Terhadap Penyisihan Parameter Fosfat, Kekeruhan dan pH	32
4.2 Pembahasan	34
BAB KESIMPULAN DAN SARAN	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Rumput Teki (<i>Cyperus rotundus</i>)	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel	21
Gambar 3.3 Desain <i>Constructed Wetland</i>	22
Gambar 4.1 Grafik Penyisihan Fosfat Terhadap Waktu	28
Gambar 4.2 Grafik Penyisihan Kekeruhan Terhadap Waktu	29
Gambar 4.3 Grafik Penyisihan pH Terhadap Waktu	30
Gambar 4.4 Persentase Penyisihan Fosfat Terhadap Waktu	31
Gambar 4.5 Persentase Penyisihan Kekeruhan Terhadap Waktu	32



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Binatu	9
Tabel 2.2 Pembagian Taksonomi Rumput Teki (<i>Cyperus rotundus</i>)	17
Tabel 3.1 Hasil Eksperimen	27



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan/Lambang	Kepanjangan/Makna	
pH	Power of Hydrogen	2
STPP	Sodium Tripolyphosphate	5
COD	Chemical Oxygen Demand	6
BOD	Biological Oxygen Demand	6
N ₂	Nitrogen	6
LAS	Linear Alkyl Benzene Sulfonates	7
ABS	Alkyl Benzene Sulfonates	7
O ₂	Oksigen	10
HABS	Harmful Alga Blooms	10
NTU	Nephelometric Turbidity Unit	11
JTU	Jackson Turbidity Unit	11
FTU	Formazin Turbidity Unit	11
DO	Oksigen Terlarut	14
MDPL	Meter Dibawah Permukaan Laut	16
SNI	Standar Nasional Indonesia	23
SPSS	Statistical Product and Service Solutions	25

DAFTAR PERSAMAAN DAN PERHITUNGAN

Persamaan 3.1 Efektivitas Penyisihan Parameter Pencemar	25
Persamaan 3.2 Regresi Linear	26



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tahapan Persiapan Reaktor dan Pengujian Sampel	45
Lampiran 2 Perhitungan	54
Lampiran 3 Metode Pengujian Parameter dan Pengukuran Sampel	58
Lampiran 4 Hasil Analisis SPSS	61



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya jumlah penduduk di suatu daerah dapat terjadi seiring dengan berjalannya waktu. Apabila jumlah penduduk terus meningkat, maka jumlah limbah yang dihasilkan dan dibuang ke lingkungan juga semakin banyak, karena setiap manusia pasti akan menghasilkan limbah dari kegiatan produksinya. Dampak yang ditimbulkan dari hal tersebut yaitu meningkatnya permintaan masyarakat terhadap layanan jasa rumah tangga, salah satu contohnya adalah usaha Binatu (Pramita, 2020).

Pada saat ini, perkembangan industri binatu semakin berkembang pesat. Hal ini juga terjadi di Kota Banda Aceh seperti usaha Rumoh *Laundry* yang berada di Lhong Raya, Kecamatan Banda Raya, Banda Aceh. Dampak yang ditimbulkan dari pencemaran limbah binatu terhadap lingkungan yaitu terjadinya penurunan terhadap kualitas perairan baik dari segi estetika (keindahan) yang disebabkan karena bau busuk, timbulnya agen pembawa bibit penyakit seperti diare, hepatitis, kolera dan kerusakan ginjal, sehingga dapat mengakibatkan kesehatan atau daya tahan tubuh menjadi menurun (Nurajijah dkk., 2014).

Limbah cair binatu apabila tidak dikelola dengan baik dan benar maka dapat mencemari lingkungan dan mengganggu kehidupan biota perairan. Menurut Made (2017), teknik pengolahan limbah cair dapat dilakukan dengan proses kimia, fisika dan biologi. Salah satu tekniknya yaitu dengan cara fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan suatu proses yang melibatkan interaksi antara tanaman air dengan limbah yang dilakukan pengolahan yang bertujuan untuk mengurangi kadar polutan yang terdapat dalam limbah tersebut (Al Farokhi, 2016).

Salah satu metode pengolahannya dapat dilakukan dengan sistem lahan basah buatan (*constructed wetland*). Keunggulan dari *constructed wetland* yaitu dapat menghilangkan zat kontaminan dan menjadikan air yang diolah menjadi lebih bersih. Mekanisme pengolahan dengan *constructed wetland* yaitu dengan cara memanfaatkan peran antara tanaman air dengan mikroorganisme yang

terdapat di area akar tanaman atau sering juga disebut dengan *rizosphere* (Made, 2013).

Adapun tanaman yang memiliki tingkat remediasi yang baik di antaranya yaitu seperti rumput-rumputan, tanaman bintang air, rumput gajah, limbang dan tanaman lain sebagainya. Penelitian ini menggunakan tanaman rumput teki sebagai fitoremediator. Rumput teki memiliki beberapa keunggulan di antaranya yaitu memiliki akar serabut yang banyak, memiliki batang yang berongga dan memiliki kemampuan untuk menyerap unsur hara dalam jumlah yang besar. Selain itu, tanaman rumput teki tersebut dapat ditemukan di mana saja, rumput teki selama ini dianggap sebagai gulma yang tidak memiliki manfaat dan tahan terhadap kondisi yang ekstrim (Al Snafi, 2016).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana kemampuan rumput teki dalam menyisihkan parameter fosfat, kekeruhan dan menetralkan pH yang terdapat dalam limbah binatu dengan metode *constructed wetland*?
2. Bagaimana pengaruh waktu tinggal terhadap penyisihan parameter fosfat, kekeruhan dan menetralkan pH yang terdapat dalam limbah binatu dengan metode *constructed wetland* menggunakan tanaman rumput teki?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Untuk menganalisis kemampuan tanaman rumput teki dalam menyisihkan parameter fosfat, kekeruhan dan menetralkan pH yang terdapat dalam limbah binatu.
2. Untuk menganalisis pengaruh waktu tinggal terhadap penyisihan parameter fosfat, kekeruhan dan menetralkan pH yang terdapat dalam limbah binatu dengan metode *constructed wetland* menggunakan tanaman rumput teki

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Memanfaatkan tanaman rumput teki yang selama ini dianggap sebagai gulma.
2. Penelitian ini dapat menambah literatur untuk penelitian selanjutnya yang bahwa tanaman rumput teki mampu menyisihkan parameter fosfat, kekeruhan dan pH yang terdapat dalam limbah.
3. Sebagai karya tulis ilmiah dalam menyelesaikan program Studi Strata Satu Teknik Lingkungan.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan pada penelitian ini yaitu:

1. Pada penelitian ini hanya meneliti kemampuan dari tanaman rumput teki dalam menyisihkan parameter pencemar.
2. Parameter yang dianalisis pada penelitian ini adalah fosfat, kekeruhan dan pH.
3. Waktu tinggal limbah binatu dalam reaktor yaitu 0, 2, 4, 6 dan 8 hari.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair

Menurut Amri (2013) limbah cair merupakan hasil buangan akhir yang dihasilkan dari suatu kegiatan atau proses produksi, baik yang berasal dari bidang industri maupun di bidang rumah tangga. Air limbah yang langsung dibuang ke lingkungan tanpa dilakukan proses pengolahan terlebih dahulu dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan terhadap lingkungan dan membahayakan kesehatan manusia. Dengan adanya pengolahan untuk limbah cair sangat diperlukan supaya tidak mencemari lingkungan (Erwin dkk., 2017).

Menurut Hambandima (2017) limbah cair yaitu air buangan yang tidak memiliki manfaat dan nilai ekonomi sehingga dapat mengganggu kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Kehadiran limbah cair itu tidak diharapkan berada di lingkungan, maka dari itu limbah tersebut perlu diolah supaya tidak menimbulkan dampak-dampak yang buruk.

Air dapat dikatakan tercemar apabila di dalam air tersebut adanya penambahan sesuatu, baik berupa makhluk hidup, energi atau komponen lainnya baik proses itu disengaja maupun tidak disengaja yang masuk ke dalam perairan, baik itu yang disebabkan oleh perbuatan manusia maupun yang disebabkan oleh keadaan sekitar (alam) sehingga dapat menyebabkan kualitas air tersebut menurun dan tidak dapat digunakan sebagaimana peruntukannya.

2.1.1 Sumber Air Limbah

a. Limbah Rumah Tangga (*Domestic Waste Water*)

Limbah domestik adalah air buangan yang bersumber dari pemukiman penduduk yang terdiri dari air limbah ekskreta (tinja dan urin), air dari kamar mandi dan bekas cucian dapur. Limbah rumah tangga pada dasarnya banyak mengandung bahan-bahan organik.

b. Limbah Industri (*Industrial Waste Water*)

Air buangan dari kegiatan industri adalah buangan akhir yang dihasilkan akibat proses produksi dan dibuang ke lingkungan sekitar.

c. Limbah Kotapraja (*Municipal Waste Water*)

Air buangan kotapraja adalah air buangan yang bersumber dari daerah perkotaan, pasar-pasar, rumah makan, penginapan, tempat ibadah dan tempat-tempat umum lainnya.

2.1.2 Karakteristik Air Limbah

Menurut Arnita (2011), air limbah mempunyai beberapa karakteristik, diantaranya yaitu:

a. Karakteristik Kimiawi.

Air limbah mengandung berbagai campuran zat kimia organik yang berasal dari penguraian tinja, urine serta sampah-sampah lainnya serta zat-zat anorganik yang berasal dari air bersih.

b. Karakteristik Fisika

Karakteristik fisika air limbah terdiri dari warna, bau, temperatur dan padatan. Karakteristik warna pada air limbah biasanya disebabkan oleh bahan-bahan terlarut. Parameter bau menunjukkan dalam limbah tersebut mengandung komponen-komponen organik sehingga memicu timbulnya bau. Temperatur adalah suatu parameter yang berpengaruh terhadap proses fisika dan biologi, sedangkan padatan dan senyawa koloid dapat dilihat dari perubahan warna yang terjadi.

c. Karakteristik Bakteriologis

Karakteristik biologi dapat dilihat berdasarkan keberadaan mikroorganisme yang terdapat dalam air limbah. Mikroorganisme dan bakteri berperan penting dalam efisiensi proses biologi. Bakteri juga memiliki peran penting dalam mengevaluasi air limbah.

Adapun dampak-dampak yang disebabkan atau berasal dari kegiatan membuang limbah sembarangan yaitu antara lain:

- a. Dampak limbah terhadap manusia. Apabila limbah-limbah tersebut tidak diolah dengan benar, maka mengakibatkan kesehatan pada manusia menjadi

terganggu. Adapun beberapa jenis penyakit yang dapat ditimbulkan dari limbah tersebut yaitu: disentri, sesak nafas, keracunan, diare, gatal-gatal, penyakit tifus, tumbuhnya jamur pada kulit serta dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada sistem saraf.

- b. Dampak limbah terhadap lingkungan. Limbah dapat merusak lingkungan dan membuat estetika di lingkungan tersebut menurun secara drastis serta limbah tersebut juga dapat menyebabkan kematian terhadap makhluk hidup yang ada pada perairan (akuatik biota). Seperti ikan, ganggang dan mikroorganisme lainnya serta terganggunya kehidupan ekosistem di sekitar lingkungan tersebut.

2.2 Limbah Cair Binatu

Semakin banyak usaha rumah tangga yang berkembang salah satunya yaitu usaha jasa binatu. Dengan adanya usaha binatu ini dapat menjadikan perekonomian masyarakat menjadi meningkat, tetapi juga memiliki efek yang negatif terhadap lingkungan akibat limbah yang dibuang (Utami, 2013). Limbah binatu yang dihasilkan berupa sisa deterjen jika belum diolah dan langsung dialirkan ke badan air akan menimbulkan pencemaran. Kandungan yang terdapat dalam limbah cair binatu dapat berupa bahan-bahan kimia diantaranya yaitu surfaktan sebagai bahan utama dan *Sodium Tripolyphosphate* (STPP), dimana kedua bahan tersebut dapat menonaktifkan mineral kesadahan dalam air (Ratna, 2015).

Menurut Ratna (2015), kotoran yang terdapat pada baju atau pakaian dapat digolongkan menjadi 3, di antaranya yaitu keringat, debu dan zat pengotor yang berasal dari aktivitas komersial, pabrik maupun domestik. Adapun jenis kotoran tersebut dapat dikelompokkan menjadi:

1. Bahan yang mudah larut, misalnya seperti urea, gula, garam dan keringat.
2. Minyak dan lemak, misalnya seperti pelembab, minyak nabati, minyak hewani, minyak dan logam-logam mineral dan lemak yang bersumber dari serangga.
3. Protein yang berasal dari: susu, telur, darah serta keratin dari kulit.
4. Zat pewarna yang bersumber dari: sayuran, buah-buahan, kopi, teh dan anggur.
5. Partikel, misalnya seperti karbonan, silika, arang, humus dan oksida logam.

6. Karbohidrat, misalnya seperti kanji.

Menurut Widiyani (2010), bahan utama yang digunakan oleh usaha binatu adalah deterjen yang mengandung senyawa kimia. Limbah binatu yang dibuang ke perairan mengandung banyak zat pencemar, diantaranya yaitu fosfat, surfaktan, amonia, nitrogen, kekeruhan, COD (*Chemical Oxygen Demands*), BOD (*Biochemical Oxygen Demands*) dan kadar padatan terlarut. Dengan adanya kandungan tersebut di perairan maka dapat menimbulkan bau busuk serta terganggunya kehidupan akuatik biota. Fosfat yang terdapat pada deterjen berfungsi untuk mencegah datang kembali kotoran pada baju atau pakaian yang sudah dicuci. Pemakaian deterjen tersebut dapat mengakibatkan terjadinya penambahan zat pencemar fosfat dalam lingkungan perairan sehingga dapat memicu pertumbuhan algae (Tungka dkk, 2016).

Menurut Al Kholif dan Ratnawati (2017) kadar amonia dapat dihilangkan dan diolah dengan cara terjadinya reaksi biologis. Reaksi tersebut terjadi dengan cara berurutan antara nitrifikasi dan denitrifikasi, proses ini merupakan proses biologis yang memiliki tujuan untuk menghilangkan kadar amonium dalam bentuk gas N_2 .

Air yang baik adalah air yang bening atau jernih dan tidak keruh. Adapun faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya kekeruhan yaitu adanya kandungan bahan-bahan organik maupun anorganik yang terdapat dalam air contohnya seperti lumpur, tanah dan bahan-bahan yang dihasilkan dari buangan industri. Akibat yang ditimbulkan dari kekeruhan tersebut yaitu menjadikan perairan sulit dilewati oleh sinar matahari, membahayakan kehidupan akuatik biota dan makhluk hidup lainnya, serta dapat mempengaruhi sifat optis dan corak dari suatu perairan.

Menurut Suwahdendi (2016), pada dasarnya komponen penyusun deterjen adalah surfaktan, bahan aditif, *builders* dan *bleaching agent*. Surfaktan berperan aktif untuk mengangkat kotoran yang terdapat pada baju maupun pakaian baik yang larut maupun yang sukar larut dalam air. Jenis surfaktan dalam deterjen dikelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu nonionik, anionik, ion zwitter dan kationik. Jenis surfaktan anionik adalah salah satu jenis yang paling sering

digunakan dalam proses binatu, hal tersebut disebabkan karena biaya pembuatannya yang mudah dan dengan harga yang sangat terjangkau. Surfaktan jenis anionik tersebut merupakan produk terbesar yang dihasilkan hingga saat ini. Pada kelompok surfaktan jenis anionik ini, jenis yang sangat umum adalah *Linear Alkyl Benzene Sulfonates* (LAS) dan *Alkyl Benzene Sulfonates* (ABS) (Sanjaya dkk., 2013).

Menurut Suwahdendi (2016), surfaktan jenis *Alkyl Benzene Sulfonates* (ABS) merupakan jenis surfaktan yang dijadikan sebagai komposisi deterjen. *Alkyl Benzene Sulfonates* (ABS) dikenal sebagai hard detergent karena memiliki sifat yang sangat tahan terhadap penguraian biologis. Maka dari itu, *Alkyl Benzene Sulfonates* (ABS) disebut sebagai senyawa pencemar yang bersifat racun terhadap kehidupan akuatik biota. *Linear Alkyl Benzene Sulfonates* (LAS) dapat menurunkan tegangan permukaan perairan dan mengemulsi kandungan lemak sehingga digunakan sebagai pelarut lemak dan denaturasi protein. Jenis surfaktan yang lain juga digunakan sebagai pembersih pakaian seperti *Sodium Lauryl Ether Sulphate* dan *Nonylphenol* dari kelompok surfaktan nonionik (Verge dkk., 2010).

Selain surfaktan, kandungan lain yang terdapat dalam komposisi deterjen adalah builder yang dapat meningkatkan efisiensi surfaktan. Builder tersebut digunakan untuk melunakkan air yang sadah dengan cara mengikat mineral-mineral yang terlarut, sehingga surfaktan dapat berfungsi secara optimal. Adapun keunggulan dari builder yaitu dapat membantu menciptakan kondisi atau tingkat keasaman yang tepat supaya proses pembersihan dapat berlangsung dengan lebih baik serta membantu mensuspensikan kotoran-kotoran yang telah lepas.

Dalam builder banyak digunakan senyawa-senyawa kompleks, diantaranya yaitu natrium sitrat, natrium silikat, natrium silikat, fosfat. Kandungan deterjen pada umumnya mengandung jenis builder yang digunakan yaitu builder dalam bentuk *Sodium Tripolifosfat* (STPP). *Sodium Tripolifosfat* (STPP) yang terdapat pada deterjen bereaksi dengan ion kalsium dan ion magnesium yang terdapat dalam air yang bertujuan untuk mengurangi keberadaan ion kalsium dan ion magnesium bebas sehingga dapat mengurangi efektivitas surfaktan. Reaksi antara *Sodium Tripolifosfat* (STPP) dengan ion kalsium dan ion magnesium akan

membentuk padatan dan senyawa lain yang mengandung fosfat. Senyawa fosfat yang terdapat dalam deterjen digunakan untuk mencegah terjadinya kembali menempel kotoran pada pakaian yang sedang dicuci. Kesadahan air yang dipakai untuk mencuci akan mempengaruhi penggunaan terhadap deterjen karena tingkat kesadahan air dipengaruhi oleh kandungan ion kalsium dan ion magnesium dalam perairan. Kemampuan deterjen dalam membersihkan pakaian sangatlah tergantung pada beberapa faktor, contohnya seperti kualitas air, peralatan mencuci, jenis bahan pakaian, jenis kotoran dan komposisi deterjen (Suwahdendi, 2016).

Menurut Manalu (2013), apabila menggunakan air dengan tingkat kesadahan yang terlalu tinggi, maka padatan yang terbentuk dari akibat pengikatan ion kalsium dan ion magnesium oleh builder juga akan mengalami peningkatan, karena air sadah memerlukan banyak sabun atau deterjen sehingga dapat menghasilkan busa. Begitu juga sebaliknya, padatan yang terbentuk oleh builder akan lebih rendah apabila air yang dipakai untuk mencuci memiliki tingkat kesadahan yang rendah. Pada deterjen terdapat kandungan pemutih dan softener yang memiliki tujuan untuk melengkapi dan memaksimalkan proses pembersihan dan perawatan pada serat pakaian. Pemutih dan softener tersebut mengandung bahan-bahan berupa senyawa yang berbasis sodium.

Adapun keunggulan atau kelebihan dari sodium yaitu dapat melarutkan partikel-partikel dalam air, akan tetapi sodium tersebut sangat sulit untuk dipisahkan dari air kecuali dengan menggunakan metode pembalikan osmosis. Kandungan sodium tersebut apabila langsung dibuang ke lingkungan perairan akan berdampak terhadap penurunan kualitas air karena dapat mempengaruhi kadar garam (salinitas) dalam air.

Menurut Lubis (2015), binatu adalah suatu kegiatan kompleks yang melibatkan interaksi antara beberapa faktor kimia dan faktor fisika. Dalam proses tersebut kotoran yang melekat pada baju atau pakaian dibersihkan dengan menggunakan air dan deterjen. Selanjutnya kotoran-kotoran tersebut dilepaskan oleh larutan deterjen kemudian dilanjutkan dengan tahapan stabilisasi air yang mengandung kotoran supaya kotorannya tidak kembali menempel pada

permukaan baju. Limbah cair binatu yaitu air limbah yang bersumber dari kegiatan cuci-mencuci pakaian dengan menggunakan deterjen. Limbah tersebut dapat menjadi sumber pencemar bagi lingkungan perairan, hal tersebut disebabkan karena mengandung zat pencemar yang terdapat dalam limbah. Standar baku mutu terdapat pada Peraturan Gubernur DIY No. 5 Tahun 2010 mengenai standar baku mutun air limbah binatu pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Binatu

Parameter	Baku Mutu	Satuan
pH	6-9	-
Temperatur	$\pm 3^{\circ}\text{C}$ terhadap suhu udara	$^{\circ}\text{C}$
Konduktivitas	1562,5	$\mu\text{mhos/cm}$
BOD	50	mgO_2/L
COD	125	mgO_2/L
Kekeruhan	25	NTU
TSS	50	mg/L
TDS	1000	mg/L
Fosfat	3	mg/L
Deterjen	5	mg/L

Sumber: Peraturan Gubernur DIY No. 5 Tahun 2010

Adapun akibat lain yang dapat ditimbulkan dari pencemaran limbah binatu yaitu terjadinya *blooming algae* atau sering disebut dengan eutrofikasi. Eutrofikasi merupakan masalah lingkungan yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan terhadap lingkungan perairan dimana tanaman di perairan tersebut mengalami proses pertumbuhan yang sangat cepat dibandingkan dengan pertumbuhan normal. Ketika alga-alga tersebut mati, bakteri akan mengurai atau memecahnya menggunakan oksigen terlarut di dalam perairan (Aminah dkk., 2020).

Menurut Aminah dkk. (2020) pemicu eutrofikasi ini disebabkan karena adanya kandungan nitrat dan kandungan fosfat yang terlalu tinggi di perairan sehingga menyebabkan tumbuhan air mengalami pertumbuhan yang sangat cepat

dan tidak dapat dikendalikan. Akibat dari pertumbuhan yang berlebihan tersebut dapat menjadikan permukaan perairan menjadi tertutup sehingga sinar matahari yang masuk ke perairan menjadi terhalang yang berdampak berkurangnya oksigen terlarut dalam suatu perairan. Selain itu, dampak lain yang ditimbulkan dari eutrofikasi ini adalah air menjadi berbau dan keruh yang disebabkan oleh matinya tanaman lumut dalam air dan membusuk (Tungka dkk., 2017).

2.3 Indikator Pencemar Limbah Cair Laundry

2.3.1 Fosfat

Menurut Prayitno dan Afdal (2019), fosfat banyak terdapat dalam bahan pembersih yang menggunakan senyawa fosfat. Builder merupakan bahan yang dipakai pada produk deterjen. Adapun senyawa-senyawa kompleks yang sering dipakai dalam builder diantaranya yaitu natrium karbonat, natrium sitrat, fosfat dan zeolite. Senyawa fosfat bertujuan untuk mencegah kotoran-kotoran pada pakaian yang sudah dicuci untuk menempel kembali.

Kandungan fosfat yang tinggi menyebabkan terjadinya eutrofikasi, hal ini disebabkan karena suburnya alga dalam perairan tersebut. Eutrofikasi merupakan masalah bagi lingkungan hidup sehingga dapat menyebabkan terjadinya kerusakan terhadap ekosistem perairan karena tumbuhan air mengalami proses tumbuh yang sangat cepat dibandingkan dari pertumbuhan biasanya. Dalam lingkungan perairan senyawa fosfat tidak terdapat dalam keadaan bebas, akan tetapi terdapat dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut dalam perairan dan senyawa organik yang dapat berupa partikulat (Prayitno dan Afdal, 2019).

Penentuan fosfat dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.31-2005. Dampak dari terpaparnya fosfat yaitu dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada ginjal bahkan juga dapat merusak hati. Siklus terkontaminasi dengan senyawa fosfat yaitu dengan masuknya fosfat ke dalam peredaran tubuh, selanjutnya fosfat akan menempel dan masuk ke jaringan otot dan dapat mengendap pada hati dan ginjal serta menyebabkan organ vital tidak berfungsi secara optimal (Gemilang dkk., 2017). Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No. 5 Tahun 2010, adapun baku mutu fosfat yaitu 3 mg/L.

Menurut Suwahdendi (2016), adanya unsur hara yang banyak di lingkungan perairan dapat menimbulkan dampak positif maupun dampak negatif terhadap lingkungan perairan. Dampak positifnya yaitu produksi fitoplankton dan total produksi ikan menjadi meningkat. Dampak negatif yang ditimbulkan yaitu terjadinya penurunan kandungan kadar oksigen (O_2) di perairan, penurunan biodiversitas dan terkadang dapat memperbesar potensi muncul dan berkembangnya jenis fitoplankton berbahaya yang sering dikenal dengan istilah *Harmful Algae Blooms* atau HABS. Adanya nutrisi di perairan dibutuhkan oleh akuatik biota, akan tetapi apabila nutrisi tersebut yang masuk ke perairan dengan kadar yang sangat tinggi atau berlebihan maka dapat mengakibatkan kondisi lingkungan perairan menjadi eutropik (Tungka dkk., 2017).

Menurut Tungka dkk (2017), alga biru yang tumbuh subur di perairan akibat dari melimpahnya kandungan fosfat mampu memproduksi senyawa racun yang dapat meracuni perairan tersebut. Meskipun konsentrasi fosfat di perairan dikurangi, eutrofikasi masih dapat terjadi karena adanya mobilisasi fosfat dari endapan (sedimen) melalui proses kimia, biologi maupun fisika. Meskipun demikian, endapan (sedimen) tersebut memiliki peranan penting terhadap proses eutrofikasi karena endapan yang terdapat dalam perairan merupakan tempat atau sumbernya fosfat sekaligus sebagai penampung fosfat.

Macam-macam bentuk fosfat yang terdapat dalam limbah cair diantaranya yaitu ortofosfat, polifosfat dan fosfor organik. Polifosfat banyak digunakan dalam pembuatan deterjen sintetis. Komponen fosfat tersebut digunakan untuk membuat sabun sebagai pembentuk buih-buih, dengan adanya kandungan fosfat dalam limbah cair dapat menghambat proses penguraian atau degradasi oleh mikroorganisme perairan. Deterjen dapat mempercepat proses adsorpsi racun pada jenis-jenis ikan melalui insang dan bersifat persisten sehingga menyebabkan terjadinya akumulasi. Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk tersuspensi, terlarut atau terikat dalam sel mikroorganisme perairan (Prayitno dan Afdal, 2019).

2.3.2 Kekeruhan (*Turbidity*)

Menurut Cahyanto (2018), kekeruhan merupakan ukuran yang menggunakan efek cahaya sebagai dasar yang digunakan untuk mengukur keadaan air baku dengan memakai skala NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) atau JTU (*Jackson Turbidity Unit*) atau FTU (*Formazin Turbidity Unit*). Penyebab terjadinya kekeruhan karena adanya benda yang terlarut dengan air atau benda koloid dalam perairan. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya perbedaan yang signifikan dari segi keindahan maupun dari segi mutu air tersebut (Wibowo, 2019).

Tingkat kekeruhan biasanya disebut dengan turbiditas. Turbiditas pada perairan disebabkan oleh masuknya materi suspensi, seperti tanah lempung, tanah liat, lumpur yang mengendap, partikel organik yang koloid, plankton dan mikroorganisme mikroskopis lainnya. Adapun baku mutu untuk parameter kekeruhan (*turbidity*) berdasarkan PERMEN LH RI Nomor 5 Tahun 2014 yaitu 25 skala NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).

Menurut Wibowo (2019), tingkat kekeruhan diukur dengan perbandingan antara intensitas cahaya yang dipancarkan oleh sampel air limbah dengan cahaya yang dipancarkan oleh suspensi standar pada konsentrasi yang sama. Peningkatan konsentrasi padatan tersuspensi sebanding dengan peningkatan konsentrasi kekeruhan dan berbanding terbalik dengan kecerahan suatu perairan. Keberadaan total padatan tersuspensi pada suatu perairan dapat mempengaruhi intensitas cahaya matahari yang masuk dalam perairan. Adapun dampak yang ditimbulkan bagi badan air yaitu adanya absorpsi cahaya oleh air dan bahan-bahan terlarut, serta terjadinya pembiasan cahaya yang disebabkan oleh bahan-bahan yang terapung atau melayang.

2.3.3 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman air merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi aktivitas kehidupan akuatik biota. Terjadinya perubahan pH pada air tercemar adalah akibat yang ditimbulkan dari penguraian berbagai polutan organik yang terdapat dalam limbah sehingga akan mempengaruhi kehidupan akuatik biota (Hamuna dkk., 2018).

Budiarsa (2015), mengatakan bahwa sebagian akuatik biota menyukai kondisi pH yang berkisar antara 7-8.5 dan sangat sensitif terhadap perubahan nilai pH. Kondisi pH sangat mempengaruhi proses kimiawi yang berlangsung di perairan, seperti proses nitrifikasi akan mengalami hambatan apabila pH perairan mengalami penurunan. Akan tetapi, logam berat pada kondisi ionnya dan meningkatkan tingkat racunnya pada pH yang rendah. Penurunan nilai pH perairan dari pH 6 akan mengakibatkan terjadinya kelimpahan keanekaragaman plankton, zooplankton dan bentos, sementara nilai pH 5 ke bawah akan mengakibatkan terjadinya penurunan yang signifikan pada biomassa zooplankton dan mengakibatkan terjadinya peningkatan filamen alga hijau dan pada pH 4 sebagian besar tumbuhan hijau akan mati.

Derajat keasaman (pH) adalah suatu ukuran konsentrasi ion hidrogen dan menuju suasana air tersebut bereaksi asam/basa. Baku mutu limbah cair untuk parameter pH yaitu berkisar antara 6-9. Derajat keasaman menunjukkan suatu proses reaksi yang berada dalam lingkungan perairan seperti terjadinya suatu reaksi dalam kondisi asam/basa. Perairan yang bersifat netral memiliki nilai pH yaitu 7, perairan yang bersifat asam memiliki nilai pH < 7, dan untuk perairan yang bersifat basa memiliki nilai pH > 7. Kemudian Pancawati (2016) mengatakan bahwa penurunan pH disebabkan berbagai faktor seperti media tanam, proses fotosintesis dan respirasi, maupun bakteri.

Penentuan pH dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.11-2004 Tentang Cara Uji Kadar pH Dengan pH Meter. Nilai pH menunjukkan kadar tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen dalam air. Pada saat air memiliki kemampuan untuk mengikat atau melepaskan sejumlah ion hidrogen akan menunjukkan apakah air atau limbah tersebut bersifat asam atau basa. Adapun baku mutu pH untuk air limbah binatu berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No.5 Tahun 2010 ialah 6-9.

2.4 Dampak Deterjen Terhadap Kesehatan dan Lingkungan

Air merupakan pendukung ekosistem yang sangat kompleks dan didalamnya terjadi perubahan baik secara kimia, fisika maupun biologi. Perubahan spesifik sering juga disebabkan oleh adanya kegiatan membuang limbah sembarangan yang masuk ke badan air dan menyebabkan terjadinya

perubahan yang sangat signifikan. Contohnya seperti polutan organik yang dapat menyebabkan kadar oksigen dalam perairan menjadi tertekan yang dapat mempengaruhi kehidupan ikan, akuatik biota, nitrogen dan fosfor yang mengakibatkan *blooming algae*.

Dampak yang ditimbulkan dari kegiatan membuang limbah sembarangan ke lingkungan perairan dapat ditinjau dengan adanya perubahan baik dari segi struktur maupun dari segi fungsi berbagai komponen kehidupan dalam ekosistem tersebut. Perubahan ekosistem tersebut apabila terjadi secara berkelanjutan akan mempengaruhi fungsi ekosistem itu sendiri dalam perannya sebagai *natural purifier*.

Dampak terhadap lingkungan yaitu terjadinya eutrofikasi atau pertumbuhan algae secara meningkat. Apabila kondisi badan air sudah menghitam maka badan air akan sulit mengalami kontak dengan udara sehingga proses degradasi oleh mikroorganisme secara aerobik menjadi terhambat, sehingga proses penguraian limbah tersebut tidak berjalan cepat dan lancar. Perairan menjadi keruh, berwarna hitam dan berbau karena adanya lumut-lumut yang mati dan membusuk dalam perairan (Aminah dkk., 2020).

2.4.1 Gangguan terhadap kesehatan manusia

Dampak yang dapat ditimbulkan dari deterjen yaitu apabila kulit terjadi kontak langsung dengan deterjen maka kulit akan terasa kering, timbulnya bintik-bintik dan melepuh. Deterjen mengandung enzim kationik yang berguna untuk membasmi noda yang terdapat pada pakaian. Zat kationik tersebut merupakan zat racun, apabila tertelan dapat menyebabkan timbulnya rasa mual, muntah, kejang-kejang, syok bahkan koma.

2.4.2 Danau

Danau seringkali menjadi tempat pembuangan limbah baik yang bersumber dari industri maupun domestik. Danau menampung kadar nitrogen dan fosfor yang sangat tinggi yang terkandung dalam limbah sehingga memiliki pengaruh besar terhadap pertumbuhan alga. Akibat dari lamanya waktu penahanan, air yang mengenang (kondisi air yang tidak bergerak) serta banyaknya sinar matahari yang masuk ke perairan karena rendahnya bahan-bahan yang menyebabkan terjadinya

tingkat kekeruhan, serta memberikan keadaan yang kondusif terhadap pertumbuhan tanaman air dan menyebabkan terjadinya *blooming algae*. Pertumbuhan alga yang secara meningkat dapat menyebabkan kadar oksigen terlarut menjadi tertekan dan pada akhirnya berpengaruh terhadap kematian ikan-ikan yang terdapat dalam perairan tersebut (Asfawi, 2013).

2.4.3 Sungai

Akibat dari membuang limbah ke sungai yaitu dapat menjadikan kadar oksigen dalam air sungai tersebut menjadi rendah, hal tersebut disebabkan karena masuknya bahan-bahan organik dalam perairan. Sungai mempunyai kemampuan untuk reaerasi dengan sendirinya karena mengalami kontak dengan udara. Akan tetapi, kebutuhan kadar oksigen untuk keperluan biologis seringkali melebihi kapasitas reaerasi sehingga menyebabkan kadar oksigen menjadi tertekan. Adapun dampak lain yang ditimbulkan apabila limbah secara terus-menerus dibuang ke sungai yaitu akan mengakibatkan terjadinya penurunan kadar oksigen dalam air karena air limbah tersebut banyak mengandung bahan-bahan organik. Kadar oksigen terlarut yang terdapat dalam perairan merupakan hasil aerasi yang terjadi secara alamiah dan juga yang dihasilkan dari kegiatan deoksigenasi mikroorganisme.

Dari Asfawi (2013), oksigen terlarut memiliki peranan penting dalam lingkungan ekosistem perairan. Oksigen terlarut dalam sungai tersebut memiliki fungsi untuk mengubah populasi mikroba akan tetapi pada kenyataannya dapat dikendalikan atau dipengaruhi oleh adanya ketersediaan makanan yang berupa polutan-polutan organik. Pencemaran oleh bahan-bahan organik pada tingkat yang tinggi dapat menyebabkan berkurangnya kadar oksigen terlarut sehingga mengakibatkan berbagai akuatik biota termasuk ikan akan mati karena kekurangan oksigen yang diperlukan untuk bernafas. Kematian berbagai jenis ikan pada perairan akan mengakibatkan timbulnya bau yang tidak sedap dalam sungai tersebut. Akan tetapi, pencemaran oleh bahan-bahan organik pada tingkat yang rendah dapat menyebabkan berkurangnya kadar oksigen terlarut akan tetapi masih dalam keadaan cukup untuk memenuhi kebutuhan akuatik biota termasuk juga ikan dan perkembangannya.

Adapun akibat lainnya yaitu dapat terbentuknya nitrat dan fosfat yang bersumber dari hasil penguraian bahan-bahan organik sehingga dapat menumbuhkan *makrophyta* sebagai sumber makanan ikan dan jenis mikroorganisme lainnya. Dalam hal ini seharusnya kualitas air limbah yang dibuang harus benar-benar sesuai dengan persyaratan kualitas air limbah yang mengacu menurut Peraturan Perundang-Undangan.

2.5 Lahan Basah (*Constructed Wetland*)

Menurut Vymazal (2010), *constructed wetland* merupakan suatu sistem yang dirancang atau dibangun dengan memanfaatkan proses alamiah dengan menggunakan tanaman dan kumpulan mikroorganisme yang terkait untuk membantu dalam proses pengolahan air limbah. Adapun keunggulan dari sistem ini yaitu biaya yang harus dikeluarkan juga sangat murah serta perawatannya juga mudah.

Menurut Irawanto (2016), pada sistem *constructed wetland* tanaman air dan mikroba memiliki peran sebagai penyedia oksigen dan karbon yang bertujuan untuk mengubah senyawa yang kompleks menjadi sederhana seperti penguraian amonia dalam air limbah menjadi senyawa nitrit (nitrifikasi) melalui reaksi oksidasi. Tanaman air dan mikroba tersebut juga menyerap nutrisi serta polutan terlarut kemudian digunakan untuk proses biologis pada tanaman dan disimpan pada bagian-bagian tertentu pada tumbuhan air.

Menurut Muhsinin (2019), lahan basah buatan adalah suatu sistem pengolahan limbah terencana atau dapat dikontrol yang dirancang dan dibangun dengan melibatkan proses alami seperti media, vegetasi dan mikroorganisme yang bertujuan untuk mengurai limbah. Instalasi tersebut dibuat seperti proses penjernihan air limbah cair dengan lingkungan yang dapat dikendalikan secara alami. Adapun keunggulan dari lahan basah buatan tersebut dapat disesuaikan lokasi yang diinginkan sesuai dengan ukuran lahan yang dibutuhkan, pola aliran dan waktu tinggal (Nikho, 2020).

Menurut Nikho (2020), adapun tujuan penggunaan tanaman pada lahan basah buatan (*constructed wetland*) yaitu untuk menambah luas permukaan bagi pertumbuhan mikroba (mikroorganisme) yang terdapat di area akar dan adapun

tujuan lainnya yaitu untuk menyediakan kadar oksigen (O_2) di sekitar akar tanaman. Selain itu, tanaman yang digunakan pada lahan basah buatan mampu menyerap kandungan logam yang terdapat pada air limbah.

Prinsip kerja sistem ini yaitu dengan memanfaatkan simbiosis antara tanaman air dengan mikroba yang terdapat di sekitar sistem perakaran tanaman tersebut. Bahan organik yang terdapat dalam air limbah tersebut akan diolah atau diurai oleh mikroba menjadi senyawa lebih sederhana dan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrient, sedangkan pada sistem perakaran tumbuhan air tersebut akan menghasilkan oksigen yang digunakan sebagai sumber energi untuk rangkaian proses metabolisme bagi mikroorganisme tersebut.

2.6 Rumput Teki (*Cyperus rotundus*)

Cyperus rotundus merupakan tanaman herba menahun yang termasuk dalam famili *Cyperaceae*. Rumput teki biasanya banyak ditemukan di lahan pertanian sebagai gulma. Di Indonesia banyak sekali terdapat tanaman ini karena beriklim tropis. Selain di Indonesia, *Cyperus rotundus* tersebar luas di Korea, Cina, Jepang, Malaysia, Taiwan dan negara-negara lainnya. *Cyperus rotundus* biasanya tumbuh di dataran rendah sampai dengan ketinggian 1000 MDPL (Meter Dari Permukaan Laut).



Gambar 2.1 Rumput Teki (*Cyperus rotundus*)

Menurut Rahmayanti (2016), *Cyperus rotundus* adalah gulma yang memiliki kandungan senyawa flavonoid, saponin dan alkaloid pada bagian daun dan umbi. Adapun bahan nabati yang terdapat pada rumput teki dapat digunakan sebagai senyawa penolak serangga, anti mikroba, anti toksin, anti fungus dan menjadi pertahanan bagi tumbuhan itu sendiri terhadap hewan pemangsa. Menurut Al-Snafi (2016), taksonomi tanaman rumput teki (*Cyperus rotundus*) dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Taksonomi Tanaman Rumput Teki (*Cyperus rotundus*)

<i>Regnum</i>	<i>Plantae</i>
<i>Divisi</i>	<i>Spermatophyta</i>
<i>Class</i>	<i>Commelinidae</i>
<i>Ordo</i>	<i>Cyperales</i>
<i>Genus</i>	<i>Cyperus</i>
<i>Species</i>	<i>Cyperus rotundus</i>

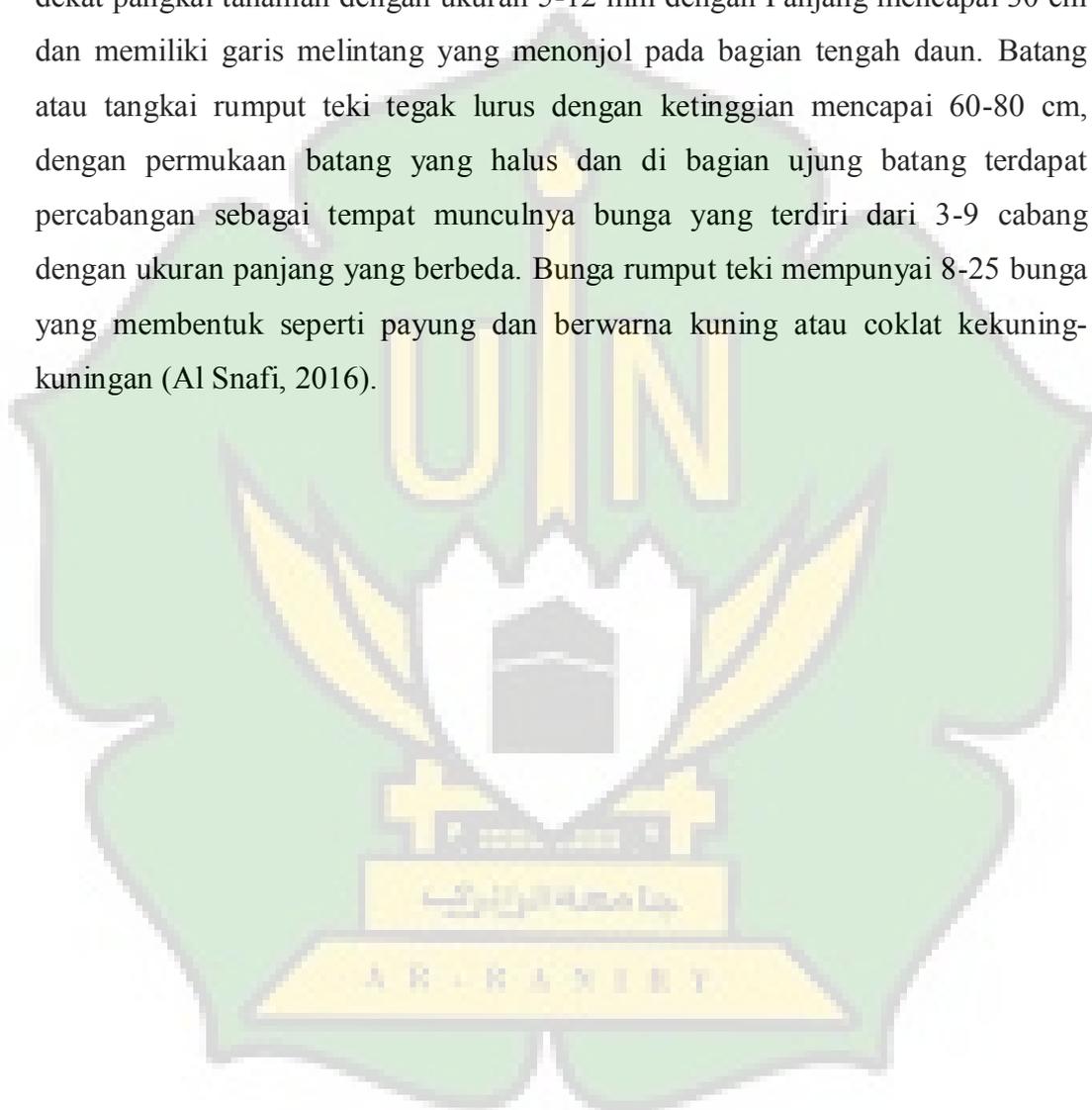
Menurut Al-Snafi, (2016), rumput teki memiliki beberapa keunggulan di antaranya yaitu memiliki akar serabut yang banyak, memiliki batang yang berongga dan rumput teki merupakan gulma yang bisa menyerap unsur hara yang besar. Rumput teki bisa bertahan pada suhu yang sangat tinggi dalam bidang pertanian.

Di negara Amerika Serikat, rumput teki biasanya terdapat di pinggir jalan, area limbah, ladang, ekosistem alami dan di daerah padang rumput. Rumput teki merupakan tanaman liar yang sangat sulit dibasmi karena menghasilkan umbi yang membuat tanaman tersebut sangat cepat berkembang biak. Produksi umbi dan rimpang pada tanaman rumput teki merupakan faktor utama pada tanaman ini sebagai gulma. Umbi tersebut menawarkan mekanisme reproduksi aseksual dan dapat bertahan dalam kondisi ekstrim. Umbi inilah yang membuat tanaman rumput teki sulit untuk dikendalikan (Al-Snafi, 2016).

Rimpang yang terdapat pada rumput teki awalnya berwarna putih dan berdaging kemudian menjadi berserat dan seiring bertambahnya usia akan berubah menjadi warna coklat tua. Rimpang rumput teki berkembang ke atas dan mencapai permukaan tanah membentuk struktur berdiameter 2-2,5 mm yang dapat

menghasilkan tunas. Pada saat tanaman ini sudah mengalami pertumbuhan yang matang, umbi rumput teki berwarna coklat gelap, dengan ketebalan sekitar 12 mm dan memiliki panjang antara 10-35 mm.

Rumput teki memiliki daun berwarna hijau tua 10 berkilau yang muncul dekat pangkal tanaman dengan ukuran 5-12 mm dengan Panjang mencapai 30 cm dan memiliki garis melintang yang menonjol pada bagian tengah daun. Batang atau tangkai rumput teki tegak lurus dengan ketinggian mencapai 60-80 cm, dengan permukaan batang yang halus dan di bagian ujung batang terdapat percabangan sebagai tempat munculnya bunga yang terdiri dari 3-9 cabang dengan ukuran panjang yang berbeda. Bunga rumput teki mempunyai 8-25 bunga yang membentuk seperti payung dan berwarna kuning atau coklat kekuning-kuningan (Al Snafi, 2016).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif-eksperimen, data pada penelitian ini diperoleh dari laboratorium dan selanjutnya hasil yang diperoleh disajikan secara deskriptif dalam bentuk pelaporan.

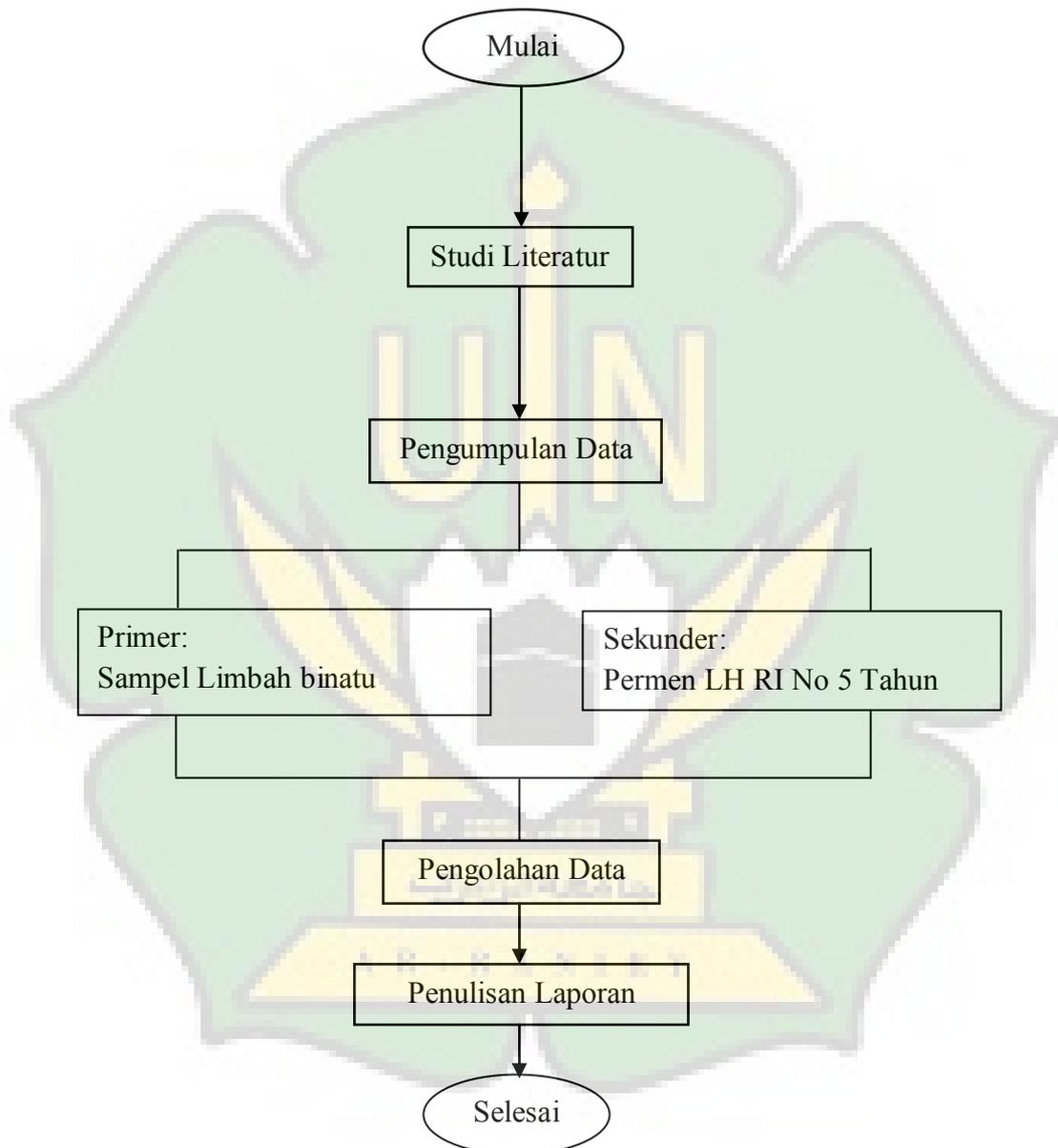
3.2 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan-tahapan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tahapan studi pendahuluan pada penelitian ini menggunakan literatur buku, tesis, skripsi dan buku.
2. Tahapan identifikasi masalah pada penelitian yaitu bertujuan untuk menentukan permasalahan-permasalahan apa saja yang akan diuji dan diteliti.
3. Tahapan pembuatan reaktor dengan memakai media tanam *not pot*.
4. Tahapan pengambilan tanaman rumput teki yaitu disiapkan tanaman rumput teki sebanyak 48 batang.
5. Tahapan pengambilan sampel limbah binatu yang beralamat di Rumoh *Laundry* Desa Lhong Raya, Kecamatan Banda Raya, Kota Banda Aceh.
6. Tahapan aklimatisasi tanaman rumput teki yang bertujuan untuk menyesuaikan tempat hidup yang baru (lingkungan baru). Proses aklimatisasi dilakukan selama seminggu (7 hari) dengan menggunakan campuran air limbah binatu dan air bersih (Evasari, 2012).
7. Tahapan eksperimen pada reaktor yaitu proses memasukkan limbah cair binatu ke dalam reaktor yang berisi tanaman rumput teki.
8. Tahapan pengambilan sampel dari reaktor penelitian selama 8 hari dengan variasi 2, 4, 6 dan 8 hari (Made, 2013).
9. Proses pengujian parameter fosfat, kekeruhan dan pH yang dilakukan di Laboratorium Baristand Industri Banda Aceh dan Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
10. Tahapan analisis data dilakukan untuk proses pengolahan data dan statistik.

11. Tahapan penarikan kesimpulan yang bertujuan untuk mengetahui penyisihan parameter-parameter yang terdapat pada penelitian ini yaitu parameter fosfat, kekeruhan dan pH.

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

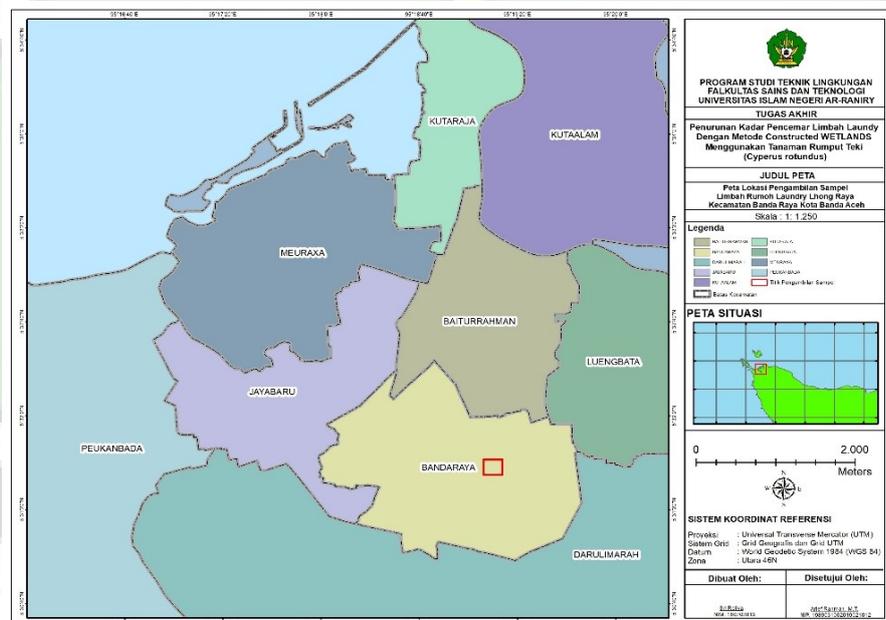
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.3.1 Waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 20 April – 20 Mei 2021.

3.3.2 Tempat penelitian

Lokasi penelitian untuk pengambilan sampel air limbah binatu langsung dari pipa *outlet* Rumah *Laundry* yang berada di Lhong Raya, Kecamatan Banda Raya, Banda Aceh. Lokasi pengambilan rumput teki yaitu di Lhong Raya, Kecamatan Banda Raya, Banda Aceh. Pengujian kadar parameter air sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan Laboratorium Baristand Industri Banda Aceh.



Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat-alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah *box* plastik, jerigen 20 liter, pH meter, timba plastik dan *not pot*.

3.4.2 Bahan-bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman rumput teki dan limbah cair binatu.

3.5 Tahap Penelitian

3.5.1 Persiapan reaktor

Sampel pada penelitian ini adalah limbah cair binatu yang diambil dari Rumah *Laundry* yang berada di Lhong Raya, Kecamatan Banda Raya, Banda Aceh. Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Baristand Banda Aceh dan Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.



Gambar 3.3 Reaktor *Constructed Wetland*

Bak reaktor yang digunakan yaitu *box* yang berbahan plastik dengan dimensi panjang 52 cm, lebar 30 cm dan tinggi 26 cm dengan volume limbah sebanyak 20 liter. Dalam *box* plastik tersebut dimasukkan *not pot* yang sudah dibolongi dengan jarak 8 cm dan untuk setiap koloni tersebut dimasukkan 2 batang rumput teki. Adapun tinggi tanaman rumput teki yang digunakan dalam mengolah limbah binatu ini adalah 40 cm dari akar ke bunga. Dalam bak reaktor tersebut ditanami 24 koloni tanaman rumput teki dengan jumlah 2 batang setiap koloninya mengikuti Erwin dkk., 2017.

3.5.2 Aklimatisasi tanaman rumput teki (*Cyperus rotundus*)

Proses aklimatisasi dilakukan dengan cara memindahkan rumput teki ke dalam media tanam yang sudah disiapkan dalam *constructed wetland*. Sebelum dipindahkan ke *constructed wetland*, rumput teki terlebih dahulu dibersihkan dengan air yang mengalir supaya terlepas dari material tanah yang menempel pada tanaman.

Menurut Evasari (2012) supaya proses aklimatisasi menjadi stabil dan *Cyperus rotundus* terbiasa dengan lingkungan yang baru, maka dilakukan tahap pengisian air limbah pada hari ke-1 dan ke-2 dengan komposisi 20% air limbah binatu dan 80% air bersih. Pada hari ke-3 dan ke-4 dengan komposisi 40% air limbah binatu dan 60% air bersih. Pada hari ke-5 dan ke-6 dengan komposisi 60% air limbah binatu dan 40% air bersih. Pada hari ke-7 dan ke-8 dengan komposisi 80% air limbah binatu dan 20% air bersih. Proses aklimatisasi berlangsung selama delapan hari. Selanjutnya di hari pertama percobaan langsung dimasukkan air limbah binatu 100% atau sebanyak 20 liter ke dalam reaktor.

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan metode *grab* sesaat, dimana air limbah binatu diambil pada saat itu di lokasi yang sudah ditentukan. Sampel cair limbah binatu diambil secara langsung dengan menggunakan timba plastik kemudian dimasukkan ke dalam jerigen yang berukuran 20 liter sebanyak 20000 ml air limbah dengan mengikuti prosedur pengambilan sampel yang sesuai dengan SNI 6989.59.2008 bagian 59 Tentang Metode Pengambilan Contoh Air Limbah.

Teknik pengambilan rumput teki pada penelitian ini yaitu dengan cara dicangkul tanaman rumput teki hingga tercabut sampai ke akar-akarnya, tinggi tanaman yang dipilih yaitu 40 cm dari bagian di atas akar hingga ke bagian bunga. Jumlah rumput teki yang digunakan yaitu sebanyak 48 batang.

3.7 Tahap Eksperimen

Proses pengolahan pada penelitian ini dilakukan dengan sistem *batch* yaitu air limbah binatu hanya sekali dimasukkan ke dalam reaktor dan setiap 2 hari sekali diambil sebanyak 300 ml untuk dilakukan pengujian parameter fosfat,

kekeruhan dan pH. Setiap parameter tersebut diuji dengan 3 kali pengulangan supaya mendapatkan hasil yang lebih akurat.

3.8 Pengukuran Sampel Uji

3.8.1 Pengukuran fosfat (SNI 06-6989.31-2005)

1. Dipipetkan 100 ml contoh uji secara duplo dan dimasukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer.
2. Ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalein. Apabila terbentuk warna merah muda, ditambahkan tetes demi tetes H_2SO_4 5N sampai warna hilang.
3. Ditambahkan 8 ml larutan c ampuran dan dihomogenkan.
4. Dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu antara 10 menit sampai 30 menit.

3.8.2 Pengukuran kekeruhan (*turbidity*) (SNI 06-6989.25-2005)

Pengukuran kekeruhan pada sampel uji akan diukur menggunakan *turbidimeter*. Cara pengukuran pH akan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

1. Kalibrasi nefelometer
 - a. Nefelometer dioptimalkan untuk melakukan pengujian kekeruhan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat.
 - b. Suspensi baku kekeruhan misalnya 100 NTU dimasukkan ke dalam tabung pada nefelometer dan selanjutnya dipasang tutupnya.
 - c. Alat dibiarkan sehingga menunjukkan nilai pembacaan yang stabil.
 - d. Alat tersebut diatur sehingga menunjukkan angka kekeruhan larutan baku (misalnya 100 NTU).
2. Penentuan contoh uji
 - a. Tabung nefelometer dicuci dengan air suling.
 - b. Contoh uji tersebut dikocok dan selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung pada nefelometer dan dipasang tutupnya.
 - c. Alat dibiarkan sehingga menunjukkan nilai baca yang stabil.
 - d. Nilai kekeruhan contoh sampel yang diamati kemudian dicatat hasilnya.

3.8.3 Pengukuran pH (SNI 06-6989.11-2004)

Pengukuran pH pada sampel uji akan diukur menggunakan pH meter. Cara pengukuran pH akan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

1. Dibilas elektroda dengan menggunakan aquadest.
2. Dikeringkan elektroda menggunakan tissue.
3. Dimasukkan elektroda ke dalam sampel uji.
4. Dicelupkan elektroda dan dicatat hasilnya.

3.9 Analisis Data

Pengujian awal laboratorium dilakukan setelah pengambilan sampel binatu sebelum diolah menggunakan *constructed wetland* dengan tanaman rumput teki. Selanjutnya dilakukan pengukuran parameter penelitian setelah pengolahan dengan rentang waktu 0, 2, 4, 6 dan 8 hari. Sampel pada rentang waktu yang telah ditentukan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kadar parameter fosfat, kekeruhan dan pH. Tempat pengujian parameter fosfat dilakukan di Laboratorium Baristand Industri Banda Aceh, sedangkan untuk pengujian parameter kekeruhan dan pH dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Setiap parameter diuji dengan 3 kali pengulangan. Adapun tujuan dari dilakukannya pengulangan tersebut yaitu untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Menurut Maryana, (2013) perhitungan efektivitas penyisihan beban pencemar dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

$$\text{Efektivitas (E)} = \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\% \quad \text{Pers (3.1)}$$

Dimana:

E = Efektivitas penurunan

If = Konsentrasi mula-mula

Ef = Konsentrasi setelah penyerapan

3.9.1 Analisis SPSS

Berdasarkan data yang diperoleh dari tabel hasil pengujian yang dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan, maka akan dihitung rata-rata penyisihan parameter fosfat, kekeruhan dan pH. Oleh karena itu untuk menentukan hasil akhirnya, maka akan digunakan uji analisis data statistik yaitu dengan

menggunakan *software* SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*) (Riyanto, 2018). Analisis ini merupakan program komputer statistik yang mampu memproses data secara cepat dan akurat. Program ini menjadi sangat populer karena memiliki bentuk pemaparan yang sangat baik berupa tabel dan grafik serta bersifat dinamis sehingga mudah dihubungkan dengan aplikasi lain (Febriansyah, 2015).

3.9.2 Analisis regresi (*regression linear*)

Analisis regresi yaitu suatu bentuk analisa yang digunakan untuk memprediksi hubungan sebab akibat antara variabel terikat dengan variabel bebas. Dalam analisis regresi tersebut, selain mengukur kekuatan hubungan juga menunjukkan arah hubungan antara variabel terikat dan variabel bebas jika variabel bebas terdiri dari 1 maka jenis regresi sederhana yang digunakan, dan jika variabel input lebih dari 1, maka jenis regresi ganda yang digunakan (Riyanto, 2018). Persamaan regresi sederhana dinotasikan sebagai berikut:

$$Y = a + b X \quad \text{Pers (3.2)}$$

dengan Y adalah variabel respon, a adalah konstanta dan b adalah parameter regresi.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Eksperimen

Hasil pengujian sampel dengan parameter fosfat, kekeruhan dan pH sebelum dan setelah dilakukan pengolahan ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sebelum Dan Setelah Perlakuan Pada Reaktor *Constructed Wetland* Selama 8 Hari dengan 3 Kali Pengulangan. Nilai Rata-Rata Diarsir Dengan Warna Pink

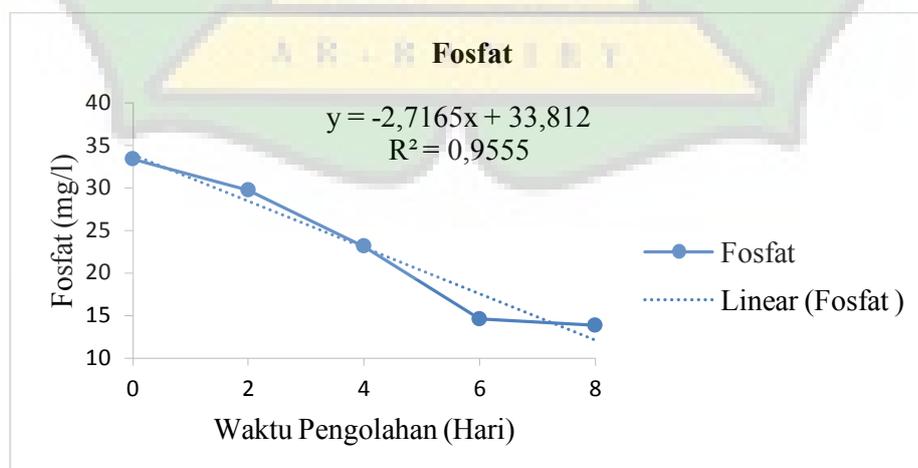
Waktu Pengolahan (Hari)	Fosfat (mg/l)	Persentase Efektivitas (%)	Kekeruhan (NTU)	Persentase Efektivitas (%)	pH
0	32,25 (P1)		299,0 (P1)		10,3
	33,50 (P2)		300,0 (P2)		10,3
	34,50 (P3)		299,5 (P3)		10,4
Rata-rata	33,41	0	299,5	0	10,3
2	28,75 (P1)		199,8 (P1)		9,9
	30,50 (P2)		198,9 (P2)		10,0
	30,00 (P3)		198,0 (P3)		9,9
Rata-rata	29,75	10,955	198,9	33,589	9,9
4	22,50 (P1)		161,6 (P1)		9,3
	23,50 (P2)		162,4 (P2)		9,4
	23,50 (P3)		161,7 (P3)		9,3
Rata-rata	23,16	30,679	161,9	45,943	9,3
6	14,25 (P1)		94,5 (P1)		8,7
	15,00 (P2)		93,8 (P2)		8,7
	14,50 (P3)		94,9 (P3)		8,8
Rata-rata	14,58	56,360	94,4	68,481	8,7
8	13,50 (P1)		64,5 (P1)		8,5
	14,00 (P2)		64,0 (P2)		8,4
	14,00 (P3)		65,1 (P3)		8,4

Rata-rata	13,83	58,605	64,5	78,464	8,4
-----------	-------	--------	------	--------	-----

Berdasarkan Tabel 4.1., menunjukkan bahwa hasil uji awal untuk parameter fosfat adalah 33,41 mg/l, sedangkan hasil awal untuk parameter kekeruhan adalah m299,5 NTU dan hasil untuk parameter pH 10,3. Hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa untuk parameter fosfat, kekeruhan dan pH tidak sesuai dengan syarat baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Gubernur DIY No.5 Tahun 2010. Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No.5 Tahun 2010 adapun syarat yang diperbolehkan untuk parameter fosfat yaitu sebesar 3 mg/l, untuk baku mutu kekeruhan sebesar 25 NTU dan untuk baku mutu pH adalah 6-9.

4.1.1 Kemampuan tanaman rumput teki (*Cyperus rotundus*) dalam menyisihkan parameter Fosfat, kekeruhan dan menetralkan pH

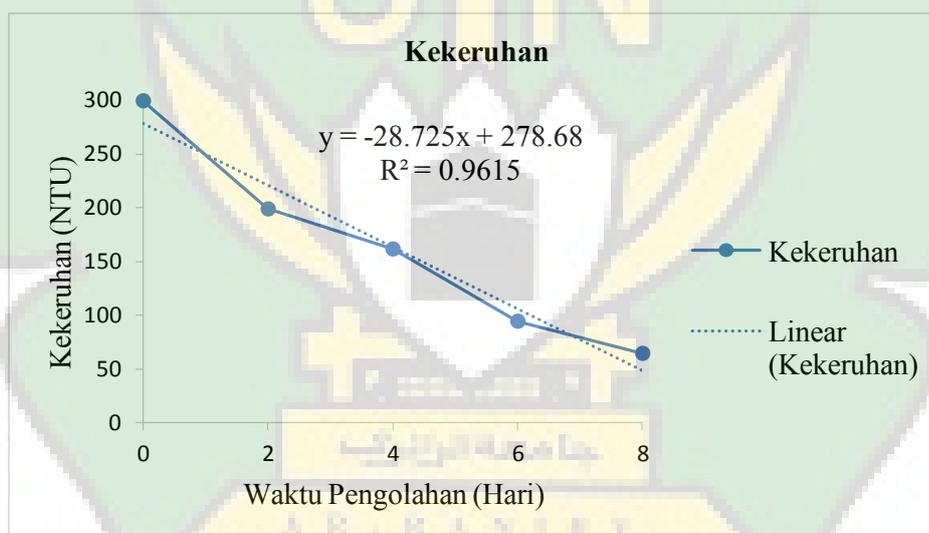
Adapun hasil dari pengujian sampel yang sudah dilakukan pengolahan untuk parameter fosfat dapat dilihat pada Gambar 4.1. Berdasarkan Gambar 4.1 penyisihan parameter fosfat terhadap waktu pada hari ke-2 dengan nilai fosfat 33,41 mg/l menurun menjadi 29,75 mg/l. Selanjutnya pada hari ke-4 nilai parameter fosfat 29,75 mg/l menurun ke 23,16 mg/l. Pada hari ke-6 nilai parameter fosfat 23,16 mg/l menurun ke 14,58 mg/l. Terakhir pada hari ke-12 nilai parameter fosfat 14,58 mg/l menurun ke 13,83 mg/l. Jadi, penyisihan konsentrasi fosfat terhadap waktu pengolahan selama 8 hari diperoleh nilai fosfat sebesar 13,83 mg/l.



Gambar 4. 1 Grafik Penyisihan Fosfat Terhadap Waktu

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa hasil yang didapatkan untuk parameter fosfat belum memenuhi syarat baku mutu, di mana baku mutu untuk parameter fosfat dalam kandungan limbah domestik yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah 3 mg/l.

Adapun hasil dari pengujian sampel yang sudah dilakukan pengolahan untuk parameter kekeruhan dapat dilihat pada Gambar 4.2. Berdasarkan Gambar 4.2 penyisihan parameter kekeruhan terhadap waktu pada hari ke-2 dengan nilai kekeruhan 299,5 NTU menurun menjadi 198,9 NTU. Selanjutnya pada hari ke-4 nilai parameter kekeruhan 198,9 NTU menurun ke 161,9 NTU. Pada hari ke-6 nilai parameter kekeruhan 161,9 NTU menurun ke 94,4 NTU. Terakhir pada hari ke-8 nilai parameter kekeruhan 94,4 NTU menurun ke 64,5 NTU. Jadi, penyisihan konsentrasi kekeruhan terhadap waktu pengolahan selama 8 hari diperoleh nilai kekeruhan sebesar 64,5 NTU.

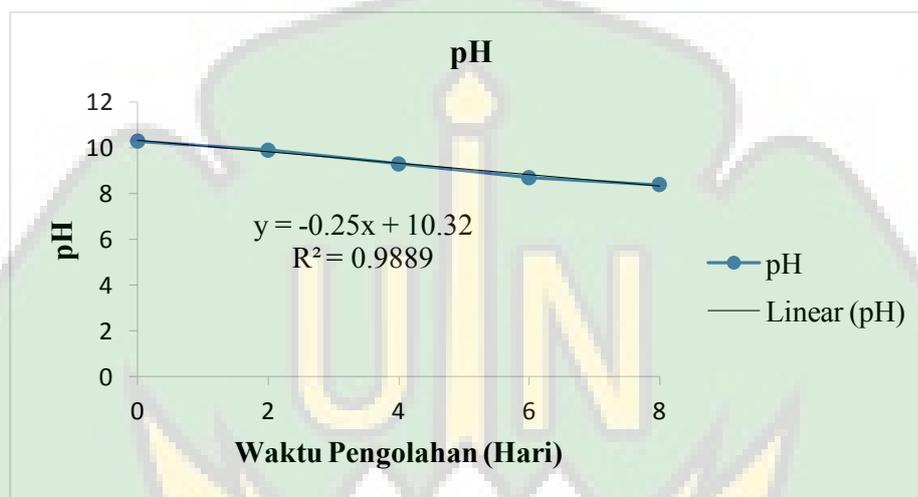


Gambar 4. 2 Grafik Penyisihan Kekeruhan Terhadap Waktu

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa hasil yang didapatkan untuk parameter kekeruhan belum memenuhi syarat baku mutu, di mana baku mutu untuk parameter kekeruhan limbah domestik yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan adalah 25 skala NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) menurut Peraturan Gubernur DIY No.5 Tahun 2010.

Adapun hasil dari pengujian sampel yang sudah dilakukan pengolahan untuk parameter pH dapat dilihat pada Gambar 4.3. Berdasarkan Gambar 4.3,

penurunan parameter pH terhadap waktu pada hari ke-2 dengan nilai pH 10,3 menurun menjadi 9,9. Selanjutnya pada hari ke-4 nilai parameter pH 9,9 menurun menjadi 9,3. Pada hari ke-6 nilai parameter pH 9,3 menurun menjadi 8,7. Terakhir pada hari ke-8 nilai parameter pH 8,7 menurun menjadi 8,4. Jadi, penurunan parameter pH terhadap waktu pengolahan selama 8 hari diperoleh nilai pH sebesar 8,4.

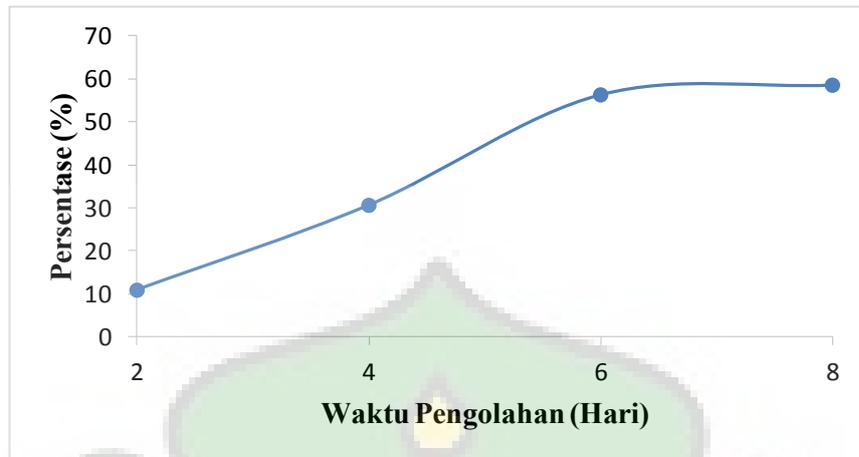


Gambar 4. 3 Grafik Penyisihan pH Terhadap Waktu

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa hasil yang didapatkan untuk parameter pH sudah memenuhi syarat baku mutu, di mana baku mutu untuk parameter pH adalah 6-9.

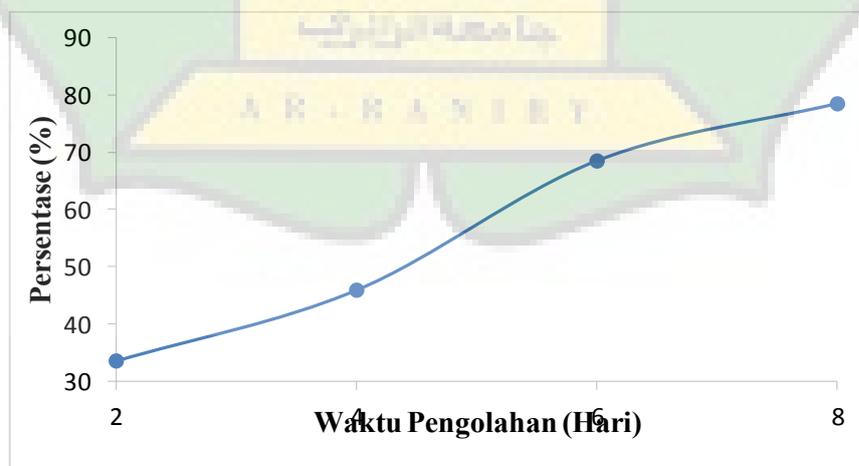
4.1.2 Pengaruh waktu pengolahan (hari) terhadap penyisihan parameter fosfat, kekeruhan dan pH selama 8 hari

Adapun persentase efektivitas pengujian fosfat dengan waktu pengolahan selama 8 hari dapat dilihat pada Gambar 4.4. Berdasarkan Gambar 4.4, grafik persentase penyisihan fosfat terhadap waktu menunjukkan pada hari ke-2 nilai penyisihan fosfat mencapai 10,95%, selanjutnya pada hari ke-4 nilai penyisihan fosfat mencapai 30,67%, lalu pada hari ke-6 nilai penyisihan fosfat mencapai 56,36% dan yang terakhir pada hari ke-8 nilai penyisihan fosfat mencapai 58,60%. Dengan demikian, dapat dilihat bahwa pada sistem pengolahan limbah cair binatu dengan metode *constructed wetland* menggunakan tanaman rumput teki mampu menurunkan konsentrasi fosfat dengan waktu pengolahan selama 8 hari.



Gambar 4.4 Grafik Persentase Penyisihan Parameter Fosfat Terhadap Waktu (Hari)

Adapun persentase efektivitas pengujian kekeruhan dengan waktu pengolahan selama 8 hari dapat dilihat pada Gambar 4.5. Berdasarkan Gambar 4.5, grafik persentase penyisihan parameter kekeruhan terhadap waktu menunjukkan pada hari ke-2 nilai penyisihan kekeruhan mencapai 33,58%, selanjutnya pada hari ke-4 nilai penyisihan kekeruhan mencapai 45,94%, lalu pada hari ke-6 nilai penyisihan kekeruhan mencapai 68,48% dan yang terakhir pada hari ke-8 nilai penyisihan kekeruhan mencapai 78,46%. Dengan demikian, dapat dilihat bahwa pada sistem pengolahan limbah cair binatu dengan metode *constructed wetland* menggunakan tanaman rumput teki mampu menyisihkan konsentrasi kekeruhan dengan waktu pengolahan selama 8 hari.



Gambar 4.5 Grafik Persentase Penyisihan Parameter Kekeruhan Terhadap Waktu (Hari)

Semakin lama waktu pengolahan, maka semakin besar pula zat pencemar yang diserap oleh tanaman rumput teki. Akan tetapi, faktor tersebut berlaku apabila tanaman tersebut belum mencapai titik jenuh sehingga seberapa lama waktu pengolahan berikutnya apabila tanaman tersebut sudah mencapai titik jenuh maka tanaman air tidak mampu menyerap kadar pencemar yang terdapat dalam limbah secara optimal.

Tanaman rumput teki yang divariasikan dengan waktu pengolahan dan jumlah koloni tanaman menggunakan media pasir mampu menyisihkan konsentrasi BOD dan COD yang terdapat pada air lindi, dimana efisiensi terbesar terjadi pada reaktor dengan jumlah tanaman rumput teki sebanyak 8 koloni pada hari ke-12 yaitu sebesar 72,69% untuk parameter COD dan pada hari ke-12 yaitu sebesar 75,69% untuk parameter BOD. Hal tersebut disebabkan karena tanaman rumput teki yang sudah dilakukan proses aklimatisasi telah tumbuh dan terbiasa dengan lingkungan baru sehingga dapat bekerja secara optimal (Amalia dkk., 2013).

4.2 Pembahasan

Dalam reaktor *constructed wetland*, tanaman rumput teki mampu menyisihkan konsentrasi fosfat karena dalam reaktor tersebut mengalami proses degradasi oleh bakteri-bakteri yang berada di sekitar perakaran tumbuhan dan tanaman rumput teki juga menggunakan fosfat sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Waktu pengolahan selama 8 hari mampu menyisihkan parameter fosfat, meskipun belum sampai dibawah baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No.5 Tahun 2010 adapun syarat yang diperbolehkan untuk parameter fosfat adalah 3 mg/l. Namun, pada hari yang terakhir grafik penyisihannya sudah mulai konstan, hal tersebut disebabkan karena tanaman rumput teki sudah memiliki titik jenuh, di mana daya serap tanaman terhadap polutan pencemarnya sudah menurun.

Sebaiknya, pengolahan limbah cair binatu dengan metode *constructed wetland* dibutuhkan waktu pengolahan yang panjang atau lama yang bertujuan untuk menunjang tingkat efektivitas yang paling tinggi untuk proses degradasi yang dilakukan oleh mikroba perairan. Hal ini diperkuat dengan hasil regresi

linear sederhana yang menunjukkan adanya pengaruh waktu pengolahan (hari) terhadap penyisihan parameter fosfat ($0,004 < 0,05$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh hari terhadap parameter fosfat. Selanjutnya, untuk hasil pengukuran dapat dilihat lebih jelas pada Lampiran 4.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, kemampuan rumput teki dalam menurunkan kadar fosfat mencapai 82,24% dan COD mencapai 94,79% pada limbah cair binatu (Erwin dkk., 2017). Berdasarkan penelitian dari Amalia dkk. (2013) menyatakan bahwa rumput teki mampu menurunkan konsentrasi BOD mencapai 82,65% dan penurunan COD mencapai 81,50% dalam air lindi di TPA Jatibarang-Semarang.

Penurunan konsentrasi fosfat membuktikan bahwa pada *constructed wetland* tersebut terjadi proses kimia, biologi dan fisika yang disebabkan oleh adanya interaksi antara mikroorganisme, tanaman air dan substratnya. Rahmawati (2016), proses-proses tersebut terjadi karena tanaman air memiliki peran penting di antaranya yaitu sebagai media tumbuh bakteri pengurai dan juga menyediakan suplai oksigen bagi akar tanaman dan daerah perakaran melalui proses fotosintesa, dalam hal tersebut tanaman memiliki kemampuan memompa udara melalui sistem akar Amalia dkk. (2013).

Menurut Ismail (2011), kandungan fosfat di lingkungan perairan tidak memiliki dampak langsung terhadap kesehatan manusia maupun hewan, akan tetapi apabila dikonsumsi secara terus-menerus akan berdampak kepada masalah pencernaan. Fosfat yang terlarut merupakan salah satu bahan nutrisi yang dapat memicu pertumbuhan yang sangat luar biasa pada alga dan rumput-rumputan dalam sungai, danau dan estuari (Utomo dkk., 2018).

Meningkatnya konsentrasi fosfat dalam perairan telah dikaitkan dengan meningkatnya laju pertumbuhan tanaman, perubahan komposisi akuatik biota dan kandungan alga planktonik dalam badan air sehingga menghasilkan naungan tumbuhan yang lebih tinggi. Suatu perairan apabila tercemar dengan konsentrasi fosfat yang tinggi dapat dikenali dengan warna air berubah menjadi hijau, memiliki bau yang tidak sedap dan tingkat kekeruhan menjadi sangat tinggi Amalia dkk. (2013).

Dalam reaktor *constructed wetland*, tanaman rumput teki mampu menyisihkan konsentrasi kekeruhan. Penurunan parameter kekeruhan melalui proses fitoremediasi dapat terjadi dengan cara padatan tersuspensi yang berupa bahan organik dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai unsur hara yang menunjang pertumbuhan tanaman perairan. Menurut Sitompul (2013) hal ini dapat disebabkan oleh proses penguraian yang dilakukan oleh mikroorganisme yang terdapat pada air limbah. Akar serabut tanaman rumput teki diduga juga berpengaruh pada penurunan kekeruhan. Bentuk akar yang serabut memungkinkan koloid menempel pada akar-akar tersebut (Vymazal, 2010). Konsentrasi kekeruhan yang tinggi kemungkinan terjadi akibat adanya lapisan pati dan tumbuhnya ganggang yang terbaca sebagai kekeruhan. Selain itu padatan tersuspensi dapat terbentuk dari bagian tanaman yang jatuh ke air (Sitompul, 2013).

Waktu pengolahan selama delapan hari mampu menyisihkan parameter kekeruhan, meskipun tidak sampai di bawah baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No.5 Tahun 2010 adapun syarat yang diperbolehkan untuk parameter kekeruhan adalah 25 NTU. Sebaiknya, pengolahan limbah cair binatu dengan metode *constructed wetland* dibutuhkan waktu pengolahan yang panjang atau lama yang bertujuan untuk menunjang tingkat efektivitas yang paling tinggi untuk proses degradasi yang dilakukan oleh mikroba perairan. Hal ini diperkuat dengan hasil regresi linear sederhana yang menunjukkan adanya pengaruh waktu pengolahan (hari) terhadap penyisihan parameter kekeruhan ($0,003 < 0,05$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh hari terhadap parameter kekeruhan. Selanjutnya, untuk hasil pengukuran dapat dilihat lebih jelas pada Lampiran 4.

Kekeruhan pada reaktor fitoremediasi disebabkan karena adanya bahan-bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut, seperti tanah liat, lumpur, pasir halus, plankton dan mikroorganisme, sehingga menyebabkan kurangnya kecerahan suatu perairan. Padatan tersuspensi mempunyai korelasi dengan kekeruhan, semakin tinggi nilai padatan tersuspensi maka nilai kekeruhan semakin tinggi. Tingginya padatan terlarut tidak selalu diikuti dengan tingginya

kekeruhan. Pada percobaan yang dilakukan terhadap limbah cair dengan menggunakan tumbuhan pada akhir percobaan menunjukkan kadar kekeruhan mengalami penurunan (Wibowo, 2019).

Kekeruhan yang tinggi disebabkan oleh limbah organik, seperti adanya zat warna dan benda yang berasal dari sisa pembuangan. Efisiensi fitoremediasi kekeruhan bernilai positif dan fluktuatif di setiap konsentrasi air limbah. Nilai kekeruhan semua perlakuan lebih kecil dibandingkan dengan sampel uji awal.

Dalam reaktor *constructed wetland*, tanaman rumput teki mampu menjadikan nilai pH yang awalnya tergolong dalam keadaan basa menjadi ke arah yang hampir dikatakan netral, sehingga pH pada reaktor tersebut mencapai angka baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan Peraturan Gubernur DIY No.5 Tahun 2010 adapun syarat yang diperbolehkan untuk parameter pH yaitu 6-9.

Sebaiknya, pengolahan limbah cair binatu dengan metode *constructed wetland* dibutuhkan waktu pengolahan yang lama bertujuan untuk menunjang tingkat efektivitas yang paling tinggi untuk proses degradasi yang dilakukan oleh mikroba perairan. Hal ini diperkuat dengan hasil regresi linear sederhana yang menunjukkan adanya pengaruh waktu pengolahan (hari) terhadap parameter pH ($0,000 < 0,05$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh hari terhadap parameter pH. Selanjutnya, untuk hasil pengukuran dapat dilihat lebih jelas pada Lampiran 4.

Adapun yang menyebabkan nilai pH mengalami penurunan yaitu karena adanya proses fotosintesis yang berjalan dengan baik yang dilakukan oleh tanaman air, dari proses fotosintesis akan menghasilkan CO_2 dan selanjutnya akan melepas ion OH^- ke dalam air. Penurunan pH disebabkan oleh berbagai faktor seperti media tanam, respirasi, proses fotosintesis maupun bakteri pengurai (Pancawati, 2016). Menurut Fajariah (2017), pengolahan lanjutan dalam memanfaatkan lahan basah buatan terbukti sangat efisien dalam mengurangi zat pencemar yang tidak diinginkan.

Tanaman air dalam *constructed wetland* sangat dibutuhkan untuk mengolah atau mengurai limbah yang pada umumnya dapat mencemari lingkungan perairan, sehingga dengan adanya proses tersebut dapat dijadikan sebagai pemulihan

kualitas air limbah secara alami. Selain itu, tanaman air juga memiliki fungsi dalam proses transfer oksigen dari atmosfer ke akar tanaman dan kadar oksigen tersebut akan digunakan sebagai suplai O_2 untuk aktivitas mikroorganisme dalam mengurai limbah. Selanjutnya mikroorganisme tersebut akan berperan dalam proses degradasi senyawa organik (Sembiring dan Muntalif, 2011).

Pengukuran derajat keasaman (pH) merupakan suatu ukuran untuk menentukan sifat asam atau basa suatu perairan. Perubahan pH di lingkungan perairan sangat memiliki pengaruh terhadap proses-proses yang terjadi di dalamnya, contohnya seperti proses kimia, fisika dan biologi yang bersumber dari organisme perairan. Pada dasarnya tumbuhan air akan mudah menyerap unsur hara pada pH 6-7, hal ini dikarenakan pada kondisi tersebut sebagian unsur hara akan mudah larut dalam air (Yuniarmita dkk., 2014).

Nilai pH perairan digunakan untuk melihat kondisi keasaman (ion hidrogen) air limbah. Nilai pH tersebut menunjukkan tinggi atau rendahnya ion hidrogen dalam perairan, di mana pH yang rendah dari 6,5 atau yang lebih dari 9 akan menyebabkan senyawa kimia yang terdapat dalam tubuh manusia dan suatu saat akan berubah menjadi racun yang sangat toksik bagi kesehatannya (Putra dan Yulia, 2019).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Tanaman rumput teki mampu menyisihkan kadar pencemar yang terdapat dalam limbah binatu, tapi belum sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan. Adapun persentase penyisihan fosfat dengan metode lahan basah buatan selama delapan hari adalah 58,60%, sedangkan persentase penyisihan kekeruhan dengan metode lahan basah buatan selama delapan hari adalah 78,46%.
2. Waktu pengolahan selama delapan hari berpengaruh terhadap penyisihan parameter fosfat, kekeruhan dan pH. Hal ini dibuktikan dengan adanya hasil analisis statistik untuk uji regresi linear sederhana dan angka signifikansi yang didapatkan lebih kecil dari $<$ probabilitas 0,05.

5.2 Saran

Adapun saran-saran dari penelitian ini adalah:

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi untuk pemanfaatan tanaman rumput teki sebagai fitoremediator dalam mengatasi permasalahan lingkungan perairan yang tercemar.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan tentang pemanfaatan tanaman rumput teki menggunakan variasi waktu tinggal, umur tanaman, dan jumlah batang tanaman rumput teki.
3. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pengolahan limbah cair selain menggunakan metode *constructed wetland* yang memanfaatkan tanaman rumput teki.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Farokhi, A. I. (2016). *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Sebagai Tumbuhan Fitoremediasi Dalam Proses Pengolahan Limbah Tambak Udang Vannamei*. Tesis. Yogyakarta : Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
- Al Kholif, M., & Ratnawati, R. (2017). *Pengaruh Beban Hidrolik Media Dalam Menurunkan Senyawa Amonia Pada Limbah Cair Rumah Potong Ayam (RPA)*. Waktu, 15 (Januari), 1-9.
- Al Snafi, A.E., (2016). Chemical Constituents and Pharmacological Effect of Citrullus colocynthis. *IOSR Journal of Pharmacy*, 6(3), pp.57-67.
- Amalia, D R., Zaman Badrus & Hadiwidodo Mochtar. (2013). *Pengaruh Jumlah Koloni Rumput Teki (Cyperus rotundus) Pada Media Tanah TPA Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD dan COD Dalam Lindi*. Studi Kasus TPA Jatibarang-Semarang.
- Aminah, S., Nuraini, R.A.T., & Djunaedi, A. (2020). Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Pandansari, Desa Kaliwlingi Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(1): 81–86. DOI: 10.14710/jmr.v9i1.25793.
- Amri. (2015). *Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Biofilter Anaerob Bermedia Plastik (Bioball)*. Envirotek : *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 55–66.
- Arnita, P. (2011). *Pengaruh Varietas dan Kerapatan Daun Kayu Putih (Melaleuca leucadendron Linn.) dalam Ketel terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Kayu Putih*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Asfawi, S. (2014). *Analisis Faktor yang Berhubungan dengan Kualitas Bakteriologis Air Minum Isi Ulang di Tingkat Produsen di Kota Semarang*. Thesis. Magister Kesehatan Lingkungan, Semarang: Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Budiarsa, W. S. (2015). *Pencemaran Air Dan Pengolahan Air Limbah*. Denpasar: Udayana University Press.

- Cahyanto, H. A. (2018). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Biji Pinang (*Areca catechu* L). *Jurnal Kementerian Perindustrian Republik Indonesia*, Volume 14 (02), pp. 70-73.
- Erwin, P. E., Tri Joko & Hanan Lanang D. (2017). Efektivitas *Constructed Wetlands* Tipe *Subsurface Flow System* Dengan Menggunakan Tanaman *Cyperus rotundus* Untuk Menurunkan Kadar Fosfat Dan COD Pada Limbah Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Volume 5, Nomor 1, Januari 2017 (ISSN: 2356-3346).
- Evasari. (2012). *Pemanfaatan Lahan Basah Buatan Dengan Menggunakan Tanaman Typha Latifolia Untuk Mengelola Limbah Cair Domestik*. Universitas Indonesia.
- Fajariah, C. (2017). *Studi Literatur Pengolahan Lindi Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Dengan Teknik Constructed Wetland Menggunakan Tumbuhan Air*. Tugas Akhir – RE 141581, 1-149.
- Febriansyah, B., Chairul, C. & Yenti, S.R. (2015). Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Durian Sebagai Adsorben Logam Fe. *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Riau*, 2 (2).
- Gemilang, W. A., & Kusumah, G. (2017). Status Indeks Pencemaran Perairan Kawasan Mangrove Berdasarkan Penilaian Fisika-Kimia Di Pesisir Kecamatan Brebes Jawa Tengah. *Jurnal Enviro Scientiae*, 13(2), 171-180.
- Hambandima, Aris Patih. (2017). *Optimalisasi Kinerja Pengolahan dalam IPAL Komunal MCK Plus Tlogomas dengan Rekayasa Debit dan Waktu Tinggal pada Kolam Fitoremediasi dan Filter Aerobik*. Institut Teknologi Nasional.
- Hamuna, B., Paulangan, Y.P., & Dimara, L. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depare, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan Hidup*. 16 (1): 35-43.
- Irawanto. (2016). *Fitoremediasi Menggunakan Tumbuhan Akuatik Koleksi Kebun Raya Purwodadi*. Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, 4(1), 1–12.
- Ismail Z., (2011). Monitoring Trends of Nitrate, Chloride and Phosphate Levels in an Urban River. *International Journal of Water Resources and*

Environmental Engineering, vol 3 no 7, 132-138.

- Lestari., T. Kusumaningsih, D. S. Handayani & Y. (2012). Pembuatan Mikrokapsul Kitosan Gel Tersambung Silang Etilen Glikol Diglisidil Eter sebagai Adsorben Warna Procion Red Mx 8b. *ALCHEMY. Jurnal Penelitian Kimia*. 8(1): 47-56.
- Lubis, P., Rosyid R., dan Rustiarso. (2015). Analisis SWOT Keberhasilan Usaha Kampus Laundry Mahasiswa Penerima PMW Untan Pontianak. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*. 4(9). 1-12.
- Made. (2013). Penurunan Tss dan Phospat Air Limbah Puskesmas Janti Kota Malang Dengan Wetland. *Jurnal Teknik Waktu*, 11(1), 93–101.
- Manalu, B. (2013). *Sukses Bertanam Mentimun*. ARC Media. Jakarta. 80 hal.
- Maryana. (2013). Fitoremediasi Menggunakan Variasi Kombinasi Tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta M*) Dan Tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L*) Dalam Menurunkan Besi (Fe) Dengan Sistem *Batch*. In *Journal Of Chemical Information And Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Muhsinin, N. (2013). *Pengolahan Air Limbah Domestik secara Fitoremediasi Sistem Constructed Wetland dengan Tanaman Pandanus amaryllifolius dan Azolla microphylla*. Tesis, 1065.
- Nikho, M. A. (2020). Perbandingan Efektivitas Tanaman Cattail (*Typha angustifolia*) dan Tanaman Iris (*Iris pseudacorus*) Pada *Constructed Wetland* Terhadap Limbah Cair Industri Tahu. *Tugas Akhir*.
- Nurajijah, L. Dewanto, H. Y. & Radiyono. (2014). Pengaruh Variasi Tegangan Pada Pengolahan Limbah Cair Laundry Menggunakan Proses Elektrolisis. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*. Volume 4. Nomor 1. ISSN: 2089-6158.
- Pancawati. (2016). Implementasi Fuzzy Logic Controller Untuk Mengatur pH Nutrisi Pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (Nft). *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(2), 278.
- Peraturan Gubernur DIY No.5 Tahun 2010. *Tentang Baku Mutu Air Limbah Laundry*.
- Pramita. (2020). *Penggunaan Media Bioball Dan Tanaman Kayu Apu (Pistia*

- Stratiotes*) Sebagai Biofilter Aerobik Pada Pengolahan Limbah Cair Rumah. *Journal Of Research And Technology*, 6(1), 131–136.
- Prayitno, H.B. & Afdal. (2019). Spatial Distributions of Nutrients and Chlorophyll-a: a Possible Occurrence of Phosphorus as a Eutrophication Determinant of the Jakarta Bay. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 11(1): 1-12. DOI: 10.29244/jitkt.v11i1.21971.
- Putra, A. Y., & Yulia, P. A. R. (2019). Kajian Kualitas Air Tanah Ditinjau dari Parameter pH, Nilai COD dan BOD pada Desa Teluk Nilap Kecamatan Kubu Babussalam Rokan Hilir Provinsi Riau. *Jurnal Riset Kimia*, 10(2), 103-109.
- Rahmawati. (2016). Kemampuan Tanaman Kiambang Dalam Menyisihkan Bod Dan Fosfat Pada Limbah Domestik Dengan Sistem Fitoremediasi Secara Kontinyu. *Teknik Lingkungan*, 5(4), 5–7.
- Rahmayanti, R. (2016). Pemanfaatan Serbuk Rumput Teki (*Cyperus rotundus* L.) untuk Pengendalian Hama Gudang (*Tribolium castaneum*) pada Benih Jagung. Seminar Faperta, (pp. 1-11). Yogyakarta.
- Ratna, dkk., (2015). www.Cem-is-Try.org. *Definisi Detergen*. Diakses pada 24 Januari 2014.
- Riyanti. (2014). Efektifitas Penurunan Chemical Oxygen Demand (Cod) Dan pH Limbah Cair Industri Tahu Dengan Tumbuhan Melati Air Melalui Sistem Sub-Surface Flow Wetland. *Jurnal Daur Lingkungan*, 2(1), 16.
- Riyanto. (2018). Pengembangan Pembelajaran Statistika Berbasis Praktikum Aplikasi Software SPSS Dengan Bantuan Multimedia Untuk Mempermudah Pemahaman Mahasiswa Terhadap Ilmu Statistika. *Doubleclick: Journal Of Computer And Information Technology*, 1(2), 62.
- Sanjaya, Hary., Hermansyah Aziz & Syukri. (2013). Fotodegradasi surfaktan linear alkyl sulfonat (LAS) menggunakan sinar UV 254 nm dengan bantuan ZnO sebagai katalis. *Jurnal sainstek Universitas Gorontalo*. 2013.
- Sembiring, E., & Muntalif, B. S. (2011). Optimasi Pengolahan Lindi dengan Menggunakan *Constructed Wetland*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 17(2), 1-10.

- Sitompul. (2013). *Pengolahan Limbah Cair Hotel Aston Braga City Walk Dengan Proses Fitoremediasi Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok*. Institut Teknologi Nasional Bandung, No. 2. Vol 1.
- SNI 06-6989.31-2005. *Air dan Air Limbah-Bagian 31: Cara Uji Kadar Fosfat Dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat*.
- SNI 06-6989.25-2005. *Air dan Air Limbah-Bagian 30: Cara Uji Kadar Kekeruhan (Turbidity) Dengan Turbidimeter*.
- SNI 06-6989.11-2004. *Air dan Air Limbah-Bagian 11: Cara Uji Kadar pH Dengan pH Meter*.
- SNI 6989.59.2008. *Air dan Air Limbah-Bagian 59: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah*.
- Soeprbowati, T. R. & Suedy, S. W. A., (2010). Status Trofik Danau Rawa Pening dan Solusi Pengolahannya. *Jurnal Sains dan Matematika*, 18 (2005), pp. 158-169.
- Suwahdendi, M. P. (2016). *Efektifitas Batu Vulkanik dan Arang Sebagai Media Filter Pengolahan Air Limbah Laundry dengan Menggunakan Sistem Pengolahan Constructed Wetland*. Universitas Udayana. Denpasar.
- Tungka, A. W., Haeruddin, & Ain, C. (2016). Konsentrasi Nitrat dan Ortofosfat di Muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Kaitannya dengan Kelimpahan Fitoplankton HABs. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 12(1):40-46. DOI: 10.14710/ijfst.12.1.
- Utami, P., & Puspaningtyas, D. E. (2013). *Uji Kemampuan Koagulan Alami Dari Biji Trembesi (Samanea Saman) Biji Kelor (Moringa Oleifera) Dan Kacang Merah (Phaseolus Vulgaris) Dalam Proses Penurunan Kadar Fosfat Pada Limbah Cair Industri Pupuk*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Utomo dkk., (2018). *Pengaruh Waktu Aktivasi dan Ukuran Partikel Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dan Kulit Singkong dengan Aktivator NaOH*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2014. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah. Jakarta.

- Verge, C., Moreno, A., Bravo, j., & Berna, J.L. (2010). "Influence of water hardness on the bioavailability and toxicity of Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS)". *Chemosphere* 44(2000): 1749- 1757.
- Vymazal, J. (2010). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: A Review*. *Water*. 2, 530-549.
- Wibowo. (2019). *Penerapan Unit Pengolah Limbah Cair Batik Tipe Multi Soil Layer Dan Fitoremediasi Di Ukm Batik Desa Binangun, Kabupaten Banyumas*. Pengembangan Sumber Daya Perdesaan Dan Kearifan Lokal Berkelanjutan IX.,19-20.
- Widiyani. (2010). *Dampak dan Penanganan Limbah Detergen*. Fakultas kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor.
- Yuniarmita, R., Zaman, B., & Istirokhatun, T. (2014). Studi Kemampuan Vertical Subsurface Flow Constructed Wetland Dalam Menyisihkan Konsentrasi Tss, Tds, Dan Orp Pada Lindi Menggunakan Tumbuhan Alang-Alang (*Typha Angustifolia*). *Jurnal Teknik Lingkungan UNDIIP*.

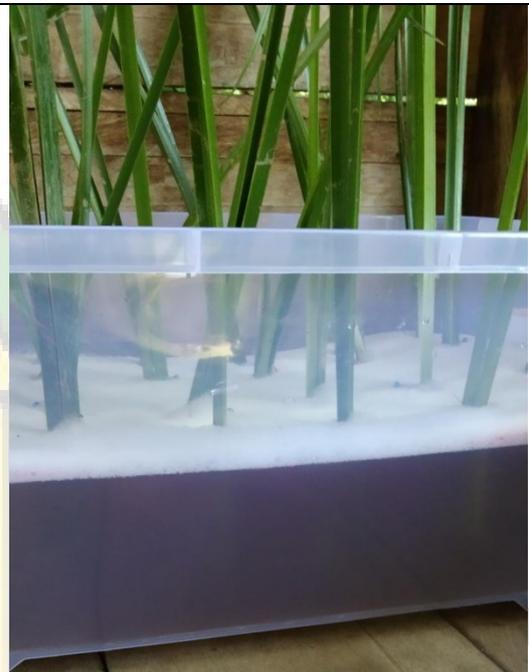
LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Tahapan Persiapan Reaktor dan Pengujian Sampel

	
Tanaman rumput teki (<i>Cyperus rotundus</i>)	Bagian bunga rumput teki (<i>Cyperus rotundus</i>)
	
Bagian umbi dan akar rumput teki (<i>Cyperus rotundus</i>)	Penampakan umbi dan akar rumput teki dalam bak reaktor



Penanaman rumput teki untuk proses aklimatisasi selama 8 hari



Kondisi batang rumput teki pada hari ke-8 aklimatisasi



Kondisi tanaman rumput teki pada hari ke-0



Kondisi tanaman rumput teki pada hari ke-2



Kondisi tanaman rumput teki pada hari ke-4



Kondisi tanaman rumput teki pada hari ke-6



Kondisi tanaman rumput teki pada hari ke-8



Hasil sampel pada hari ke-0



Hasil sampel pada hari ke-2



Hasil sampel pada hari ke-4



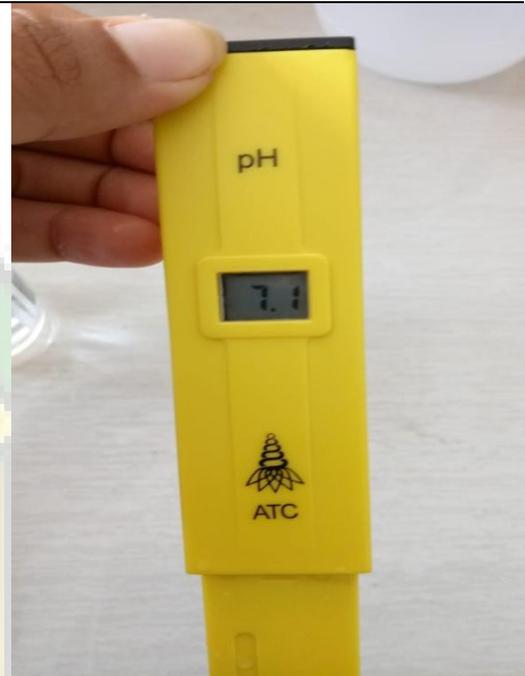
Hasil sampel pada hari ke-6



Hasil sampel pada hari ke-8



Sampel limbah cair laundry selama 8 hari



pH meter



Spektrofotometer



Turbidity Meter



Alat multiparameter



Pengecekan pH sampel awal (hari ke-0)



Pengecekan pH sampelhari ke-2



Pengecekan pH sampel hari ke-4



Pengecekan pH sampel hari ke-6



Pengecekan pH sampel hari ke-8



Pengecekan kekeruhan sampel hari ke-0



Pengecekan kekeruhan sampel hari ke-2

	
<p>Pengecekan kekeruhan sampel hari ke- 4</p>	<p>Pengecekan kekeruhan sampel hari ke- 6</p>
	
<p>Pengecekan kekeruhan sampel hari ke- 8</p>	<p>Persiapan media tanam</p>



Persiapan reaktor

Reaktor





Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI RISET DAN STANDARDISASI INDUSTRI
LABORATORIUM PENGUJI BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH (LABBA)

Jln. Cut Nyak Dhien No. 377 Lantemeun Timur Banda Aceh 23230 Telp. (0615) 49714 Fax. (0651) 49556 - 6302642
E-mail: brg_bna@yahoo.com Website: http://baristandaceh.kemperin.go.id



KAN
Laboratorium Pengujian
LP-3000-010

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Halaman : 1 dari 1
Page

Tanggal Penerbitan : 25 Juni 2021
Date of Issue

Kepada : Sri Roliya
To UIN Ar-Raniry
di - Banda Aceh

Dari Contoh : Limbah Laundry
Of the Sample (s)

Keterangan Contoh : Diantar
Identity

Kode Contoh : * 0 HARI A, 0 HARI B, 0 HARI C,
2 HARI A, 2 HARI B, 2 HARI C, 4
HARI A, 4 HARI B, 4 HARI C, 6
HARI A, 6 HARI B, 6 HARI C, 8
HARI A, 8 HARI B, 8 HARI C*
Code Sample

Tanggal Sampling : -
Date of Sampling

Tanggal Analisis : 20 Mei 2021
Date of Analysis

Nomor Laporan : 1505/LHU/LABBA/Baristand-Aceh/6/2021
Report Number

Nomor Analisis : 21 - 816 s/d 830 - LC
Analysis Number

Nomor BAPC : 294/Insd/I/06/2021
BAPC Number

Untuk Analisis : Sesuai Parameter Uji
For Analysis

Diambil dari : -
Taken from

Tanggal Penerimaan : 20 Mei 2021
Received On

Hasil : -
Results

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :
The undersigned certifies that examination

No.	KODE UJI/NO. PENGUJIAN	SATUAN	METODE UJI	HASIL UJI
				Phospat
1.	0 HARI A (L 816)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	32,35
2.	0 HARI B (L 817)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	33,5
3.	0 HARI C (L 818)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	34,5
4.	2 HARI A (L 819)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	28,75
5.	2 HARI B (L 820)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	30,5
6.	2 HARI C (L 821)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	30,0
7.	4 HARI A (L 822)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	22,5
8.	4 HARI B (L 823)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	23,5
9.	4 HARI C (L 824)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	23,5
10.	6 HARI A (L 825)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	14,25
11.	6 HARI B (L 826)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	15,0
12.	6 HARI C (L 827)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	14,5
13.	8 HARI A (L 828)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	13,5
14.	8 HARI B (L 829)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	14,0
15.	8 HARI C (L 830)	mg/L	SNI. 06.6989.31.2005	14,0

BARISTAND INDUSTRI BANDA ACEH
Manajer Teknik I LABBA,

FITRIANA DJAFAR, S.Si, MT
NIP. 197904302002122001

* Data F-5-10-01-02 hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas

* Dilarang menggandakan tanpa izin tertulis dari Baristand Industri Banda Aceh

Terbit/Revisi : 3/4

Lampiran 2. Perhitungan

1. Perhitungan Efektivitas Penyisihan Fosfat (Pada Hari Ke-2)

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (E)} &= \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\% \\
 &= \frac{33,41-29,75}{33,41} \times 100\% \\
 &= \frac{3,66}{33,41} \times 100\% \\
 &= 0,10955 \times 100\% \\
 &= 10,955\%
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Efektivitas Penyisihan Fosfat (Pada Hari Ke-4)

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (E)} &= \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\% \\
 &= \frac{33,41-23,16}{33,41} \times 100\% \\
 &= \frac{10,25}{33,41} \times 100\% \\
 &= 0,30679 \times 100\% \\
 &= 30,679\%
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Efektivitas Penyisihan Fosfat (Pada Hari Ke-6)

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (E)} &= \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\% \\
 &= \frac{33,41-14,58}{33,41} \times 100\% \\
 &= \frac{18,83}{33,41} \times 100\% \\
 &= 0,5636 \times 100\% \\
 &= 56,36\%
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Efektivitas Penyisihan Fosfat (Pada Hari Ke-8)

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (E)} &= \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\% \\
 &= \frac{33,41-13,83}{33,41} \times 100\% \\
 &= \frac{19,58}{33,41} \times 100\%
 \end{aligned}$$

$$= 0,58605 \times 100\%$$

$$= 58,605\%$$

5. Perhitungan Efektivitas Penyisihan Kekeruhan (*turbidity*) (Pada Hari Ke-2)

$$\text{Efektivitas (E)} = \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\%$$

$$= \frac{299,5-198,9}{299,5} \times 100\%$$

$$= \frac{100,6}{299,5} \times 100\%$$

$$= 0,33589 \times 100\%$$

$$= 33,589\%$$

6. Perhitungan Efektivitas Penyisihan Kekeruhan (*turbidity*)(Pada Hari Ke-4)

$$\text{Efektivitas (E)} = \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\%$$

$$= \frac{299,5-161,9}{299,5} \times 100\%$$

$$= \frac{137,6}{299,5} \times 100\%$$

$$= 0,45943 \times 100 \%$$

$$= 45,943\%$$

7. Perhitungan Efektivitas Penyisihan Kekeruhan (*turbidity*)(Pada Hari Ke-6)

$$\text{Efektivitas (E)} = \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\%$$

$$= \frac{299,5-94,4}{299,5} \times 100\%$$

$$= \frac{205,1}{299,5} \times 100\%$$

$$= 0,68481 \times 100\%$$

$$= 68,481\%$$

8. Perhitungan Efektivitas Penyisihan Kekeruhan (*turbidity*) (Pada Hari Ke-8)

$$\text{Efektivitas (E)} = \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{299,5-64,5}{299,5} \times 100\% \\
 &= \frac{235}{299,5} \times 100\% \\
 &= 0,78464 \times 100\% \\
 &= 78,464\%
 \end{aligned}$$

9. Perhitungan Efektivitas Penyisihan pH (Pada Hari Ke-2)

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (E)} &= \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\% \\
 &= \frac{10,3-9,9}{10,3} \times 100\% \\
 &= \frac{0,4}{10,3} \times 100\% \\
 &= 0,03883 \times 100\% \\
 &= 3,883\%
 \end{aligned}$$

10. Perhitungan Efektivitas Penyisihan pH (Pada Hari Ke-4)

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (E)} &= \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\% \\
 &= \frac{10,3-9,3}{10,3} \times 100\% \\
 &= \frac{1}{10,3} \times 100\% \\
 &= 0,09709 \times 100\% \\
 &= 9,709\%
 \end{aligned}$$

11. Perhitungan Efektivitas Penyisihan pH (Pada Hari Ke-6)

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (E)} &= \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\% \\
 &= \frac{10,3-8,7}{10,3} \times 100\% \\
 &= \frac{1,6}{10,3} \times 100\% \\
 &= 0,15534 \times 100\% \\
 &= 15,534\%
 \end{aligned}$$

12. Perhitungan Efektivitas Penyisihan pH (Pada Hari Ke-8)

$$\begin{aligned}\text{Efektivitas (E)} &= \frac{\text{Influent-Efluent}}{\text{Influent}} \times 100\% \\ &= \frac{10,3-8,4}{10,3} \times 100\% \\ &= \frac{2,5}{10,3} \times 100\% \\ &= 0,24272 \times 100\% \\ &= 24,272\%\end{aligned}$$



Lampiran 3. Metode Pengujian Parameter Limbah Dan Pengukuran Sampel Uji

1. Metode pengambilan contoh sampel menurut (SNI 6989.59:2008):

1. Persyaratan alat pengambil contoh sampel

Alat pengambil contoh sampel harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat contoh.
- b. Mudah dicuci dari bekas contoh sebelumnya.
- c. Contoh mudah dipindahkan ke dalam botol penampung tanpa ada sisa bahan tersuspensi di dalamnya.
- d. Mudah dan aman di bawa.
- e. Kapasitas alat tergantung dari tujuan pengujian.

2. Jenis alat pengambil contoh sampel

Alat pengambil contoh sampel sederhana dapat berupa ember plastik yang dilengkapi dengan tali atau gayung plastik yang bertangkai panjang.

3. Pengambilan contoh sampel

Cara pengambilan contoh sampel untuk pengujian kualitas air sebagai berikut:

- a. Siapkan alat pengambil contoh sesuai dengan saluran pembuangan.
- b. Bilas alat dengan contoh yang akan diambil, sebanyak 3 (tiga) kali.
- c. Ambil contoh sesuai dengan peruntukan analisis dan campurkan dalam penampung sementara, kemudian homogenkan.
- d. Masukkan ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis.
- e. Lakukan segera pengujian untuk parameter suhu, kekeruhan dan daya hantar listrik, pH dan oksigen terlarut yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan.
- f. Hasil pengujian parameter lapangan dicatat dalam buku catatan khusus.
- g. Pengambilan contoh untuk parameter pengujian di laboratorium dilakukan pengawetan.

2. Pengukuran Fosfat (SNI 06-6989.31-2005)

1. Dipipetkan 100 ml contoh uji secara duplo dan dimasukkan masing-masing ke dalam erlenmeyer.
2. Ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalein. Apabila terbentuk warna merah muda, ditambahkan tetes demi tetes H_2SO_4 5N sampai warna hilang.
3. Ditambahkan 8 ml larutan campuran dan dihomogenkan.
4. Dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, dibaca dan dicatat serapannya pada panjang gelombang 880 nm dalam kisaran waktu antara 10 menit sampai 30 menit.

3. Pengukuran Kekeruhan (*Turbidity*) (SNI 06-6989.25-2005)

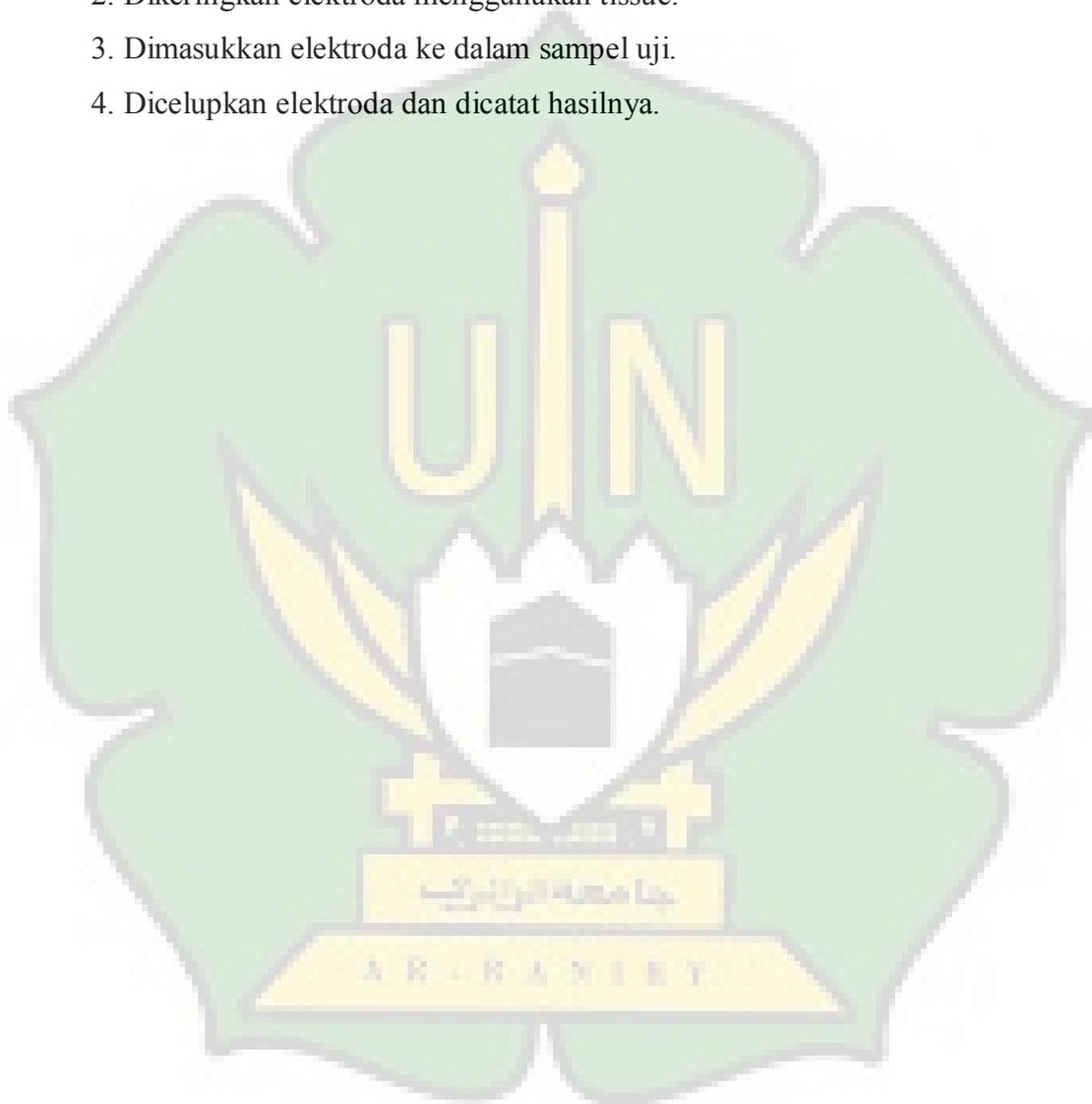
Pengukuran kekeruhan (*turbidity*) pada sampel uji akan diukur menggunakan *turbidimeter*. Cara pengukuran pH akan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

1. Kalibrasi nefelometer
 - a. Nefelometer dioptimalkan untuk pengujian kekeruhan (*turbidity*) sesuai dengan petunjuk penggunaan alat.
 - b. Suspensi baku kekeruhan (*turbidity*) misalnya 100 NTU dimasukkan ke dalam tabung pada nefelometer dan selanjutnya dipasang tutupnya.
 - c. Alat dibiarkan sehingga menunjukkan nilai pembacaan yang stabil.
 - d. Alat tersebut diatur sehingga menunjukkan angka kekeruhan larutan baku (misalnya 100 NTU).
2. Penentuan contoh uji
 - a. Tabung nefelometer dicuci dengan air suling.
 - b. Contoh uji tersebut dikocok dan selanjutnya dimasukkan ke dalam tabung pada nefelometer dan dipasang tutupnya.
 - c. Alat dibiarkan hingga menunjukkan nilai baca yang stabil.
 - d. Nilai kekeruhan (*turbidity*) contoh sampel yang diamati kemudian dicatat hasilnya.

4. Pengukuran pH (SNI 06-6989.11-2004)

Pengukuran pH pada sampel uji akan diukur menggunakan pH meter. Cara pengukuran pH akan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

1. Dibilas elektroda dengan menggunakan aquadest.
2. Dikeringkan elektroda menggunakan tissue.
3. Dimasukkan elektroda ke dalam sampel uji.
4. Dichelupkan elektroda dan dicatat hasilnya.



Lampiran 4. Hasil Analisis SPSS

1. Analisis Regresi Linear Sederhana

Rumus persamaan regresi linear sederhana

$$Y = a + bX$$

a. Parameter Fosfat

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Hari ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Fosfat

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.977 ^a	.955	.941	2.14103

a. Predictors: (Constant), Hari

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	295.175	1	295.175	64.392	.004 ^b
	Residual	13.752	3	4.584		
	Total	308.927	4			

a. Dependent Variable: Fosfat

b. Predictors: (Constant), Hari

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	33.812	1.658		20.388	.000
	Hari	-2.716	.339	-.977	-8.024	.004

a. Dependent Variable: Fosfat

a= angka konstan yang mempunyai arti bahwa tidak ada hari (X) maka nilai konsisten fosfat (Y) adalah sebesar 33,812. b= angka koefisien regresi. Nilainya sebesar -2,716. Angka ini mengandung arti bahwa setiap penambahan 1%hari (X), maka fosfat (Y) akan meningkat sebesar -2,716. Karena nilai koefisien regresi bernilai minus (-), maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa hari (X) *berpengaruh negatif* terhadap fosfat (Y). Sehingga persamaan regresinya adalah $Y = 33,812 + (-2,716) X$

Uji Hipotesis Membandingkan Nilai Sig dengan 0,05

H0= tidak ada pengaruh hari (X) terhadap fosfat (Y)

Ha= ada pengaruh hari (X) terhadap fosfat (Y)

Adapun yang menjadi dasar pengambilan keputusan dalam analisis regresi dengan melihat nilai sig hasil output spss adalah:

1. Jika nilai sig lebih kecil < dari probabilitas 0,05 mengandung arti bahwa ada pengaruh hari (X) terhadap fosfat (Y).
2. Sebaliknya, jika nilai sig lebih besar > dari probabilitas 0,05 mengandung arti bahwa tidak ada pengaruh hari (X) terhadap fosfat (Y).

Coefficients^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	33.812	1.658		20.388	.000
	Hari	-2.716	.339	-.977	-8.024	.004

a. Dependent Variable: Fosfat

Berdasarkan output di atas diketahui nilai sig sebesar 0,004 lebih kecil dari < probabilitas 0,05, sehingga dapat disimpulkan H0 ditolak dan Ha diterima yang berarti bahwa *ada pengaruh hari (X) terhadap fosfat (Y)*.

Uji Hipotesis Membandingkan Nilai T Hitung Dengan T Tabel

Pengujian hipotesis ini sering disebut uji t, dimana dasar pengambilannya keputusan dalam uji t adalah:

1. Jika nilai t hitung lebih besar > dari t tabel maka ada pengaruh hari (X) terhadap fosfat (Y).

2. Sebaliknya, jika nilai t hitung lebih kecil < dari t tabel maka tidak ada pengaruh hari (X) terhadap fosfat (Y).

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	33.812	1.658		20.388	.000
	Hari	-2.716	.339	-.977	-8.024	.004

a. Dependent Variable: Fosfat

Berdasarkan output diatas diketahui nilai t hitung sebesar -8,024. Karena nilai t hitung sudah ditemukan, maka langkah selanjutnya kita akan mencari nilai t tabel. Adapun rumus dalam mencari t tabel adalah:

$$\begin{aligned} \text{Nilai t tabel} &= (a/2; n-k-1) \\ &= (0,05/2; 5-1-1) \\ &= (0,025; 3) \end{aligned}$$

Nilai 0,025; 3 maka didapat nilai t tabel sebesar 3,182

Karena nilai t hitung sebesar -8,024 lebih kecil dari < 3,182, sehingga dapat disimpulkan bahwa H0 diterima dan Ha ditolak, yang berarti *tidak ada pengaruh hari (X) terhadap fosfat (Y)*.

Melihat Besarnya Pengaruh Variabel X Terhadap Y

Untuk mengetahui besarnya pengaruh hari (X) terhadap fosfat (Y) dalam analisis regresi linear sederhana, itu dapat berpedoman pada nilai R square atau R² yang terdapat pada output SPSS bagian model summary.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.977 ^a	.955	.941	2.14103

a. Predictors: (Constant), Hari

Dari output diatas diketahui nilai R square sebesar 0,955. Nilai ini mengandung arti bahwa pengaruh ketebalan (X) terhadap kesadahan (Y) adalah sebesar 95,5%.

KESIMPULAN DARI UJI ANALISIS REGRESI LINEAR SEDERHANA Merujuk pada pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa hari (X) *ada berpengaruh* terhadap fosfat(Y) dengan persentase sebesar 95,5%.

b. Parameter Kekeruhan

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables	Variables	Method
	Entered	Removed	
1	Hari ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Kekeruhan

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.981 ^a	.961	.949	21.00129

a. Predictors: (Constant), Hari

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	33005.025	1	33005.025	74.832	.003 ^b
	Residual	1323.163	3	441.054		
	Total	34328.188	4			

a. Dependent Variable: Kekeruhan

b. Predictors: (Constant), Hari

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	278.680	16.268		17.131	.000
	Hari	-28.725	3.321	-.981	-8.651	.003

a. Dependent Variable: Kekeruhan

a= angka konstan yang mempunyai arti bahwa tidak ada hari (X) maka nilai konsisten kekeruhan (Y) adalah sebesar 278,680. b= angka koefisien regresi. Nilainya sebesar -28,725. Angka ini mengandung arti bahwa setiap penambahan 1% hari (X), maka kekeruhan (Y) akan meningkat sebesar -28,725. Karena nilai koefisien regresi bernilai minus (-), maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa hari (X) *berpengaruh negatif* terhadap kekeruhan (Y). Sehingga persamaan regresinya adalah $Y = 278,680 + (-28,725) X$

Uji Hipotesis Membandingkan Nilai Sig dengan 0,05

H0= tidak ada pengaruh hari (X) terhadap kekeruhan (Y)

Ha= ada pengaruh hari (X) terhadap kekeruhan (Y)

Adapun yang menjadi dasar pengambilan keputusan dalam analisis regresi dengan melihat nilai sig hasil output spss adalah:

1. Jika nilai sig lebih kecil < dari probabilitas 0,05 mengandung arti bahwa ada pengaruh hari (X) terhadap kekeruhan (Y).
2. Sebaliknya, jika nilai sig lebih besar > dari probabilitas 0,05 mengandung arti bahwa tidak ada pengaruh hari (X) terhadap kekeruhan (Y).

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	T	Sig.
		B	Std. Error	Coefficients		
1	(Constant)	278.680	16.268		17.131	.000
	Hari	-28.725	3.321	-.981	-8.651	.003

a. Dependent Variable: Kekeruhan

Berdasarkan output di atas diketahui nilai sig sebesar 0,003 lebih kecil dari <probabilitas 0,05, sehingga dapat disimpulkan H0 ditolak dan Ha diterima yang berarti bahwa *ada pengaruh hari (X) terhadap kekeruhan (Y)*.

Uji Hipotesis Membandingkan Nilai T Hitung Dengan T Tabel

Pengujian hipotesis ini sering disebut uji t, dimana dasar pengambilannya keputusan dalam uji t adalah:

1. Jika nilai t hitung lebih besar > dari t tabel maka ada pengaruh hari (X) terhadap kekeruhan (Y).

2. Sebaliknya, jika nilai t hitung lebih kecil < dari t tabel maka tidak ada pengaruh hari (X) terhadap kekeruhan (Y).

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	278.680	16.268		17.131	.000
	Hari	-28.725	3.321	-.981	-8.651	.003

a. Dependent Variable: Kekeruhan

Berdasarkan output diatas diketahui nilai t hitung sebesar -8,651. Karena nilai t hitung sudah ditemukan, maka langkah selanjutnya kita akan mencari nilai t tabel. Adapun rumus dalam mencari t tabel adalah:

$$\begin{aligned} \text{Nilai t tabel} &= (a/2; n-k-1) \\ &= (0,05/2; 5-1-1) \\ &= (0,025; 3) \end{aligned}$$

Nilai 0,025; 3 maka didapat nilai t tabel sebesar 3,182

Karena nilai t hitung sebesar -8,651 lebih kecil dari < 3,182, sehingga dapat disimpulkan bahwa H₀ diterima dan H_a ditolak, yang berarti *tidak ada pengaruh hari (X) terhadap kekeruhan (Y)*.

Melihat Besarnya Pengaruh Variabel X Terhadap Y

Untuk mengetahui besarnya pengaruh hari (X) terhadap kekeruhan (Y) dalam analisis regresi linear sederhana, itu dapat berpedoman pada nilai R square atau R² yang terdapat pada output SPSS bagian model summary.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.981 ^a	.961	.949	21.00129

a. Predictors: (Constant), Hari

Dari output diatas diketahui nilai R square sebesar 0,961. Nilai ini mengandung arti bahwa pengaruh hari (X) terhadap kekeruhan (Y) adalah sebesar 96,1%.

KESIMPULAN DARI UJI ANALISIS REGRESI LINEAR SEDERHANA Merujuk pada pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa hari (X) *ada berpengaruh* terhadap kekeruhan (Y) dengan persentase sebesar 96,1%.

c. Parameter pH

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Hari ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: pH

b. All requested variables entered.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.994 ^a	.989	.985	.09661

a. Predictors: (Constant), Hari

ANOVA^a

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2.500	1	2.500	267.857	.000 ^b
	Residual	.028	3	.009		
	Total	2.528	4			

a. Dependent Variable: pH

b. Predictors: (Constant), Hari

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	10.320	.075		137.907	.000
	Hari	-.250	.015	-.994	-16.366	.000

a. Dependent Variable: pH

a= angka konstan yang mempunyai arti bahwa tidak ada hari (X) maka nilai konsisten pH (Y) adalah sebesar 10,320. b= angka koefisien regresi. Nilainya sebesar -250. Angka ini mengandung arti bahwa setiap penambahan 1% hari (X), maka pH (Y) akan meningkat sebesar -250. Karena nilai koefisien regresi bernilai minus (-), maka dengan demikian dapat dikatakan bahwa hari (X) *berpengaruh negatif* terhadap pH (Y). Sehingga persamaan regresinya adalah $Y = 10,320 + (-250) X$

Uji Hipotesis Membandingkan Nilai Sig dengan 0,05

H₀= tidak ada pengaruh hari (X) terhadap pH (Y)

H_a= ada pengaruh hari (X) terhadap pH (Y)

Adapun yang menjadi dasar pengambilan keputusan dalam analisis regresi dengan melihat nilai sig hasil output spss adalah:

1. Jika nilai sig lebih kecil < dari probabilitas 0,05 mengandung arti bahwa ada pengaruh hari (X) terhadap pH (Y).
2. Sebaliknya, jika nilai sig lebih besar > dari probabilitas 0,05 mengandung arti bahwa tidak ada pengaruh hari (X) terhadap pH (Y).

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Coefficients		
1	(Constant)	10.320	.075		137.907	.000
	Hari	-.250	.015	-.994	-16.366	.000

a. Dependent Variable: pH

Berdasarkan output di atas diketahui nilai sig sebesar 0,000 lebih kecil dari <probabilitas 0,05, sehingga dapat disimpulkan H₀ ditolak dan H_a diterima yang berarti bahwa *ada pengaruh hari (X) terhadap pH (Y)*.

Uji Hipotesis Membandingkan Nilai T Hitung Dengan T Tabel

Pengujian hipotesis ini sering disebut uji t, dimana dasar pengambilannya keputusan dalam uji t adalah:

1. Jika nilai t hitung lebih besar > dari t tabel maka ada pengaruh hari (X) terhadap pH (Y).

2. Sebaliknya, jika nilai t hitung lebih kecil < dari t tabel maka tidak ada pengaruh hari (X) terhadap pH (Y).

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.
		B	Std. Error	Coefficients Beta		
1	(Constant)	10.320	.075		137.907	.000
	Hari	-.250	.015	-.994	-16.366	.000

a. Dependent Variable: pH

Berdasarkan output diatas diketahui nilai t hitung sebesar -16,366. Karena nilai t hitung sudah ditemukan, maka langkah selanjutnya kita akan mencari nilai t tabel. Adapun rumus dalam mencari t tabel adalah:

$$\begin{aligned} \text{Nilai t tabel} &= (a/2; n-k-1) \\ &= (0,05/2; 5-1-1) \\ &= (0,025; 3) \end{aligned}$$

Nilai 0,025; 3 maka didapat nilai t tabel sebesar 3,182

Karena nilai t hitung sebesar -16,366 lebih kecil dari < 3,182, sehingga dapat disimpulkan bahwa H₀ diterima dan H_a ditolak, yang berarti *tidak ada pengaruh hari (X) terhadap pH (Y)*.

Melihat Besarnya Pengaruh Variabel X Terhadap Y

Untuk mengetahui besarnya pengaruh ketebalan (X) terhadap pH (Y) dalam analisis regresi linear sederhana, itu dapat berpedoman pada nilai R square atau R² yang terdapat pada output SPSS bagian model summary.

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.994 ^a	.989	.985	.09661

a. Predictors: (Constant), Hari

Dari output diatas diketahui nilai R square sebesar 0,989. Nilai ini mengandung arti bahwa pengaruh hari (X) terhadap pH (Y) adalah sebesar 98,9%.

KESIMPULAN DARI UJI ANALISIS REGRESI LINEAR SEDERHANA

Merujuk pada pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa hari (X) *ada berpengaruh* terhadap pH (Y) dengan persentase sebesar 98,9%.

