

**TUGAS AKHIR - RE 184804**

***FITOTREATMENT SEBAGAI POLISHING TREATMENT  
AIR LIMBAH SEKTOR PERIKANAN DI PASAR  
TRADISIONAL DENGAN MENGGUNAKAN  
*Salvinia molesta* DAN *Pistia stratiotes****

**MUHAMMAD ZIDANE ARDIANSYAH PUTRA  
NRP 0321184000044**

Dosen Pembimbing  
**Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIP 19710818 199703 2 001

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2022





TUGAS AKHIR - RE 184804

***FITOTREATMENT SEBAGAI POLISHING TREATMENT  
AIR LIMBAH SEKTOR PERIKANAN DI PASAR  
TRADISIONAL DENGAN MENGGUNAKAN  
*Salvinia molesta* DAN *Pistia stratiotes****

**MUHAMMAD ZIDANE ARDIANSYAH PUTRA**  
NRP 03211840000044

Dosen Pembimbing  
**Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIP 19710818 199703 2 001

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2022





FINAL PROJECT - RE 184804

**PHYTOTREATMENT AS POLISHING TREATMENT OF  
WASTEWATER FISHERIES SECTOR IN TRADITIONAL  
MARKETS USING *Salvinia molesta* AND *Pistia  
stratiotes***

**MUHAMMAD ZIDANE ARDIANSYAH PUTRA**  
NRP 03211840000044

Advisor

**Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIP 19710818 199703 2 001

**DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**  
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering  
Sepuluh Nopember Institut of Technology  
Surabaya  
2022





**LEMBAR PENGESAHAN**







**LEMBAR PENGESAHAN**

**FITOTREATMENT SEBAGAI POLISHING TREATMENT AIR LIMBAH SEKTOR  
PERIKANAN DI PASAR TRADISIONAL DENGAN MENGGUNAKAN *Salvinia  
molesta* DAN *Pistia stratiotes***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh: **MUHAMMAD ZIDANE ARDIANSYAH PUTRA**  
NRP. 0321184000044

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir:

1. Bieby Voijant Tangahu, ST, MT, Ph.D.

  
Pembimbing

2. Ipung Fitri Purwanti, ST., MT, Ph.D.

  
Penguji

3. Harmin Sulistiyaning Titah, ST, MT, Ph.D.

  
Penguji

4. IDAA Warmadewanthi, ST, MT, Ph.D.

  
Penguji



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



**LEMBAR PERNYATAAN  
ORISINALITAS**







## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Muhammad Zidane Ardiansyah Putra / 0321184000044  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing / NIP : Bieby Vojjant Tangahu, ST, MT, Ph.D. /  
19710818 199703 2 001

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "*Fitotreatment sebagai Polishing Treatment Air Limbah Sektor Perikanan di Pasar Tradisional dengan Menggunakan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes**" adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 26 Juni 2022

Mahasiswa,

Mengetahui  
Dosen Pembimbing



(Bieby Vojjant Tangahu, ST, MT, Ph.D.)

NIP. 19710818 199703 2 001



(Muhammad Zidane Ardiansyah Putra)

NRP. 0321184000044

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## **ABSTRAK**







***FITOTREATMENT SEBAGAI POLISHING TREATMENT AIR LIMBAH SEKTOR  
PERIKANAN DI PASAR TRADISIONAL DENGAN MENGGUNAKAN *Salvinia molesta*  
DAN *Pistia stratiotes****

Nama Mahasiswa / NRP : Muhammad Zidane Ardiansyah Putra / 0321184000044  
Departemen : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Bieby Voijant Tangahu, ST, MT, Ph.D.

**ABSTRAK**

Kegiatan Industri perikanan seperti pencucian, pembersihan dan pengolahan ikan menghasilkan air limbah berupa air limbah bekas pengolahan. air limbah pengolahan ikan mengandung darah, potongan-potongan kecil ikan, dan isi perut. air limbah ini juga mengandung pencemar berupa BOD, COD, TSS, Nitrat, Minyak, dan Lemak. Apabila air limbah tersebut tidak diolah terlebih dahulu, maka akan berdampak buruk terhadap lingkungan apabila dibuang secara langsung. Oleh karena itu diperlukan pengolahan. Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan yaitu *Fitotreatment* dengan menggunakan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*.

Sebelum dilakukan tahapan *Fitotreatment*, dilakukan tahapan propagasi, aklimatisasi dan *Range Finding Test* terhadap Tumbuhan yang akan digunakan. Pada tahap propagasi dilakukan pengamatan terhadap morfologi tumbuhan seperti Lebar daun, Jumlah daun dan Panjang akar selama 1 bulan hingga muncul tunas baru yang nantinya akan digunakan dalam uji *Fitotreatment*. Setelah tahap propagasi, dilakukan tahap aklimatisasi selama 7 hari yang bertujuan agar tanaman dapat beradaptasi terhadap kondisi selama penelitian. Setelah dilakukan tahap aklimatisasi, dilakukan uji *Range Finding Test* dengan konsentrasi 0% sebagai control, 5%, 10%, 20%, 40% dan 80% yang bertujuan untuk menentukan konsentrasi dimana tumbuhan dapat bertahan hidup. Kemudian konsentrasi yang didapat dari uji range finding test digunakan untuk penelitian utama. Pada penelitian utama yaitu uji *fitotreatment*, dilakukan pengujian penurunan kadar BOD, COD dan TSS yang terkandung dalam air limbah sektor perikanan di pasar tradisional dengan menggunakan tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*. Variabel yang digunakan yaitu jenis tumbuhan dan kapasitas penghasil air limbah.

Setelah dilakukan tahap propagasi didapatkan data bahwa Pada tumbuhan *Pistia stratiotes* mengalami pertumbuhan panjang akar mulai 23,7 cm hingga 25,7 cm. sedangkan untuk pertumbuhan lebar daun mengalami pertumbuhan yaitu mulai 3,9 hingga 4,4 cm. Selanjutnya untuk pertumbuhan jumlah daun mengalami kenaikan sebesar 14 buah hingga 18 buah. Sedangkan pada Tumbuhan *Salvinia molesta* mengalami pertumbuhan panjang akar sebesar 4,8 cm hingga 5,7 cm lalu untuk pertumbuhan lebar daun mengalami pertumbuhan yaitu mulai 1,3 cm hingga 1,8 cm. Kemudian untuk jumlah daun mengalami kenaikan sebesar 10 buah hingga 24 buah. Melalui *Range Finding Test*, diketahui Tumbuhan *Pistia stratiotes* mampu bertahan pada Air Limbah Pasar dengan konsentrasi sebesar 20% dan untuk Air Limbah Pasar Giri sebesar 40%. Kemudian untuk Tumbuhan *Salvinia molesta* mampu bertahan pada Air Limbah Pasar Gresik dengan konsentrasi sebesar 10% dan untuk Air Limbah Pasar Giri berada pada konsentrasi 10%. Kemudian untuk *fitotreatment* didapatkan hasil penyisihan parameter BOD, COD, dan TSS pada air limbah Pasar Giri tumbuhan *Pistia stratiotes* lebih efektif dalam menurunkan kadar BOD sebesar 84,6 % dan COD 80,6% sedangkan untuk kadar TSS tumbuhan *Salvinia molesta* lebih efektif dengan penyisihan sebesar 89,8%. Lalu untuk penyisihan parameter BOD, COD, dan TSS pada air limbah Pasar Gresik tumbuhan *Pistia stratiotes* lebih efektif dalam menurunkan kadar BOD sebesar 92,4 % dan COD 84,4%

sedangkan untuk kadar TSS tumbuhan *Salvinia molesta* lebih efektif dengan penyisihan sebesar 90,9%.

**Kata kunci:** *Fitotreatment, Salvinia molesta, Pistia stratiotes, Air Limbah Sektor Perikanan*







**PHYTOTREATMENT AS POLISHING TREATMENT OF WASTEWATER FISHERIES SECTOR IN TRADITIONAL MARKETS USING *Salvinia molesta* AND *Pistia stratiotes***

Name of Student / NRP : Muhammad Zidane Ardiansyah Putra / 03211840000044  
Departement : Environmental Engineering  
Advisor : Bieby Voijant Tangahu, ST, MT, Ph.D.

**ABSTRACT**

*Fishing industry activities such as washing, cleaning and processing fish produce waste water in the form of wastewater used for treatment. fish treatment wastewater contains blood, small pieces of fish, and entrails. This wastewater also contains altered pollutants BOD, COD, TSS, Nitrates, Oils, and Fats. If the wastewater is not treated first, it will have a bad impact on the environment if it is disposed of directly. Therefore processing is required. One of the processing that can be done is phytotreatment using *Salvinia molesta* and *Pistia stratiotes*.*

*Before the Phytotreatment stage is carried out, the propagation, acclimatization and Range Finding Test stages are carried out on the plants to be used. At the propagation stage, observations were made on plant morphology such as leaf width, number of leaves and root length for 1 month until new shoots appeared which would later be used in the phytotreatment test. After the propagation stage, an acclimatization stage is carried out for 7 days which aims to allow plants to adapt to the conditions during the study. After the acclimatization stage, a Range Finding Test was carried out with a concentration of 0% as control, 5%, 10%, 20%, 40% and 80% which aimed to determine the concentration where plants can survive. Then the concentration obtained from the range finding test is used for the main research. In the main research, namely the phytotreatment test, testing was carried out to reduce bod, COD and TSS levels contained in fishery sector wastewater in traditional markets using *Salvinia molesta* and *Pistia stratiotes* plants. The variables used are the type of plant and the capacity of wastewater producers.*

*After the propagation stage, data were obtained that in *pistia stratiotes* plants experienced a growth in root length from 23.7 cm to 25.7 cm. while for the growth of leaf width, it experiences growth, which is from 3.9 to 4.4 cm. Furthermore, for the growth of the number of leaves, it has increased by 14 pieces to 18 pieces. While in *Salvinia molesta* plants experienced a growth in root length of 4.8 cm to 5.7 cm, then for the growth of leaf width, it grew from 1.3 cm to 1.8 cm. Then for the number of leaves, it has increased by 10 pieces to 24 pieces. Through the Range Finding Test, it is known that *Pistia stratiotes* plants are able to survive in Market Wastewater with a concentration of 20% and for Giri Market Wastewater by 40%. Then for *Salvinia molesta* plants are able to survive on Gresik Market Wastewater with a concentration of 10% and for Giri Market Wastewater is at a concentration of 10%. Then for phytotreatment, the results of the allowance for BOD, COD, and TSS parameters on the Giri Market wastewater of *pistia stratiotes* plants were more effective in reducing BOD levels by 84.6% and COD by 80.6% while for TSS levels of *Salvinia molesta* plants were more effective with an allowance of 89.8%. Then for the elimination of BOD, COD, and TSS parameters in the Gresik Market wastewater, *Pistia stratiotes* plants are more effective in reducing BOD*

*levels by 92.4% and COD by 84.4% while for TSS levels salvinia molesta plants are more effective with an allowance of 90.9%.*

**Keywords:** *Phytotreatment, Salvinia molesta, Pistia stratiotes, Wastewater Fisheries Sector*



## **KATA PENGANTAR**







## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, Laporan Tugas Akhir yang berjudul “*Fitotreatment* sebagai *Polishing Treatment* Air Limbah Sektor Perikanan di Pasar Tradisional Dengan Menggunakan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*” dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan semangat, bimbingan dan nasehat dalam penyusunan dan penulisan Tugas Akhir terutama kepada:

1. Ibu Bieby Voijant Tangahu, ST, MT, PhD selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, bimbingan, serta ilmu yang diberikan,
2. Ibu Ipung Fitri Purwanti, ST., MT., PhD., dan Ibu Harmin Sulistyning Titah, ST., MT., PhD selaku dosen pengarah dan penguji Tugas Akhir, terima kasih atas saran serta bimbingannya,
3. Dosen-dosen pengajar Departemen Teknik Lingkungan ITS,
4. Orang Tua, serta Keluarga yang telah menjadi motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik, dan memberikan dorongan, serta tak lupa selalu mendoakan dari kejauhan,
5. Teman-teman bimbingan tugas akhir yang telah bekerja sama dan saling mengingatkan satu sama lain terkait asistensi dan kemajuan dari Tugas Akhir,
6. Teman-teman angkatan 2018 yang selalu memberi semangat serta dorongan dan selalu mengingatkan satu sama lain.

Saya menyadari tentunya laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Banyak yang harus dibenahi dalam teknis dan isi dari penulisan. Kami berharap adanya saran dan kritik yang bersifat membangun, agar laporan ini dapat bermanfaat baik bagi penulis, perusahaan, serta pembaca.

Surabaya, 26 Juni 2022

Penulis

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## DAFTAR ISI





## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup .....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pasar Ikan Tradisional .....	5
2.2 Air Limbah Pasar Ikan .....	6
2.2.1 Sumber Air Limbah.....	6
2.2.2 Karakteristik Air Limbah .....	6
2.2.3 Baku Mutu Air Limbah .....	6
2.3 Parameter Pencemar .....	7
2.3.1 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD) .....	7
2.3.2 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	7
2.3.3 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	7
2.4 <i>Fitotreatment</i> .....	7
2.5 <i>Salvinia molesta</i> .....	8
2.6 <i>Pistia stratiotes</i> .....	8
2.7 Penelitian Terdahulu.....	9
BAB III METODE PENELITIAN .....	11
3.1 Kerangka Penelitian .....	11
3.2 Tahapan Penelitian .....	12
3.2.1 Ide Penelitian .....	12
3.2.2 Studi Literatur.....	13
3.2.3 Variabel dan Parameter Penelitian .....	13
3.2.4 Uji Pendahuluan .....	13

3.2.5 Penelitian Pendahuluan.....	14
3.2.6 Penelitian Utama.....	15
3.2.7 Analisis Data dan Pembahasan .....	16
3.2.8 Kesimpulan dan Saran .....	17
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>19</b>
4.1 Karakteristik Awal Air Limbah .....	19
4.2 Tahap Propagasi.....	19
4.3 Tahap Aklimatisasi .....	23
4.4 Range Finding Test .....	25
4.5 Penelitian Utama.....	32
4.5.1 Analisis pH dan Suhu .....	33
4.5.2 Analisis Morfologi Tumbuhan saat proses Fitotreatment.....	36
4.5.3 Analisis BOD.....	38
4.5.4 Analisis COD.....	40
4.5.5 Analisis Rasio BOD/COD .....	43
4.5.6 Analisis TSS .....	44
4.5.7 Uji Statistik .....	46
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>51</b>
5.1 Kesimpulan .....	51
5.2 Saran .....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>53</b>
<b>LAMPIRAN A.....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN B .....</b>	<b>63</b>
<b>BIOGRAFI PENULIS .....</b>	<b>71</b>





## DAFTAR GAMBAR







## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kondisi Eksisting Sektor perikanan di UPT Pasar Giri.....	5
Gambar 2.2 Kondisi eksisting Sektor perikanan di UPT Pasar Gresik .....	5
Gambar 2.3 Tumbuhan <i>Salvinia molesta</i> .....	8
Gambar 2.4 <i>Pistia stratiotes</i> .....	9
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	12
Gambar 3.2 (a) Dimensi Reaktor dan (b) Gambar Uji <i>Range Finding Test</i> .....	15
Gambar 3.3 (a) Dimensi dan (b) Gambar Reaktor Uji <i>Fitotreatment</i> .....	16
Gambar 4.1 Tunas Baru Pada Tumbuhan (a) <i>Pistia stratiotes</i> (b) <i>Salvinia molesta</i> .....	20
Gambar 4.2 Pengamatan Morfologi Tumbuhan <i>Pistia stratiotes</i> .....	20
Gambar 4.3 Pertumbuhan Lebar daun dan dan Panjang akar tumbuhan <i>Pistia stratiotes</i> .....	21
Gambar 4.4 Pertumbuhan Jumlah Daun pada Tumbuhan <i>Pistia stratiotes</i> .....	21
Gambar 4.5 Pengamatan Morfologi Tumbuhan <i>Salvinia molesta</i> .....	22
Gambar 4.6 Pertumbuhan Lebar daun dan dan Panjang akar Tumbuhan <i>Salvinia molesta</i> .....	22
Gambar 4.7 Pertumbuhan Jumlah Daun pada Tumbuhan <i>Salvinia molesta</i> .....	23
Gambar 4.8 Respon Kematian Tumbuhan <i>Pistia stratiotes</i> pada Air Limbah Pasar Gresik ...	30
Gambar 4.9 Respon Kematian Tumbuhan <i>Pistia stratiotes</i> pada Air Limbah Pasar Giri.....	30
Gambar 4.10 Respon Kematian Tumbuhan <i>Salvinia molesta</i> pada Air Limbah Pasar Gresik	31
Gambar 4.11 Respon Kematian Tumbuhan <i>Salvinia molesta</i> pada Air Limbah Pasar Giri ....	31
Gambar 4.12 Reaktor Uji <i>Fitotreatment</i> .....	32
Gambar 4.13 Pengambilan data suhu dan pH pada reaktor <i>Fitotreatment</i> .....	33
Gambar 4.14 Nilai Suhu Pada Reaktor Kontrol Air Limbah .....	33
Gambar 4.15 Nilai Suhu Pada Reaktor <i>Pistia stratiotes</i> .....	34
Gambar 4.16 Nilai Suhu Pada Reaktor <i>Salvinia molesta</i> .....	34
Gambar 4.18 Nilai pH Pada Reaktor Kontrol Air Limbah.....	34
Gambar 4.19 Nilai pH Pada Reaktor <i>Pistia stratiotes</i> .....	35
Gambar 4.20 Nilai Suhu Pada Reaktor <i>Salvinia molesta</i> .....	35
Gambar 4.20 Pertumbuhan Jumlah daun pada tumbuhan <i>Pistia stratiotes</i> .....	36
Gambar 4.21 Pertumbuhan Lebar daun pada tumbuhan <i>Pistia stratiotes</i> .....	37
Gambar 4.22 Pertumbuhan Jumlah daun pada tumbuhan <i>Salvinia molesta</i> .....	37
Gambar 4.23 Pertumbuhan Lebar daun pada tumbuhan <i>Salvinia molesta</i> .....	38
Gambar 4.24 Penurunan BOD pada Reaktor <i>Fitotreatment</i> .....	39
Gambar 4.25 Efisiensi penyisihan BOD pada Reaktor <i>Fitotreatment</i> .....	40
Gambar 4.26 Penurunan COD pada Reaktor <i>Fitotreatment</i> .....	41

Gambar 4.27 Efisiensi penyisihan COD pada Reaktor <i>Fitotreatment</i> .....	42
Gambar 4.28 Rasio BOD/COD dari reaktor <i>Fitotreatment</i> .....	43
Gambar 4.29 Penurunan TSS pada Reaktor <i>Fitotreatment</i> .....	45
Gambar 4.30 Efisiensi penyisihan TSS pada Reaktor <i>Fitotreatment</i> .....	45



**DAFTAR TABEL**





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Perikanan .....	6
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu.....	10
Tabel 3.3 Susunan Reaktor <i>Range Finding Test</i> .....	15
Tabel 3.2 Metode Uji parameter dan Referensi yang Digunakan .....	16
Tabel 3.3. Susunan reaktor Uji <i>Fitotreatment</i> .....	16
Tabel 4.1 Karakteristik Awal Air Limbah Sektor Perikanan Pasar Gresik .....	19
Tabel 4.2 Karakteristik Awal Air Limbah Sektor Perikanan Pasar Giri .....	19
Tabel 4.3 Aklimatisasi Tumbuhan <i>Pistia stratiotes</i> dan <i>Salvinia molesta</i> .....	23
Tabel 4.4 Uji RFT <i>Pistia stratiotes</i> dengan Air Limbah Pasar Gresik.....	26
Tabel 4.5 Uji RFT <i>Pistia stratiotes</i> dengan Air Limbah Pasar Giri .....	26
Tabel 4.6 Uji RFT <i>Salvinia Molesta</i> dengan Air Limbah Pasar Gresik .....	27
Tabel 4.7 Uji RFT <i>Salvinia molesta</i> dengan Air Limbah Pasar Giri.....	27
Tabel 4.8 Respon Kematian Tumbuhan <i>Pistia stratiotes</i> pada Air Limbah Pasar Gresik .....	28
Tabel 4.9 Respon Kematian Tumbuhan <i>Pistia stratiotes</i> pada Air Limbah Pasar Giri.....	28
Tabel 4.10 Respon Kematian Tumbuhan <i>Salvinia molesta</i> pada Air Limbah Pasar Gresik ....	29
Tabel 4.11 Respon Kematian Tumbuhan <i>Salvinia molesta</i> pada Air Limbah Pasar Giri .....	29
Tabel 4.12 Efisiensi penyisihan BOD pada reaktor kontrol air limbah.....	38
Tabel 4.13 Efisiensi penyisihan BOD pada reaktor <i>Pistia stratiotes</i> .....	39
Tabel 4.14 Efisiensi penyisihan BOD pada reaktor <i>Salvinia molesta</i> .....	39
Tabel 4.15 Efisiensi penyisihan COD pada reaktor kontrol air limbah.....	41
Tabel 4.16 Efisiensi penyisihan COD pada reaktor <i>Pistia stratiotes</i> .....	41
Tabel 4.17 Efisiensi penyisihan COD pada reaktor <i>Salvinia molesta</i> .....	41
Tabel 4.18 Efisiensi penyisihan TSS pada reaktor kontrol air limbah .....	44
Tabel 4.19 Efisiensi penyisihan TSS pada reaktor <i>Pistia stratiotes</i> .....	44
Tabel 4.20 Efisiensi penyisihan TSS pada reaktor <i>Salvinia molesta</i> .....	44
Tabel 4.21 Hasil Uji Anova Penyisihan BOD untuk Air Limbah Pasar Giri .....	46
Tabel 4.22 Hasil Uji Anova Penyisihan BOD untuk Air Limbah Pasar Gresik.....	47
Tabel 4.23 Hasil Uji Anova Penyisihan COD untuk Air Limbah Pasar Giri.....	47
Tabel 4.24 Hasil Uji Anova Penyisihan COD untuk Air Limbah Pasar Gresik.....	48
Tabel 4.25 Hasil Uji Anova Penyisihan TSS untuk Air Limbah Pasar Giri .....	49
Tabel 4.26 Hasil Uji Anova Penyisihan TSS untuk Air Limbah Pasar Gresik .....	49

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**





## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**











# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Industri perikanan di Jawa Timur telah mengalami peningkatan yang signifikan terutama di daerah pesisir pantai. Kabupaten Gresik merupakan salah satu kota yang berada di pesisir pantai tepatnya di bagian utara. Di Kabupaten Gresik sendiri, perikanan sudah menjadi salah satu sumber penghasilan utama karena lokasinya yang berdekatan dengan laut. Selain itu, kebutuhan konsumsi produk laut juga menyebabkan sektor perikanan di Kabupaten Gresik mengalami peningkatan secara drastis. Ikan merupakan salah satu sumber protein hewani dimana ikan mengandung protein, vitamin dan mineral (Windiyarti *et al.* 2019). Karena kebutuhan akan konsumsi produk laut yang terus meningkat, maka limbah dari sektor perikanan yang dihasilkan juga ikut meningkat. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di UPT pasar Gresik dan UPT pasar Giri, para pedagang ikan membuang langsung air limbah sisa pengolahan, pemotongan dan pembersihan ikan ke dalam selokan. Menurut Subhan (2018) limbah yang dihasilkan dari kegiatan perikanan akan berdampak terhadap lingkungan sekitar. Air limbah hasil pencucian ikan yang dibuang ke badan air masih mengandung zat pencemar yaitu nutrisi dan bahan organik yang cukup tinggi (Ibrahim, 2005). Air limbah perikanan mengandung darah dan potongan-potongan kecil ikan dan kulit, isi perut (River *et al.* 1998). Air limbah yang dibuang langsung ke badan air dapat mencemari lingkungan. Air limbah tersebut mengakibatkan penurunan kualitas di badan air. Dengan turunnya kualitas air, kehidupan organisme yang ada di dalamnya akan terganggu dan akhirnya menyebabkan kematian organisme tersebut (Setiyono dan Satmoko, 2008). Selain menyebabkan kematian pada organisme, kelebihan kadar nitrogen dan fosfor pada air limbah dapat menyebabkan penyuburan tanaman di badan air sehingga akan terjadi penutupan badan air atau yang biasa disebut dengan eutrofikasi (Tusseu *et al.* 2001).

Menurut Siregar *et al.* (2016) konsentrasi air limbah *effluent* tempat pelelangan ikan yaitu BOD 894 mg/l, COD 1443 mg/l, TSS 280 mg/l, dan Total N 423,9 mg/l. Berdasarkan data tersebut, air limbah tempat pelelangan ikan tidak memenuhi baku mutu yang berlaku yaitu berdasarkan Pergub Jatim no 72 tahun 2013 tentang Baku Mutu air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya dimana untuk kadar maksimal untuk BOD 100 mg/l, COD 150 mg/l, TSS 30 mg/l dan total N 5 mg/l. Untuk mencapai kondisi sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan, maka dilakukan pengolahan terhadap air limbah yang dihasilkan dari sektor perikanan tersebut.

Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan yaitu *fitotreatment*. *Fitotreatment* merupakan suatu sistem pengolahan limbah menggunakan tanaman tertentu yang bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) sehingga dapat mengubah zat kontaminan (pencemar) menjadi kurang atau tidak berbahaya (Damanik & Purwanti, 2018). *Fitotreatment* dipilih karena biaya yang lebih murah, faktor estetika, dan waktu penerapan yang lebih lama (Dietz & Schnoor, 2001). Namun *Fitotreatment* tidak dapat dijadikan sebagai pengolahan utama melainkan digunakan sebagai *Polishing Treatment*. *Polishing* atau *Advanced Treatment* merupakan pengolahan yang dilakukan ketika kadar pencemar pada air limbah sulit untuk dihilangkan dengan menggunakan pengolahan sebelumnya (FAO, 1992). Sebelum dilakukan pengolahan *fitotreatment*, dilakukan pengujian Range Finding Test. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi air limbah yang mampu diterima oleh tumbuhan sehingga tumbuhan tetap dapat bertahap hidup (Damanik & Purwanti, 2018). Tumbuhan yang biasa digunakan dalam *fitotreatment* adalah *Ipomea aquatica*, *Salvinia molesta*, *Pistia stratiotes* dan *Eichhornia crassipes*. Pada penelitian ini digunakan tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*. Alasan dipilihnya *Salvinia molesta* karena menurut Astuti & Triatmoko (2018)

*Salvinia molesta* dapat tumbuh pada media dengan kadar nutrisi yang rendah. Menurut Rahmawati *et al.* (2016) *Salvinia molesta* mampu menyisihkan kadar BOD sebesar 86,35%. Kemudian menurut Pane (2019) *Salvinia molesta* mampu menyisihkan kadar COD sebesar 73,82%. Selanjutnya menurut Sartika *et al.* (2021) *Salvinia molesta* mampu menyisihkan kadar TSS sebesar 77,4%. Kemudian untuk tumbuhan *Pistia stratiotes* dipilih karena menurut Audiyanti *et al.* (2019) *Pistia stratiotes* memiliki jejaring bulu akar banyak sehingga dapat mereduksi bahan organik lebih banyak. Kemudian menurut Rismawati *et al.* (2020) *Pistia stratiotes* mampu menurunkan kadar BOD<sub>5</sub> sebesar 80,7% dan COD sebesar 82,02%. Berikutnya menurut Rahadian, *et al.* (2017) *Pistia stratiotes* mampu menurunkan kadar TSS dengan kisaran 34%-46%. Sehingga dapat diduga *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* cukup efektif dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dari Penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pertumbuhan dari tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*?
2. Berapa konsentrasi maksimum air limbah sektor perikanan yang dapat diterima oleh tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*?
3. Bagaimana kemampuan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* dalam menurunkan konsentrasi BOD, COD dan TSS pada Air Limbah Sektor Perikanan di Pasar Tradisional?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah:

1. MengGambarkan pertumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*.
2. Menentukan konsentrasi maksimum air limbah yang mampu diterima oleh tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* dengan pengujian *Range Finding Test*.
3. Mengkaji kemampuan tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* dalam menurunkan konsentrasi BOD, COD, dan TSS pada Air Limbah sektor perikanan di Pasar tradisional.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi secara ilmiah mengenai kemampuan tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* dalam mereduksi kadar BOD, COD, dan TSS pada air limbah sektor perikanan di pasar tradisional.
2. Sebagai rujukan dalam pemilihan Tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia Stratiotes* untuk mereduksi konsentrasi pencemar pada air limbah dengan konsentrasi tertentu.

## 1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Air Limbah kegiatan perikanan yang digunakan berasal dari UPT pasar Gresik dan UPT pasar Giri.
2. Jenis Tumbuhan uji yaitu *Salvinia molesta* dan *Pistia Stratiotes*
3. Pengujian Propragasi dilakukan dengan mengamati perubahan pada:
  - Panjang Akar
  - Lebar Daun
  - Jumlah Daun
4. Parameter yang diuji selama penelitian yaitu:
  - pH
  - Suhu

- *Biological Oxygen Demand (BOD)*
  - *Chemical Oxygen Demand (COD)*
  - *Total Suspended Solid (TSS)*
5. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah Jenis Tumbuhan dan kapasitas penghasil air limbah.
  6. Penelitian Pendahuluan dilaksanakan di rumah, sedangkan untuk uji parameter dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan ITS.



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**





## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pasar Ikan Tradisional**

Berdasarkan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 112 Tahun 2007 tentang Penataan dan Pembinaan Pasar Tradisional, Pusat Perbelanjaan dan Toko Modern, bahwa yang disebut dengan pasar tradisional adalah pasar yang dibangun dan dikelola oleh pemerintah, pemerintah daerah, swasta, badan usaha milik negara, dan badan usaha milik daerah termasuk kerjasama dengan swasta dengan tempat usaha berupa toko, kios, los, dan tenda yang dimiliki/dikelola oleh pedagang kecil, menengah, swadaya masyarakat atau koperasi dengan usaha skala kecil, modal kecil dan dengan proses jual beli barang dagangan melalui tawar-menawar. Secara garis besar, pasar ikan merupakan tempat bertemunya calon pembeli dan calon penjual barang dan jasa berupa ikan dan produk ikan. Selain ikan, produk laut lain seperti kepiting, cumi-cumi, kerang, dan udang juga dijual. Pasar ikan ditujukan untuk menjual ikan secara grosir kepada pedagang ikan lain atau secara eceran kepada konsumen secara langsung. Pasar Ikan Tradisional menjadi pasar yang dikelola oleh pemerintah daerah maupun swasta dimana didalamnya menjadi tempat bertemunya penjual dan pembeli melakukan transaksi jual dan beli ikan, kepiting, cumi-cumi, kerang, udang, dan produk laut lainnya. Contoh Sektor Perikanan di Pasar tradisional berada di UPT pasar Giri dan UPT pasar Gresik. Untuk kondisi eksisting dari pasar ikan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1 Kondisi Eksisting Sektor perikanan di UPT Pasar Giri**



**Gambar 2.2 Kondisi eksisting Sektor perikanan di UPT Pasar Gresik**



## 2.2 Air Limbah Pasar Ikan

### 2.2.1 Sumber Air Limbah

Sebelum ikan dijual di pasar, dilakukan proses pencucian dan pembersihan ikan yang menghasilkan air limbah yang mengandung zat pencemar. Siregar *et al.* (2016) menyatakan air limbah yang dihasilkan oleh pasar ikan tradisional berasal dari proses pengolahan dan pencucian ikan. Proses pencucian dan pengolahan ikan menghasilkan cairan yang mengandung darah, potongan kecil ikan, kulit, isi perut dan lemak. Air Limbah yang dihasilkan dari proses pencucian dan pengolahan ikan dibuang langsung ke saluran air menuju sungai sehingga dapat mencemari sungai.

### 2.2.2 Karakteristik Air Limbah

Setiap proses pengolahan ikan mengandung cairan yang berasal dari proses pemotongan, pencucian, dan pengolahan lainnya. Cairan ini mengandung nilai nitrat dan amoniak yang tinggi. Proses ini menyebabkan turunnya kadar oksigen terlarut di dalam air sehingga ketersediaan oksigen akan berkurang dan menyebabkan kematian pada organisme di sekitarnya (Pamungkas, 2016). Menurut Siregar *et al.* (2016) Kandungan air limbah efluen dari tempat pelelangan ikan yaitu BOD 894 mg/l, COD 1443 mg/l, TSS 280 mg/l, dan Total N 423,9 mg/l.

Produk perikanan mudah membusuk. Hal ini disebabkan oleh dekomposisi protein, lemak, dan karbohidrat pada tubuh biota perikanan oleh dekomposer. Insang dan jeroan merupakan bagian tubuh ikan yang mudah membusuk (Pamungkas, 2016).

### 2.2.3 Baku Mutu Air Limbah

Baku mutu adalah peraturan resmi dari pemerintah tentang batas kadar unsur pencemar pada air limbah yang akan dibuang ke sumber air dari suatu usaha dan/atau kegiatan (Pergub Jatim no. 72 tahun 2013). Pada penelitian ini baku mutu air limbah yang digunakan yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup no.5 tahun 2014 Tentang Baku mutu air limbah. Karena proses yang terjadi di pasar tradisional adalah jual-beli ikan disertai penyimpanan ikan dengan menggunakan es batu sehingga yang digunakan yaitu kegiatan pembekuan. Untuk nilai dari baku mutu yang berlaku dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah.

**Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Perikanan**

<b>Parameter</b>	<b>Kegiatan Pembekuan Kadar (mg/L)</b>
<b>pH</b>	
<b>TSS</b>	100
<b>Sulfida</b>	-
<b>Amonia</b>	10
<b>Klor bebas</b>	1
<b>BOD</b>	100
<b>COD</b>	200
<b>Minyak lemak</b>	15

(Sumber: Permen LHK no.5 tahun 2014)



## 2.3 Parameter Pencemar

### 2.3.1 *Biological Oxygen Demand (BOD)*

*Biological Oxygen Demand (BOD)* jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik dalam kondisi terlarut. BOD tidak hanya menyatakan jumlah oksigen tetapi juga menyatakan jumlah bahan organik yang mudah terurai (Santoso,2018). Pengujian kadar BOD dilakukan selama 5 hari dengan temperatur 200 °C hingga 60-70% kebutuhan karbon tercapai maka dapat dikatakan sebagai BOD<sub>5</sub> (Sudrajat, 2004).

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

*Chemical Oxygen Demand (COD)* merupakan jumlah oksigen dalam dalam satuan ppm atau mg/l yang dibutuhkan untuk menguraikan zat organik secara kimiawi (Sami, 2012). Residu yang dihasilkan menjadi parameter penting dan digunakan untuk menentukan kualitas air limbah dengan waktu yang relatif cepat sekitar 2 jam (Sawyer,1994). Menurut Nurjanah *et al.* (2017) berdasarkan sudut pandang operasional, keuntungan dari analisis COD dibandingkan dengan analisis BOD adalah waktu yang dibutuhkan relatif lebih cepat yaitu sekitar 3 jam sedangkan untuk analisis BOD memerlukan waktu sekitar 5 hari.

### 2.3.3 *Total Suspended Solid (TSS)*

Menurut Ainy *et al.* (2017) *Total Suspended Solid* adalah zat padat (baik berupa pasir lumpur, dan tanah liat) atau partikel tersuspensi dalam air berupa komponen hidup atau abiotik (seperti fitoplankton, zooplankton bakteri, dan fungi) maupun komponen tidak hidup atau abiotik. Total Suspended Solid (TSS) merupakan bagian dari Total Solid (TS) yang diuji dengan cara memanaskan sampel air dengan menggunakan oven hingga mencapai suhu 105°C (Tchobanoglous, *et al.* 1991).

## 2.4 *Fitotreatment*

Fitotreatment memiliki cara kerja yang sama dengan fitoremediasi. Fitoremediasi adalah sebuah teknologi yang menggunakan tumbuhan untuk menurunkan, mengekstrak, atau menghilangkan kontaminan dari tanah maupun air (EPA,2000). Menurut Irawanto (2010), terdapat 6 proses yang dilakukan tanaman terhadap zat pencemar, yaitu:

- **Fitoakumulasi**

Fitoakumulasi adalah proses dimana tumbuhan menarik zat pencemar dari media sehingga berkumpul di akar tumbuhan.

- **Rhizofiltrasi**

Rhizofiltrasi adalah proses dimana terjadi pengendapan zat pencemar oleh akar sehingga menempel pada akar.

- **Fitostabilisasi**

Fitostabilisasi adalah penempelan zat pencemar tertentu pada akar tumbuhan sehingga tidak mungkin terserap oleh batang. Zat pencemar tersebut menempel pada akar sehingga tidak terbawa oleh air.

- **Rhizodegradasi**

Rhizodegradasi adalah proses penguraian zat pencemar oleh mikroba yang berada di sekitar akar tumbuhan.

- **Fitodegradasi**

Fitodegradasi Adalah proses penguraian zat pencemar dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh tumbuhan itu sendiri.

- **Fitovolatilisasi**

Fitovolatilisasi adalah proses penarikan dan transpirasi zat pencemar oleh tumbuhan yang selanjutnya dilepaskan ke atmosfer dalam bentuk uap.

## 2.5 *Salvinia molesta*

Menurut (Yuliani et al. 2013) taksonomi *Salvinia molesta* dijabarkan pada klasifikasi berikut:

<i>Salvinia molesta</i>	
<b>Kingdom</b>	<i>Plantae</i>
<b>Subkingdom</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>Divisi</b>	<i>Pteridophyta</i>
<b>Kelas</b>	<i>Filicopsida</i>
<b>Ordo</b>	<i>Hydropteridales</i>
<b>Familia</b>	<i>Salviniaceae</i>
<b>Genus</b>	<i>Salvinia Seg.</i>
<b>Spesies</b>	<i>Salvinia molesta Mitchell</i>



**Gambar 2.3 Tumbuhan *Salvinia molesta***

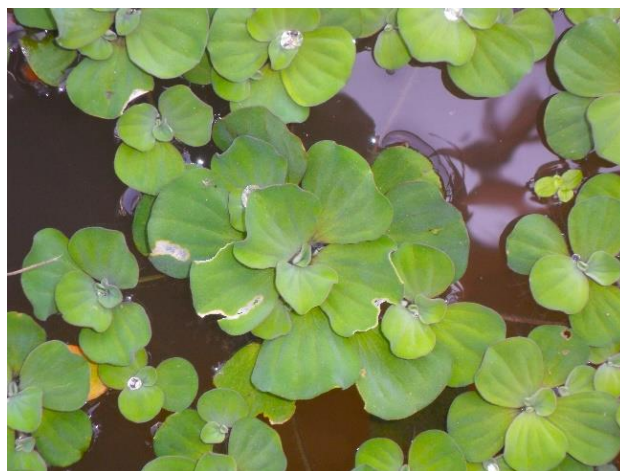
(Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Salvinia\\_molesta](https://id.wikipedia.org/wiki/Salvinia_molesta))

*Salvinia molesta* atau yang akrab disebut dengan kiambang merupakan tumbuhan yang ketersediaannya sangat melimpah terutama di rawa-rawa (Ernaini, *et al.* 2012). *Salvinia molesta* dapat tumbuh dengan cepat di daerah persawahan, rawa, danau, kolam, atau genangan air (Warasto, *et al.* 2013). Menurut penelitian yang dilakukan Rahmawati, *et al.* (2016) *Salvinia molesta* mampu menyisihkan kadar BOD sebesar 86,35%. Kemudian menurut Pane (2019) *Salvinia molesta* mampu menyisihkan kadar COD sebesar 73,82%. Selanjutnya menurut Sartika *et al.* (2021) *Salvinia molesta* mampu menyisihkan kadar TSS sebesar 77,4%.

## 2.6 *Pistia stratiotes*

Menurut (Charisma *et al.* 2015), *Pistia stratiotes* atau yang biasa dikenal dengan Kayu apu diklasifikasikan sebagai berikut:

<i>Pistia stratiotes</i>	
<b>Kerajaan</b>	<i>Plantae</i> (tumbuhan)
<b>Subkerajaan</b>	<i>Tracheobionta</i>
<b>Superdivisi</b>	<i>Spermatophyta</i>
<b>Divisi</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Kelas</b>	<i>Liliopsida</i>
<b>Sub-kelas</b>	<i>Arecidae</i>
<b>Ordo</b>	<i>Arales</i>
<b>Famili</b>	<i>Araceae</i>
<b>Genus</b>	<i>Pistia</i>
<b>Spesies</b>	<i>Pistia stratiotes</i> L.



**Gambar 2.4 Pistia stratiotes**

(Sumber: [https://id.wikipedia.org/wiki/Kiambang\\_%28tumbuhan%29](https://id.wikipedia.org/wiki/Kiambang_%28tumbuhan%29))

*Pistia stratiotes* atau yang biasa dikenal dengan Kayu apu merupakan salah satu tumbuhan fitoremediator dimana tumbuhan ini mampu mengolah limbah baik berupa logam berat, zat organik, maupun anorganik. *Pistia stratiotes* mampu menyisihkan kadar BOD<sub>5</sub> sebesar 80,7% dan COD sebesar 82,02 % (Rismawati *et al.* 2020). Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan Rahadian, *et al.* (2017) *Pistia stratiotes* mampu menurunkan kadar TSS dengan kisaran 34-46.

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu yang dijadikan acuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu**

<b>Judul</b>	<b>Variabel Bebas</b>	<b>Variabel Respon</b>	<b>Jenis Limbah</b>	<b>Hasil Penelitian</b>	<b>Sumber</b>
Efektivitas Tanaman Kiambang ( <i>Salvinia molesta</i> ) dan Tanaman <i>coontail</i> ( <i>Ceratophyllum demersum</i> ) dalam Pengolahan Air Limbah Pencucian Ikan	Jenis Tumbuhan dan Waktu Tinggal	Bahan Organik	Air Limbah Pencucian Ikan	Tanaman Kiambang efektif menurunkan Kadar BOD dan TSS dengan efisiensi 88,6% dan 77,4%	Sartika <i>et al.</i> (2021)
Efektivitas Tanaman Kayu Apu ( <i>Pistia stratiotes L.</i> ) dalam Menurunkan Kadar BOD5 dan COD Air Limbah Industri Tahu	Kerapatan Tumbuhan	BOD <sub>5</sub> dan COD	Air Limbah Industri Tahu	Efektivitas tanaman kayu apu ( <i>Pistia stratiotes L.</i> ) dalam menurunkan kadar BOD 5 dan COD tertinggi pada perlakuan 35 mg/cm <sup>2</sup> pada hari ke-5 dengan nilai efektivitas BOD 5 sebesar 80,7 % dan COD sebesar 82,02 %	Rismawati <i>et al.</i> (2020)
Efisiensi Penurunan COD dan TSS dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kayu Apu ( <i>Pistia stratiotes l.</i> ) Studi Kasus: Limbah Laundry	Panjang Akar dan Jumlah Tumbuhan	COD dan TSS	Limbah Laundry	Penyisihan terbesar dilakukan oleh tanaman dengan jumlah 16. Penyisihan COD yang dilakukan sebesar 73,67 mg/l dan penyisihan TSS sebesar 69 mg/l.	Rahadian <i>et al.</i> , (2017)



### **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**





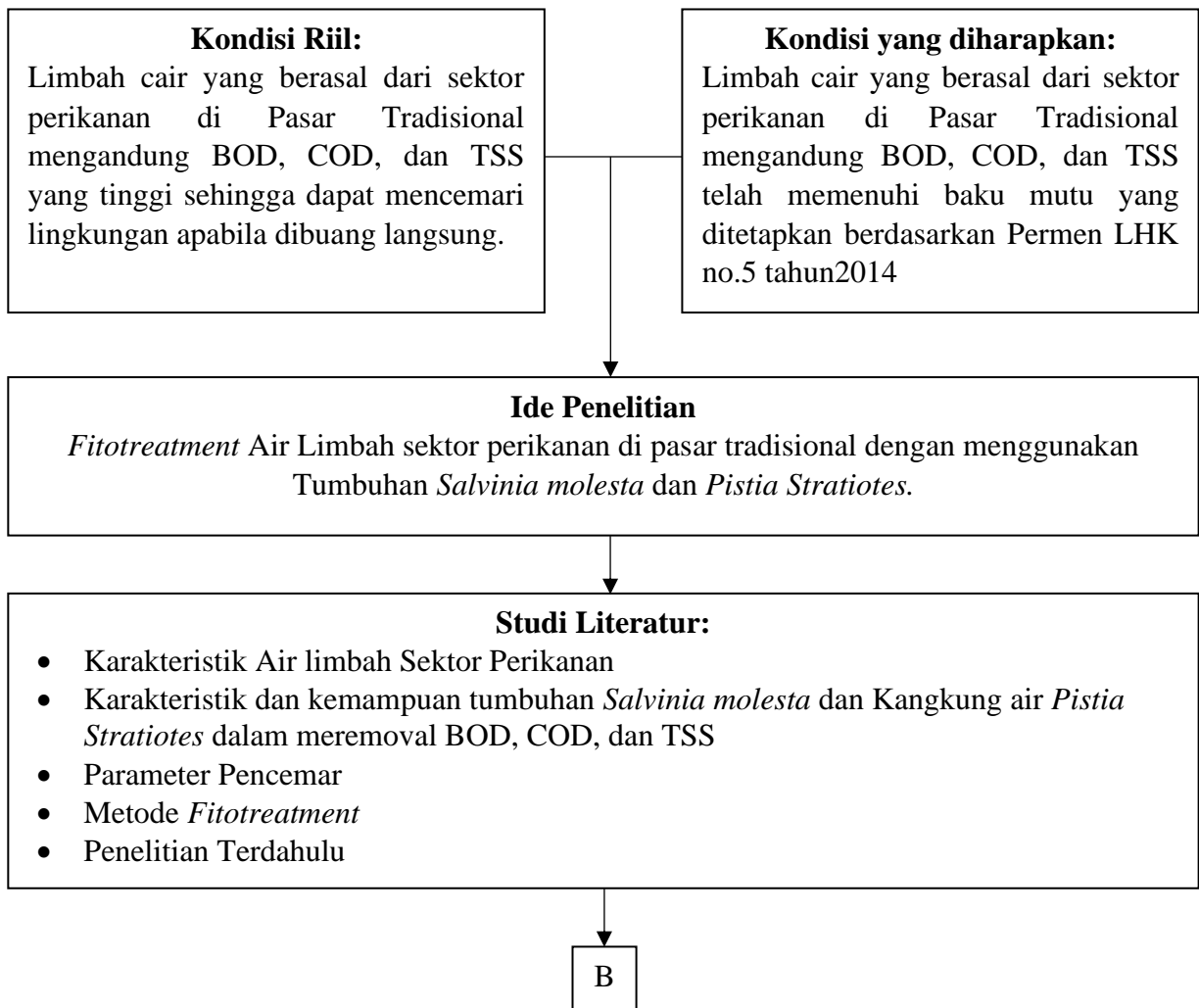


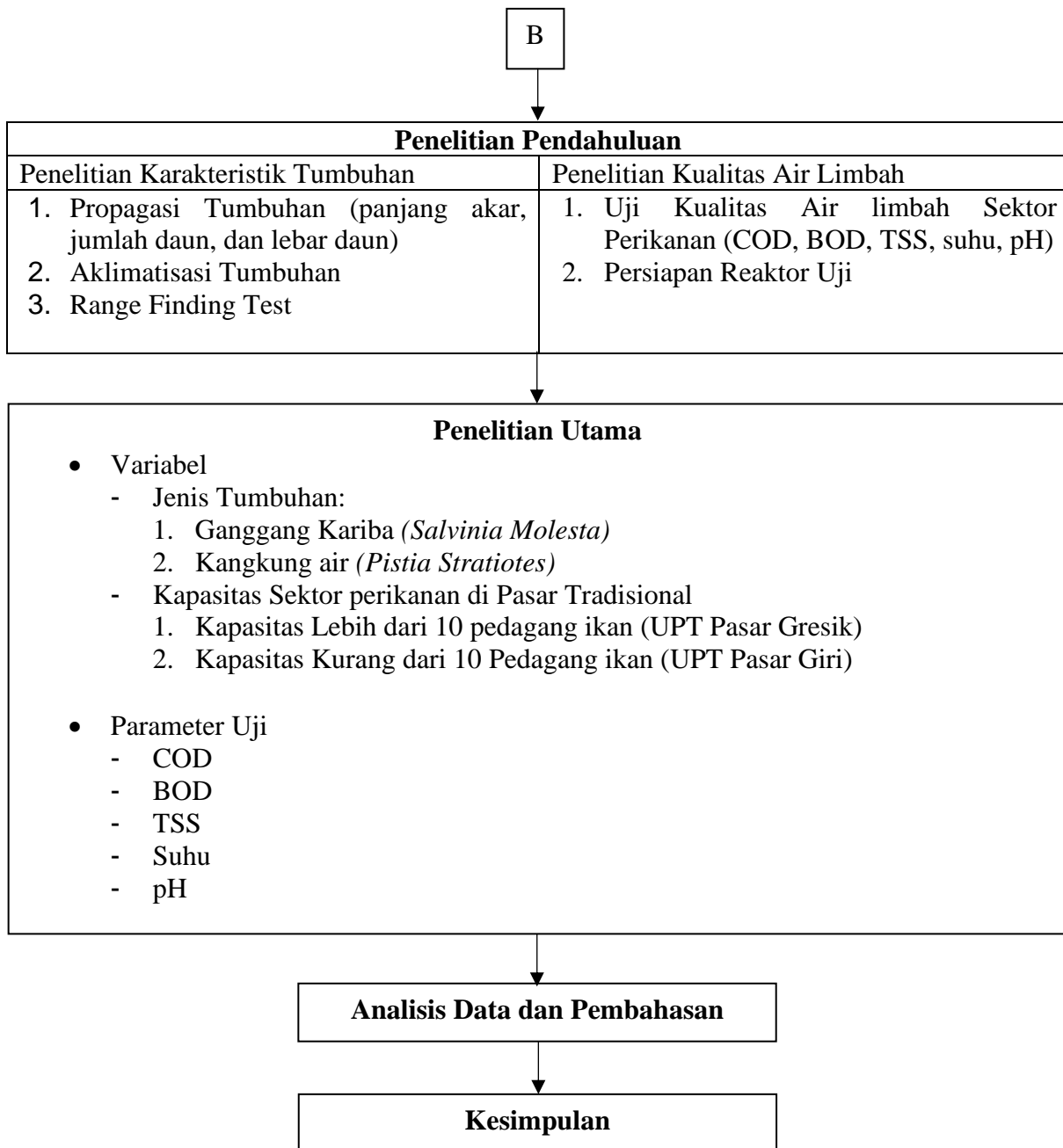
## BAB III METODE PENELITIAN

Bab metode penelitian ini disusun sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Penelitian yang dilakukan adalah *Fitotreatment* Air Limbah sektor perikanan di pasar tradisional dengan menggunakan *Salvinia molesta* dan *Pistia Stratiotes*. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kemampuan tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia Stratiotes* dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada Air Limbah sektor perikanan di Pasar Tradisional.

### 3.1 Kerangka Penelitian

Kerangka Penelitian digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian. Penyusunan kerangka penelitian dilakukan dari tahap awal yaitu persiapan alat dan bahan hingga penulisan laporan. Tujuan dari kerangka penelitian Untuk mengGambarkan tahapan proses pelaksanaan penelitian secara sistematis dan terarah sehingga dapat mengurangi resiko terjadinya kesalahan dalam pelaksanaan penelitian. Kerangka penelitian disajikan pada Gambar 3.1.





**Gambar 3.1 Kerangka Penelitian**

### 3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan tahapan secara urut yang dilakukan selama penelitian. Pada tahapan ini akan dijelaskan secara rinci mengenai kerangka penelitian yang sudah dibuat.

#### 3.2.1 Ide Penelitian

Ide penelitian merupakan tahapan awal untuk menentukan rumusan masalah yang kemudian didapatkan tujuan dan manfaat dari penelitian. Ide penelitian digunakan untuk menguji efektivitas *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* dalam mengolah Air Limbah pada sektor perikanan di pasar tradisional.

### 3.2.2 Studi Literatur

Studi ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi dan terkait dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Literatur diperoleh dari berbagai sumber seperti *textbook*, jurnal, internet, artikel penelitian, tugas akhir, disertasi, maupun tesis di tahun sebelumnya, dan lain – lain. Literatur yang dapat menunjang penelitian ini antara lain dampak pencemaran akibat BOD, COD dan TSS, fitotreatment dengan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini.

### 3.2.3 Variabel dan Parameter Penelitian

#### a) Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan suatu satuan yang dapat diubah sehingga mempengaruhi hasil penelitian. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Variasi jenis tumbuhan

Variasi jenis tumbuhan bertujuan untuk mengetahui kemampuan pada beberapa jenis tumbuhan dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS yang terkandung pada Air Limbah sektor perikanan di pasar tradisional. Jenis tumbuhan yang divariasikan pada penelitian ini adalah *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes*.

- Variasi kapasitas pedagang ikan di pasar tradisional

Variasi kapasitas pedagang ikan di pasar tradisional bertujuan untuk mengetahui karakteristik air limbah di tiap lokasi penghasil limbah dengan kapasitas pedagang yang berbeda. Lokasi dan kapasitas penghasil limbah yang divariasikan pada penelitian ini adalah UPT pasar Giri dengan kapasitas kurang dari 10 pedagang dan UPT pasar Gresik dengan kapasitas lebih dari 10 pedagang.

#### b) Parameter Penelitian

Selama Penelitian terdapat beberapa parameter yang dianalisis. Antara Lain:

- BOD
- COD
- TSS
- Morfologi Tumbuhan
- pH
- Suhu

### 3.2.4 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan Persiapan yang dilakukan sebelum melakukan penelitian adalah mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan selama penelitian. Alat yang digunakan selama penelitian ini antara lain:

1. Reaktor plastik 30 L sebanyak 4 buah untuk Propagasi Tumbuhan
2. Reaktor plastik 4 L sebanyak 12 buah untuk Uji *Range Finding Test* Tumbuhan *Salvinia molesta*
3. Reaktor plastik 4 L Sebanyak 12 Buah untuk Uji *Range Finding Test* Tumbuhan *Pistia stratiotes*
4. Reaktor Plastik 30 L sebanyak 8 buah untuk Uji *Fitotreatment*

Kemudian untuk bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Air Limbah Sektor perikanan di Pasar Tradisional yang didapatkan dari UPT pasar Giri dan UPT pasar Gresik
2. Tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* yang didapatkan dari tempat penjualan tanaman di Surabaya.
3. Bahan Kimia yang digunakan untuk analisis parameter pencemar.
  - a. Analisis BOD<sub>5</sub> dengan menggunakan metode Titrasi Winkler. Bahan yang dibutuhkan yaitu:
    - Larutan Mangan Sulfat
    - Larutan Pereaksi Oksigen
    - Larutan Asam Sulfat
    - Natrium Thiosulfat
    - Indikator Amilum
    - Air Pengencer
  - b. Analisis COD dengan menggunakan metode Refluks Tertutup. Bahan yang dibutuhkan yaitu:
    - Kalium Dikromat
    - Larutan Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
    - Kristal Hg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
    - Silver Sulfate (Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
    - Indikator Feroin
    - Larutan Standar Fero ammonium

### 3.2.5 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah:

#### 1. Tahap Propagasi

Pada tahap ini bertujuan untuk memperbanyak jumlah tumbuhan sehingga dapat memenuhi kebutuhan stok tumbuhan saat akan melaksanakan penelitian (Rofifah & Titah, 2018). Menurut Suelee (2015) propagasi dilaksanakan dalam waktu minimal 1 bulan agar tumbuhan memiliki ukuran yang optimum. Propagasi dilakukan dengan cara mengamati perubahan morfologi pada tumbuhan. Tumbuhan yang digunakan adalah yang memiliki kesamaan morfologi dan umur sehingga dapat dikatakan kondisi awal tumbuhan yang akan digunakan pada penelitian adalah sama (Kareenlempi, *et al.* 2000). Setelah didapatkan data pertumbuhan morfologi dari tumbuhan, selanjutnya dilakukan tahap aklimatisasi.

#### 2. Tahap Aklimatisasi

Tahap ini dilakukan agar tumbuhan dapat menyesuaikan diri terhadap kondisi sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan. Tahap ini memerlukan waktu kurang lebih 7 hari (Raissa & Tangahu, 2017). Menurut Djo *et al.* (2017), jenis tanaman yang akan digunakan untuk penelitian dipilih dengan kriteria berwarna hijau segar dan memiliki ukuran relatif yang sama.

#### 3. Tahap Pengujian Kualitas Air Limbah

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui Konsentrasi awal BOD, COD, dan TSS yang terkandung dalam Air Limbah Sektor Perikanan. Kemudian data tersebut dijadikan acuan untuk menguji Ketahanan tumbuhan dengan variasi konsentrasi yang beragam melalui *Range Finding Test*.



#### 4. Uji Range Finding Test

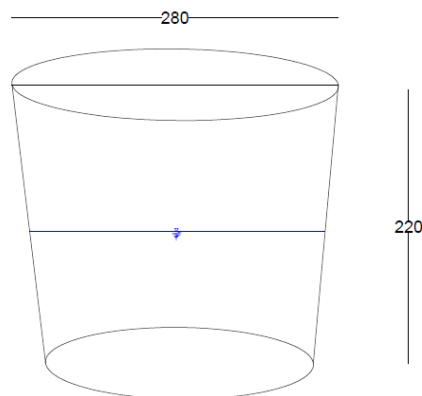
Pengujian *Range Finding Test* bertujuan untuk menentukan besarnya konsentrasi maksimum parameter pencemar yang dapat diterima oleh tumbuhan sehingga tumbuhan tetap bertahan hidup (Damanik & Purwanti, 2018). Variasi konsentrasi air limbah yang digunakan pada pengujian ini adalah 0% (Sebagai *Control*), 5%, 10%, 20%, 40% dan 80% sesuai dengan deret geometri rentang 1,5-2 (USEPA,1987). Untuk susunan dan dimensi *reaktor Range Finding Test* dapat dilihat pada Tabel dan Gambar berikut.

**Tabel 3.3 Susunan Reaktor *Range Finding Test***

Pasar Ikan dengan Kapasitas < 10 Pedagang dengan Tumbuhan <i>Salvinia molesta</i>					
C 0%	C 5%	C 10%	C 20%	C 40%	C 80%
Pasar Ikan dengan Kapasitas < 10 Pedagang dengan Tumbuhan <i>Pistia stratiotes</i>					
C 0%	C 5%	C 10%	C 20%	C 40%	C 80%
Pasar Ikan dengan Kapasitas > 10 Pedagang dengan Tumbuhan <i>Salvinia molesta</i>					
C 0%	C 5%	C 10%	C 20%	C 40%	C 80%
Pasar Ikan dengan Kapasitas > 10 Pedagang dengan Tumbuhan <i>Pistia stratiotes</i>					
C 0%	C 5%	C 10%	C 20%	C 40%	C 80%

Keterangan:

C = Konsentrasi Air Limbah



(a)



(b)

**Gambar 3.2 (a) Dimensi Reaktor dan (b) Gambar Uji *Range Finding Test***

#### 3.2.6 Penelitian Utama

Penelitian Utama dilakukan untuk mengetahui kemampuan dari *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* dalam menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS pada air Limbah sektor perikanan di Pasar Tradisional. Pada tahap ini, terdapat dua jenis reaktor yaitu reaktor *Salvinia molesta* dan Reaktor *Pistia stratiotes*. Konsentrasi air limbah yang digunakan adalah konsentrasi yang didapat dari Uji *Range Finding Test*. Pengambilan data dilakukan pada hari ke-0, ke-7 dan ke-14 untuk parameter BOD, COD dan TSS sedangkan untuk pH dan suhu pengambilan data dilakukan setiap hari selama 14 hari. Parameter dan variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

## 1. Parameter

Parameter utama yang diuji pada penelitian ini adalah BOD, COD, dan TSS. Sedangkan parameter pendukung dari penelitian ini yaitu pH dan Suhu. Metode Pengujian parameter dilakukan sesuai dengan SNI atau *Standard Methods* yang berlaku. Untuk standar dan metode yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2 dibawah.

**Tabel 3.2 Metode Uji parameter dan Referensi yang Digunakan**

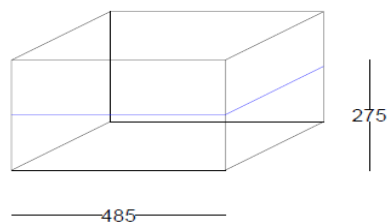
Parameter	Standar	Metode
BOD	SNI 6989.72:2009	Winkler
COD	SNI 6989.73:2009	Refluks Tertutup-Titrimetri
TSS	SNI 06-6989.3-2019	Gravimetri
Ph	SNI 6989.11-2019	pH meter
Suhu	SNI 06-6989.23-2005	Thermometer

## 2. Variabel

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis tumbuhan dan Kapasitas penghasil Air Limbah. Untuk jenis tumbuhan yang digunakan yaitu *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* sedangkan untuk kapasitas penghasil limbah yang digunakan yaitu Pasar dengan jumlah pedagang ikan kurang dari 10 pedagang (Dalam hal ini digunakan UPT Pasar Giri) dan pasar dengan jumlah pedagang lebih dari 10 pedagang (Dalam hal ini digunakan UPT Pasar Gresik). Untuk susunan reaktor uji *Fitotreatment* dapat dilihat pada Tabel dan Gambar dibawah.

**Tabel 3.3. Susunan reaktor Uji *Fitotreatment***

Jenis Tumbuhan	Kapasitas Penghasil Air Limbah		
	> 10 Pedagang	< 10 Pedagang	Tanpa Air Limbah
<i>Salvinia molesta</i>	SM 1	SM 2	SM 0
<i>Pistia Stratiotes</i>	PS 1	PS 2	PS 0
Tanpa Tumbuhan	PGR	PGI	



(a)



(b)

**Gambar 3.3 (a) Dimensi dan (b) Gambar Reaktor Uji *Fitotreatment***

### 3.2.7 Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data dan pembahasan dilakukan ketika data sudah terkumpul. Data yang terkumpul setelah penelitian dibuat dalam bentuk Tabel dan Grafik untuk memudahkan dalam

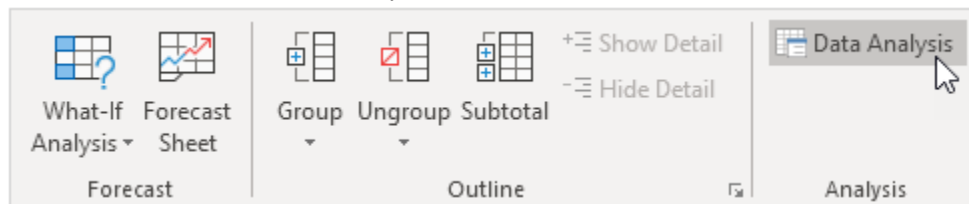
pembacaan data. Data yang didapat kemudian dibandingkan untuk menjawab tujuan penelitian. Menurut (Muljadi, 2009) Efisiensi penyisihan didapatkan dengan menggunakan Rumus:

$$E = \frac{Co - Ci}{Co} \times 100\%$$

- E = Efisiensi Penyisihan Pencemar  
Co = Konsentrasi parameter pencemar sebelum perlakuan  
Ci = Konsentrasi parameter pencemar setelah perlakuan

Setelah didapatkan hasil efisiensi penyisihan, kemudian dilakukan analisis dengan metode uji Anova. Uji ini bertujuan untuk mengetahui signifikansi dari masing-masing variabel. Uji Anova di bagi menjadi dua yaitu *one way* dan *two way*. Pengujian *One way* (satu arah) digunakan apabila data yang dianalisis terdiri dari satu variabel terikat dan satu variabel bebas. Sedangkan pengujian *Two way* (dua arah) digunakan untuk mengetahui pengaruh dari berbagai macam kriteria yang diuji terhadap hasil (Furqon, 2009). Uji Anova yang digunakan dalam penelitian yaitu *Anova: Two-Factor Without Replication* karena tidak adanya pengulangan dalam pengujian sampel. Analisis uji Anova tersebut dilakukan pada Microsoft Excel dengan *Data Analysis* diaktifkan. Tahapan dalam menjalankan uji Anova dijelaskan di bawah ini:

1. Pada tab *Data*, klik *Data Analysis*



2. Pilih *Anova: Two-Factor Without Replication* dan klik *OK*
3. Pada *Input Range box*, masukkan data yang ingin dianalisis
4. Pada *Output Range box*, masukkan sel bebas yang sedang kosong dan klik *OK*
5. Hasil akan keluar pada sel kosong yang dipilih. Jika nilai  $P < 0,05$  maka data menunjukkan signifikansi

### 3.2.8 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan ringkasan dari hasil analisis dan pembahasan dimana kesimpulan ini harus menjawab dari tujuan penelitian. Sedangkan saran merupakan rekomendasi dan perbaikan untuk penelitian selanjutnya supaya didapatkan hasil yang lebih akurat.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**







## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Awal Air Limbah

Pada Penelitian ini air limbah yang digunakan yaitu air limbah yang berasal dari sektor perikanan di Pasar Gresik dan Pasar Giri. Air limbah ini dihasilkan setiap hari pada pukul 05.00-14.00 dimana Pasar beroperasi. Air limbah diambil kemudian dianalisa di Laboratorium Departemen Teknik Lingkungan ITS. Untuk Tabel Hasil Analisis Dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Karakteristik Awal Air Limbah Sektor Perikanan Pasar Gresik**

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisis	Metode Analisis
pH			6,54	pH meter
COD	mg/L	200 <sup>1)</sup>	853,3	Refluks
BOD	mg/L	100 <sup>1)</sup>	310	Winkler
TSS	mg/L	100 <sup>1)</sup>	590	Gravimetri

(Sumber: <sup>1)</sup> Peraturan Menteri LHK Nomor 5 Tahun 2014)

**Tabel 4.2 Karakteristik Awal Air Limbah Sektor Perikanan Pasar Giri**

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisis	Metode Analisis
pH			6,48	pH meter
COD	mg/L	200 <sup>1)</sup>	746,6	Refluks
BOD	mg/L	100 <sup>1)</sup>	292	Winkler
TSS	mg/L	100 <sup>1)</sup>	440	Gravimetri

(Sumber: <sup>1)</sup> Peraturan Menteri LHK Nomor 5 Tahun 2014)

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, didapatkan bahwa nilai BOD, COD, dan TSS memiliki nilai yang cukup tinggi dan melebihi baku mutu yang telah ditetapkan sedangkan untuk nilai pH masih berada pada ambang baku mutu. Hal ini didasarkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014. Kemudian berdasarkan analisa yang telah dilakukan diperoleh nilai rasio BOD/COD sebesar 0,36 Untuk Air Limbah Pasar Gresik dan 0,39 Untuk Air Limbah Pasar Giri. Menurut Mangkoedihardjo & Samudro (2010) Rasio BOD air limbah diatas 0,1 menandakan bahwa air limbah bersifat *biodegradable* atau bahan organik dapat diuraikan oleh mikroba dalam pengolahan alami maupun buatan.

### 4.2 Tahap Propagasi

Tahap propagasi adalah tahap dimana jumlah tumbuhan diperbanyak sehingga dapat memenuhi kebutuhan selama penelitian. Pada tahap ini diamati laju pertumbuhan dan dibiarkan hingga muncul tunas atau generasi kedua dari tumbuhan tersebut (Rofifah & Titah, 2018).

Tumbuhan yang menjadi generasi kedua selanjutnya akan digunakan pada uji Range Finding Test dan Penelitian Utama. Tunas muncul pada hari ke 6,18 dan 21 pada *Pistia stratiotes*. Pada *Salvinia molesta* muncul tunas pada hari ke 6 hingga 30. Munculnya Tunas Dapat dilihat pada Gambar 4.1.



(a)



(b)

**Gambar 4.1 Tunas Baru Pada Tumbuhan (a) *Pistia stratiotes* (b) *Salvinia molesta***

Tumbuhan yang digunakan harus memiliki kondisi yang sama seperti panjang dan umur yang sama. Pengamatan laju pertumbuhan dilakukan dengan cara mengamati perubahan morfologi berupa pertambahan panjang akar, lebar daun, dan jumlah daun. Selanjutnya dilakukan pengamatan pada tumbuhan *Pistia stratiotes* yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



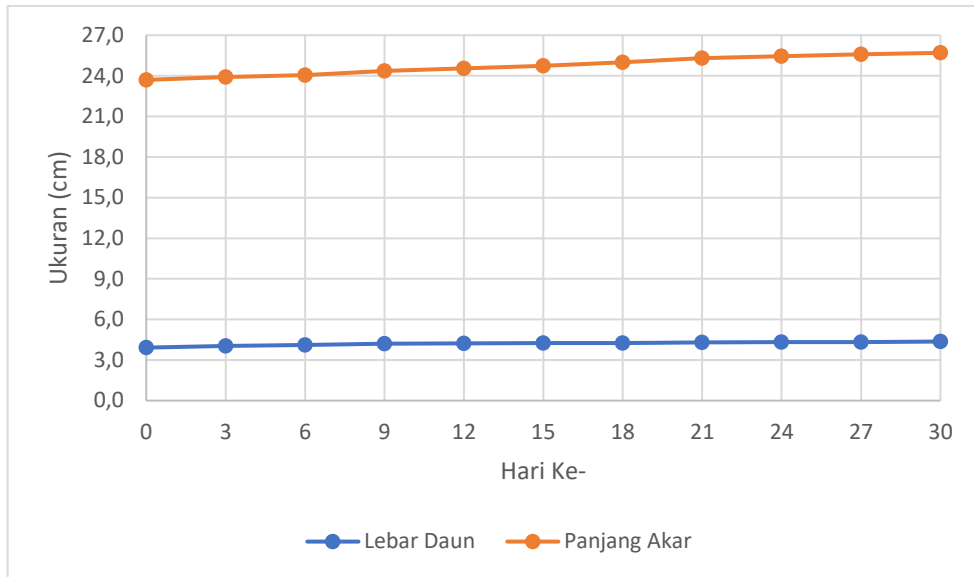
(a)



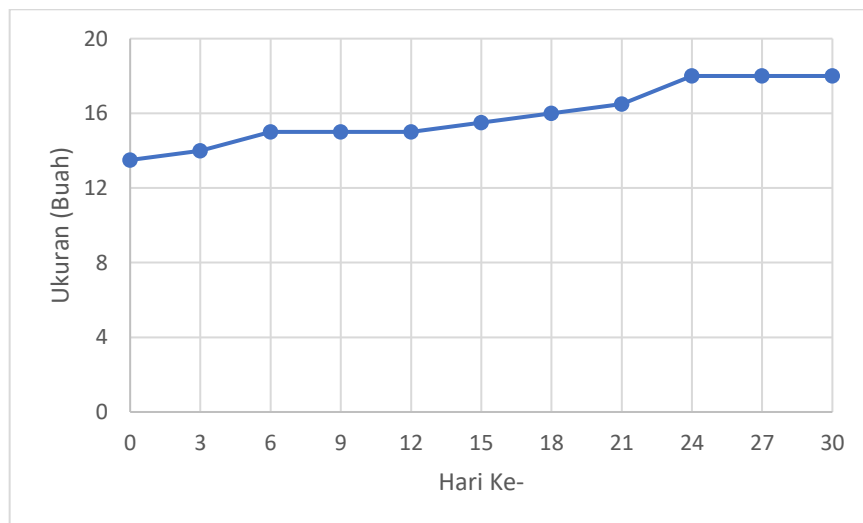
(b)

**Gambar 4.2 Pengamatan (a) Lebar daun (b) Panjang akar Tumbuhan *Pistia stratiotes***

Pengukuran Lebar daun dilakukan secara horizontal, lalu untuk panjang akar yang digunakan adalah yang terpanjang pada tumbuhan. Kemudian data yang diperoleh disajikan dalam bentuk grafik. Untuk pertumbuhan lebar daun dan panjang akar dapat dilihat pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Pertumbuhan Lebar daun dan dan Panjang akar Tumbuhan *Pistia stratiotes*



**Gambar 4.4** Pertumbuhan Jumlah Daun pada Tumbuhan *Pistia stratiotes*

Berdasarkan data diatas, didapatkan bahwa Pada Tumbuhan *Pistia stratiotes* mengalami pertumbuhan panjang akar mulai 23,7 cm hingga 25,7 cm. sedangkan untuk pertumbuhan lebar daun mengalami pertumbuhan yaitu mulai 3,9 hingga 4,4 cm. Selanjutnya untuk pertumbuhan jumlah daun mengalami kenaikan sebesar 14 buah hingga 18 buah.

Selanjutnya Untuk Tumbuhan *Salvinia molesta*, dilakukan prosedur yang sama yaitu dengan melakukan pengukuran lebar daun dan panjang akar menggunakan penggaris dan pengamatan pertambahan jumlah daun. Untuk pengamatan pada tumbuhan *Salvinia molesta* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



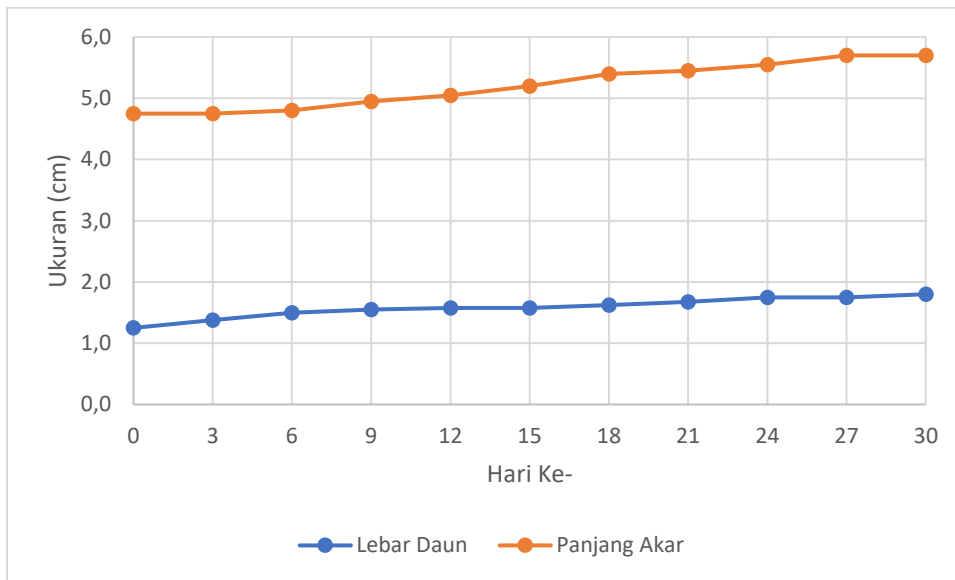
(a)



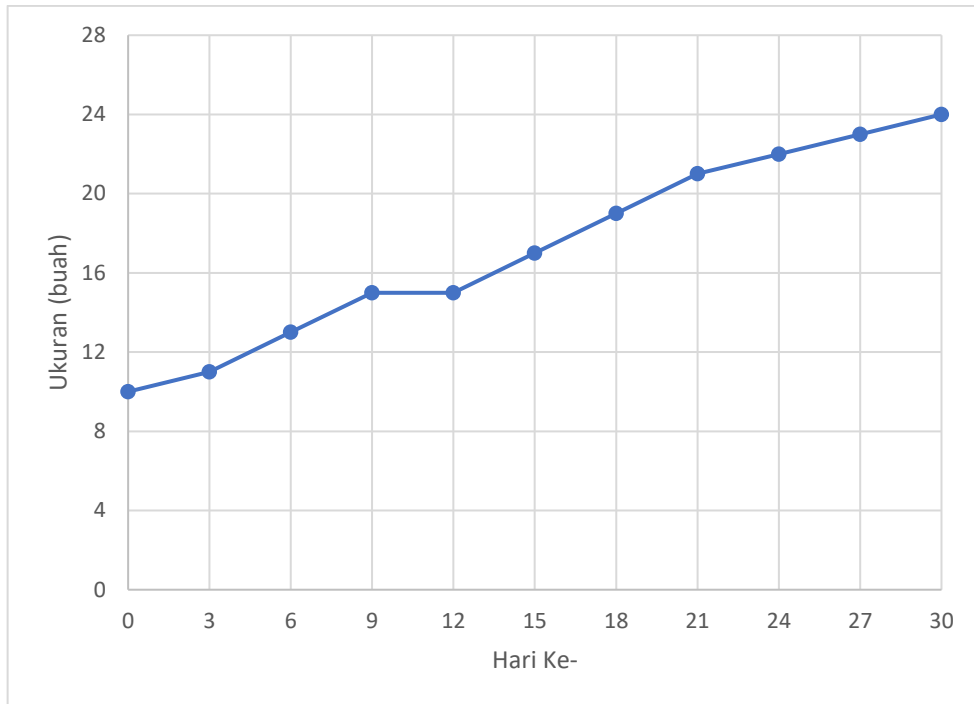
(b)

**Gambar 4.5 Pengamatan (a) Lebar Daun (b) Panjang Akar Tumbuhan *Salvinia molesta***

Selanjutnya data yang diperoleh disajikan dalam bentuk grafik. Untuk Lebar daun dan Panjang akar dapat dilihat pada Gambar 4.6.



**Gambar 4.6 Pertumbuhan Lebar daun dan dan Panjang akar Tumbuhan *Salvinia molesta***





**Gambar 4.7** Pertumbuhan Jumlah Daun pada Tumbuhan *Salvinia molesta*

Berdasarkan data diatas, didapatkan bahwa pada Tumbuhan *Salvinia molesta* mengalami pertumbuhan panjang akar sebesar 4,8 cm hingga 5,7 cm sedangkan pertumbuhan lebar daun mengalami pertumbuhan yaitu mulai 1,3 cm hingga 1,8 cm. Kemudian untuk jumlah daun mengalami kenaikan sebesar 10 buah hingga 24 buah.











### 4.3 Tahap Aklimatisasi





Pada tahap ini Tumbuhan generasi kedua dari tahap propagasi yang memiliki ciri yang hampir sama seperti umur dan ukuran diambil untuk selanjutnya dilakukan proses aklimatisasi selama 7 hari dengan menggunakan air pdam yang telah disimpan dalam tandon air selama beberapa hari. Aklimatisasi bertujuan agar tumbuhan dapat menyesuaikan diri terhadap kondisi sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga tumbuhan akan tahan terhadap kondisi yang ada (Raissa & Tangahu, 2017).

**Tabel 4.3** Aklimatisasi Tumbuhan *Pistia stratiotes* dan *Salvinia molesta*

Lama Pengamatan	<i>Salvinia molesta</i>	<i>Pistia stratiotes</i>
Hari ke 0		



Lama Pengamatan	<i>Salvinia molesta</i>	<i>Pistia stratiotes</i>
Hari ke 1		
Hari ke 2		
Hari ke 3		
Hari ke 4		
Hari ke 5		

Lama Pengamatan	<i>Salvinia molesta</i>	<i>Pistia stratiotes</i>
Hari ke 6		
Hari ke 7		

Berdasarkan data diatas diketahui bahwa tumbuhan *Pistia stratiotes* dan *Salvinia molesta* mampu bertahan selama 7 hari pada saat proses aklimatisasi. Selain itu pada saat proses aklimatisasi juga terjadi pertumbuhan tunas pada kedua tumbuhan tersebut.

#### 4.4 Range Finding Test

Range finding test adalah uji yang bertujuan untuk menentukan besarnya konsentrasi maksimum parameter pencemar yang mampu diterima atau ditolerir oleh tumbuhan sehingga tumbuhan tetap bertahan hidup (Damanik & Purwanti, 2018). Pada pengujian ini variasi konsentrasi air limbah yang digunakan adalah 0% (Sebagai *Control*), 5%, 10%, 20%, 40% dan 80%. Hal ini sesuai dengan deret geometri rentang 1,5-2 (USEPA,1987). Kemudian Reaktor yang digunakan yaitu timba dengan volume 4 L dimana volume air yang digunakan adalah 3 L untuk *Pistia stratiotes* dan 1,5 L untuk *Salvinia molesta*. Menurut (Raissa & Tangahu, 2017) densitas *Pistia stratiotes* yang efektif digunakan yaitu 0,04 gr/cm<sup>3</sup> dan menurut (Saputra & Tangahu, 2020) densitas *Salvinia molesta* yang efektif digunakan yaitu 0,015 gr/cm<sup>3</sup>. Untuk perhitungan kebutuhan tumbuhan dapat dilihat sebagai berikut:

$$\text{Massa } Pistia \text{ stratiotes} = 0,04 \text{ gr/cm}^3 \times 3000 \text{ cm}^3$$







































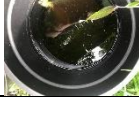

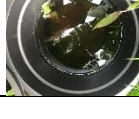

$$\text{Massa } Pistia \text{ stratiotes} = 120 \text{ gr}$$

$$\text{Jumlah } Pistia \text{ stratiotes} = \frac{120 \text{ gr}}{28 \text{ gr}}$$















$$\begin{aligned} \text{Jumlah } Pistia\ stratiotes &= 4,2 \approx 4 \text{ tumbuhan} \\ \text{Massa } Salvinia\ molesta &= 0,015 \text{ gr/cm}^3 \times 1500 \text{ cm}^3 \\ \text{Massa } Salvinia\ molesta &= 80 \text{ gr} \\ \text{Jumlah } Salvinia\ molesta &= \frac{22,5 \text{ gr}}{6 \text{ gr}} \\ \text{Jumlah } Salvinia\ molesta &= 3,75 \approx 4 \text{ tumbuhan} \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan uji range finding test selama 7 hari untuk tumbuhan *Pistia stratiotes* dan *Salvinia molesta* pada Tabel 4.4.


**Tabel 4.4 Uji RFT *Pistia stratiotes* dengan Air Limbah Pasar Gresik**

Konsentrasi	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	Hari ke 7
0%							
5%							
10%							
20%							
40%							
80%							





























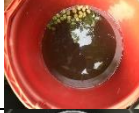













**Tabel 4.5 Uji RFT *Pistia stratiotes* dengan Air Limbah Pasar Giri**

Konsentrasi	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	Hari ke 7
0%							
5%							

















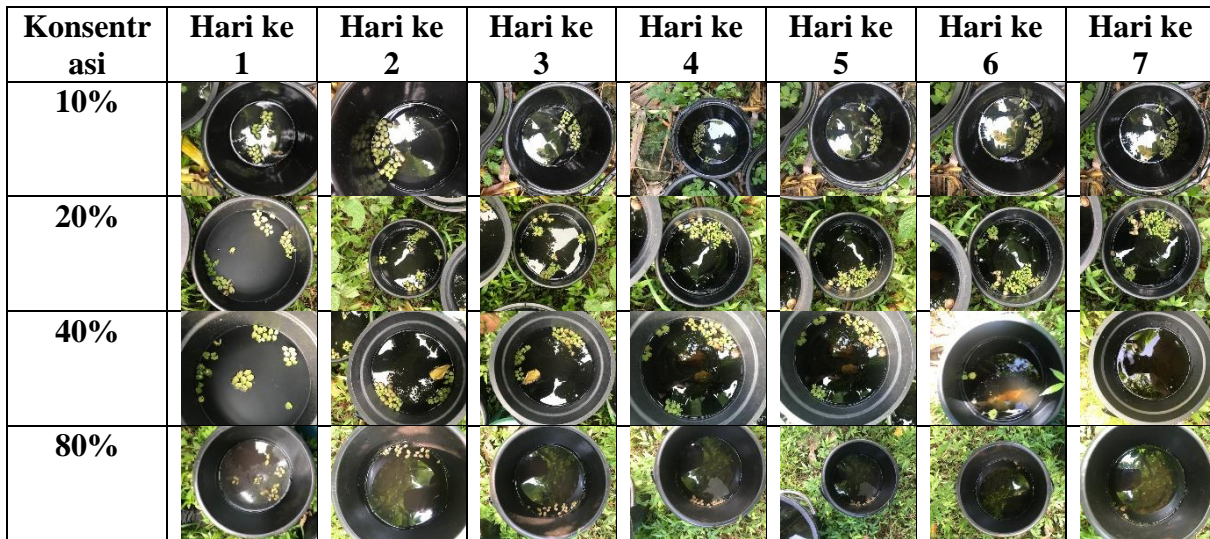
Konsentrasi	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	Hari ke 7
10%							
20%							
40%							
80%							

Tabel 4.6 Uji RFT *Salvinia Molesta* dengan Air Limbah Pasar Gresik

Konsentrasi	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	Hari ke 7
0%							
5%							
10%							
20%							
40%							
80%							

Tabel 4.7 Uji RFT *Salvinia molesta* dengan Air Limbah Pasar Giri

Konsentrasi	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	Hari ke 7
0%							
5%							



Berdasarkan pengamatan diatas, didapatkan data respon kematian tumbuhan terhadap konsentrasi air limbah yang dapat dilihat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Respon Kematian Tumbuhan *Pistia stratiotes* pada Air Limbah Pasar Gresik**

Konsentrasi (%)	Jumlah Tumbuhan	Hidup	mati	Respon Kematian Tumbuhan (%)	—
0	4	4	0	0	
5	4	4	0	0	
10	4	4	0	0	
20	4	4	0	0	
40	4	1	3	75	
80	4	0	4	100	

**Tabel 4.9 Respon Kematian Tumbuhan *Pistia stratiotes* pada Air Limbah Pasar Giri**

Konsentrasi (%)	Jumlah Tumbuhan	Hidup	mati	Respon Kematian Tumbuhan (%)	—
0	4	4	0	0	
5	4	4	0	0	
10	4	4	0	0	
20	4	4	0	0	
40	4	4	0	0	
80	4	0	4	100	

**Tabel 4.10 Respon Kematian Tumbuhan *Salvinia molesta* pada Air Limbah Pasar Gresik**

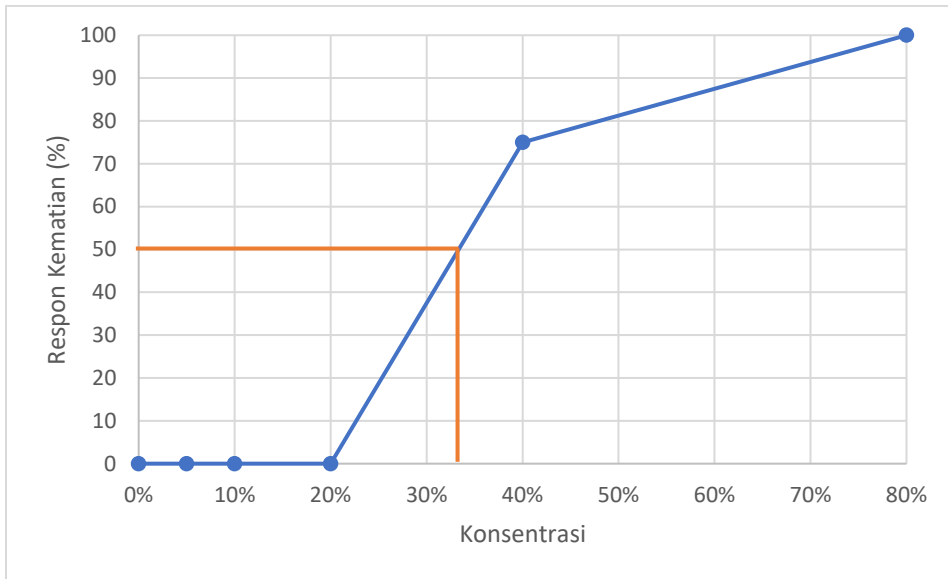
Konsentrasi (%)	Jumlah Tumbuhan	Hidup	mati	Respon Kematian Tumbuhan (%)
0	4	4	0	0
5	4	4	0	0
10	4	4	0	0
20	4	0	4	100
40	4	0	4	100
80	4	0	4	100

**Tabel 4.11 Respon Kematian Tumbuhan *Salvinia molesta* pada Air Limbah Pasar Giri**

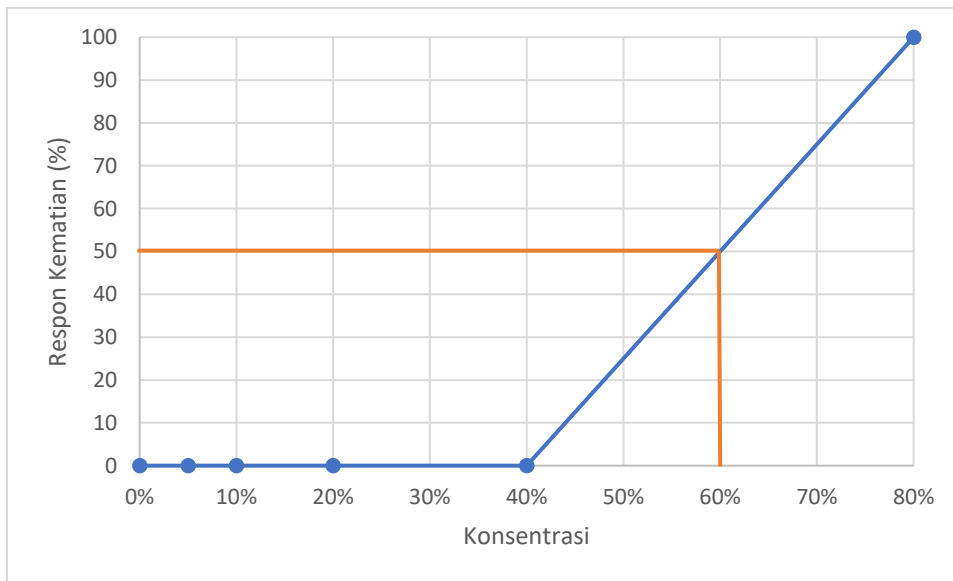
Konsentrasi (%)	Jumlah Tumbuhan	Hidup	mati	Respon Kematian Tumbuhan (%)
0	4	4	0	0
5	4	4	0	0
10	4	4	0	0
20	4	0	4	100
40	4	0	4	100
80	4	0	4	100

Dari Tabel 4.8 diketahui bahwa tumbuhan *Pistia stratiotes* mampu hidup dengan baik pada konsentrasi air limbah Pasar Gresik sebesar 20%. Sedangkan pada konsentrasi 40% terdapat beberapa tumbuhan mati. Hal ini ditandai dengan daun yang sudah layu dan tumbuhan yang tenggelam ke dasar bak. Selanjutnya pada Tabel 4.9 diketahui bahwa tumbuhan *Pistia stratiotes* mampu hidup dengan baik pada konsentrasi air limbah Pasar Giri sebesar 40%. Kemudian pada Tabel 4.10 diketahui bahwa tumbuhan *Salvinia molesta* mampu hidup dengan baik pada konsentrasi air limbah Pasar Gresik sebesar 10%. Pada konsentrasi 20% tumbuhan *Salvinia molesta* mengalami kematian hingga 100%. Hal ini ditandai dengan daun yang layu dan tumbuhan yang tenggelam ke dasar bak. Selanjutnya pada Tabel 4.11 didapatkan bahwa tumbuhan *Salvinia molesta* mampu hidup dengan baik pada konsentrasi air Limbah Pasar Giri sebesar 10%. Pada konsentrasi 20% tumbuhan *salvinia molesta* mengalami kematian hingga 100%. Selanjutnya berdasarkan data respon kematian diatas, kematian tumbuhan dianalisis dengan menggunakan LC50. Menurut (Tanri,2011) LC50 adalah konsentrasi pemaparan yang menyebabkan kematian 50% dari total organisme percobaan. Dengan menggunakan LC50 akan didapatkan batas konsentrasi yang nantinya akan digunakan saat penelitian utama. Analisis LC50 dapat dilihat pada Gambar 4.8.

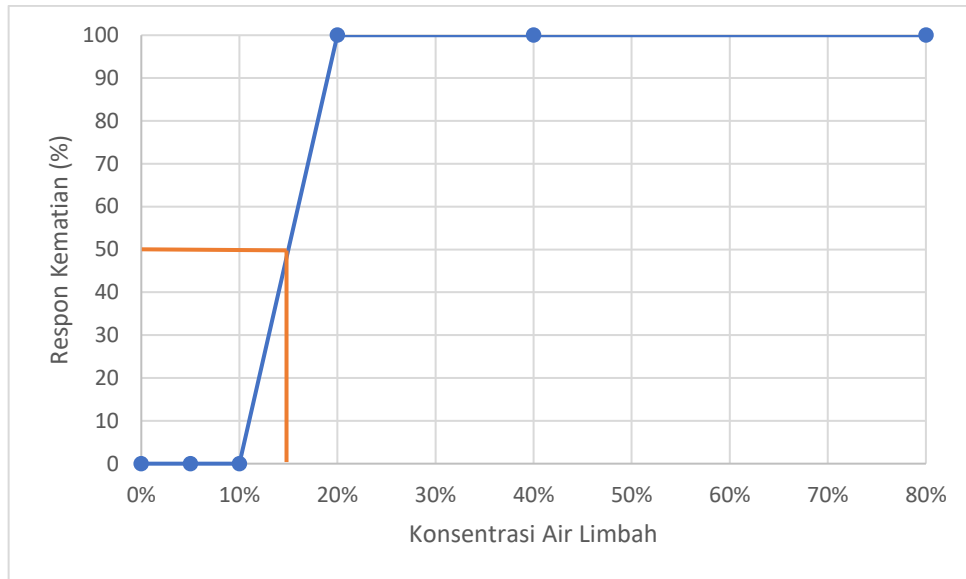




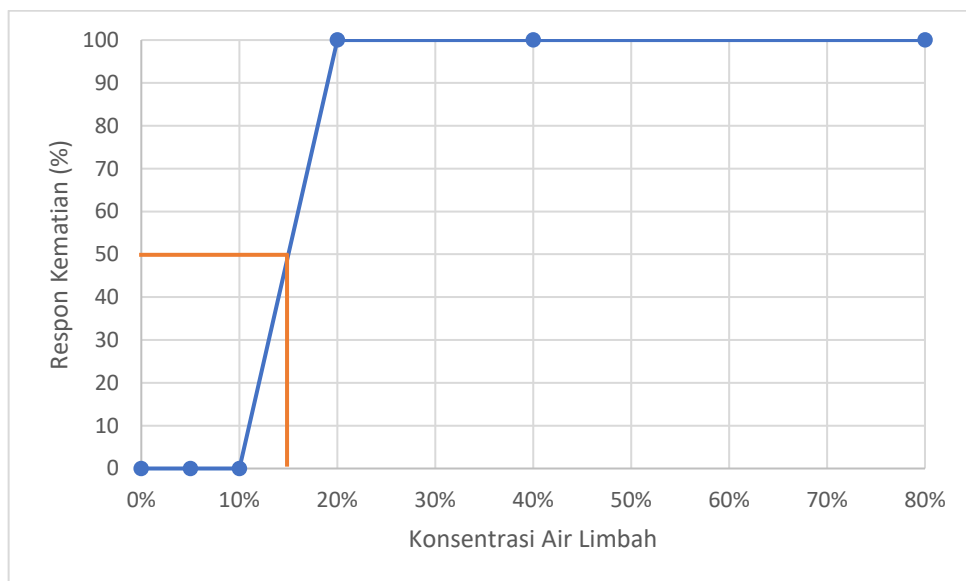
**Gambar 4.8 Respon Kematian Tumbuhan *Pistia stratiotes* pada Air Limbah Pasar Gresik**



**Gambar 4.9 Respon Kematian Tumbuhan *Pistia stratiotes* pada Air Limbah Pasar Giri**



**Gambar 4.10 Respon Kematian Tumbuhan *Salvinia molesta* pada Air Limbah Pasar Gresik**



**Gambar 4.11 Respon Kematian Tumbuhan *Salvinia molesta* pada Air Limbah Pasar Giri**

Berdasarkan data diatas, pada Gambar 4.12 Nilai LC50 untuk Tumbuhan *Pistia stratiotes* dengan Air Limbah Pasar Gresik berada pada rentang konsentrasi 20% sampai 40% atau tepatnya pada konsentrasi 32,5%, dimana nilai tersebut setara dengan COD 277,3 mg/L, BOD 100,7 mg/L dan TSS 191,75 mg/L. Kemudian pada Gambar 4.13 didapatkan nilai LC50 untuk Tumbuhan *Pistia stratiotes* dengan Air Limbah Pasar Giri berada pada rentang 40% sampai 80% atau lebih tepatnya pada konsentrasi 60%, dimana nilai tersebut setara dengan COD 447,9 mg/L, BOD 175,2 mg/L dan TSS 264 mg/L. Selanjutnya berdasarkan Gambar 4.14 Nilai LC50 untuk Tumbuhan *Salvinia molesta* dengan Air Limbah Pasar Gresik berada pada rentang konsentrasi 10% sampai 20% atau tepatnya pada konsentrasi 15%, nilai ini setara dengan COD

127,9 mg/L, BOD 46,5 mg/L dan TSS 88,5 mg/L. Kemudian pada Gambar 4.15 didapatkan nilai LC50 untuk Tumbuhan *Salvinia molesta* dengan Air Limbah Pasar Giri berada pada rentang konsentrasi 10% sampai 20% atau tepatnya pada konsentrasi 15%, dimana nilai ini setara dengan COD 111,9 mg/L, BOD 43,8 mg/L dan TSS 66 mg/L. Nilai konsentrasi yang telah didapatkan melalui data diatas selanjutnya akan digunakan untuk penelitian utama yaitu *Fitotreatment*.

#### 4.5 Penelitian Utama

Pada penelitian utama ini merupakan proses *fitotreatment* terhadap air limbah sektor perikanan di pasar tradisional. Proses ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penyisihan terhadap parameter BOD, COD, dan TSS. Kemudian untuk reaktor yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari reaktor *Pistia stratiotes* limbah pasar giri, reaktor *Pistia stratiotes* limbah pasar gresik, reaktor *Salvinia molesta* limbah pasar giri, reaktor *Salvinia molesta* limbah pasar gresik, reaktor kontrol tanpa tumbuhan dan reaktor kontrol tanpa air limbah. Kemudian tiap reaktor diberi keterangan kode untuk mempermudah dalam proses pengamatan. Kode pada tiap reaktor yaitu:

- Kontrol limbah Pasar Giri (PGI)
- Kontrol limbah Pasar Gresik (PGR)
- Kontrol *Pistia stratiotes* (PS0)
- *Pistia stratiotes* limbah Pasar Giri (PS1)
- *Pistia stratiotes* limbah Pasar Gresik (PS2)
- Kontrol *Salvinia molesta* (SM0)
- *Salvinia molesta* limbah Pasar Giri (SM1)
- *Salvinia molesta* limbah Pasar Gresik (SM2)

Konsentrasi dari limbah yang digunakan didapatkan dari uji *Range Finding Test*. Berdasarkan uji *Range Finding Test* diketahui bahwa *Pistia stratiotes* mampu menerima air limbah dengan konsentrasi maksimum sebesar 40% sedangkan untuk tumbuhan *Salvinia molesta* mampu menerima konsentrasi air limbah sebesar 10%. Gambaran reaktor pada uji *Fitotreatment* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



**Gambar 4.12 Reaktor Uji *Fitotreatment***

Pada tahap ini, pengujian dilakukan selama 14 hari untuk mengetahui penurunan kadar BOD, COD dan TSS pada masing-masing reaktor. Setelah 14 hari didapatkan bahwa tumbuhan *Pistia stratiotes* dan *Salvinia molesta* pada masing-masing reaktor mampu bertahan hidup dengan baik dan mampu berkembang biak.

#### 4.5.1 Analisis pH dan Suhu

Pada analisis ini pengambilan data dilakukan setiap hari selama proses *Fitotreatment* berlangsung atau selama 14 hari. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keasaman dan suhu dari masing-masing reaktor sebagai parameter pendukung pada penelitian ini. Proses pengambilan data Suhu dan pH dapat dilihat pada Gambar 4.13.



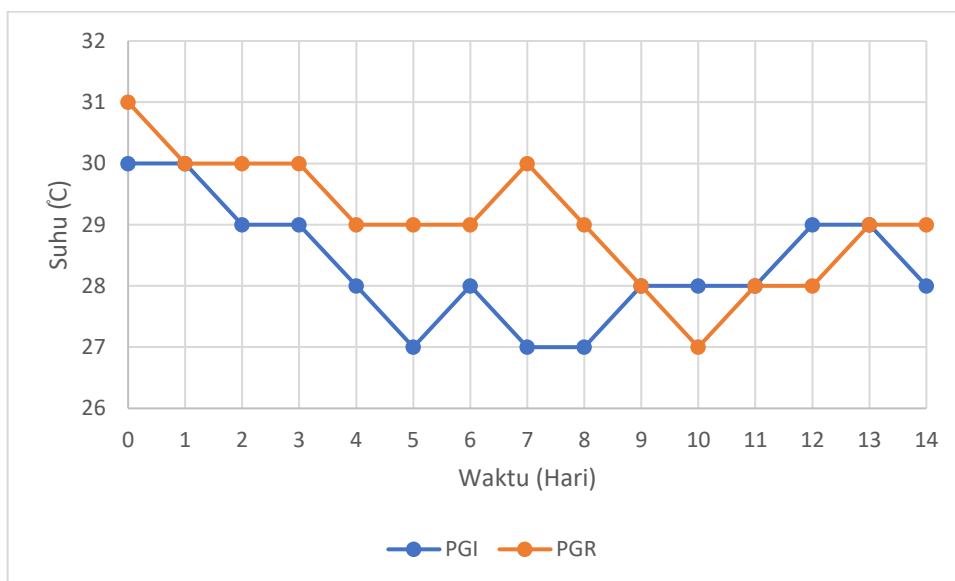
(a)



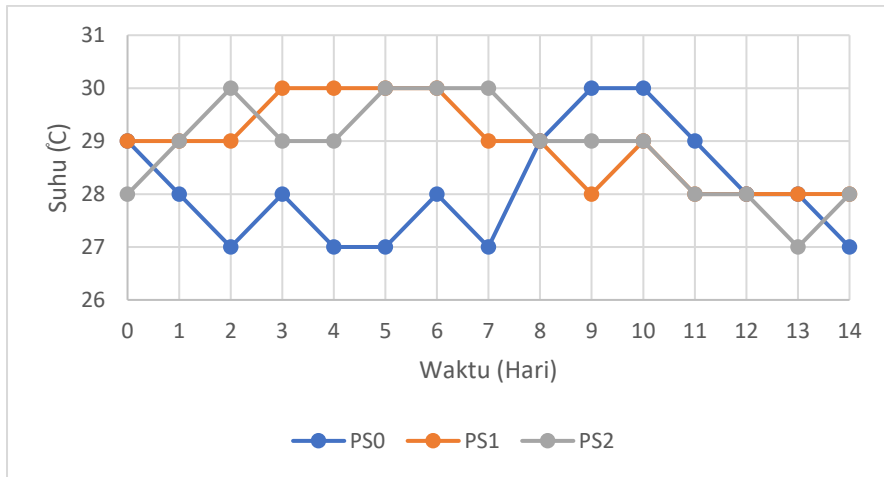
(b)

**Gambar 4.13** Pengambilan data (a) suhu dan (b) pH pada masing-masing reaktor *Fitotreatment*

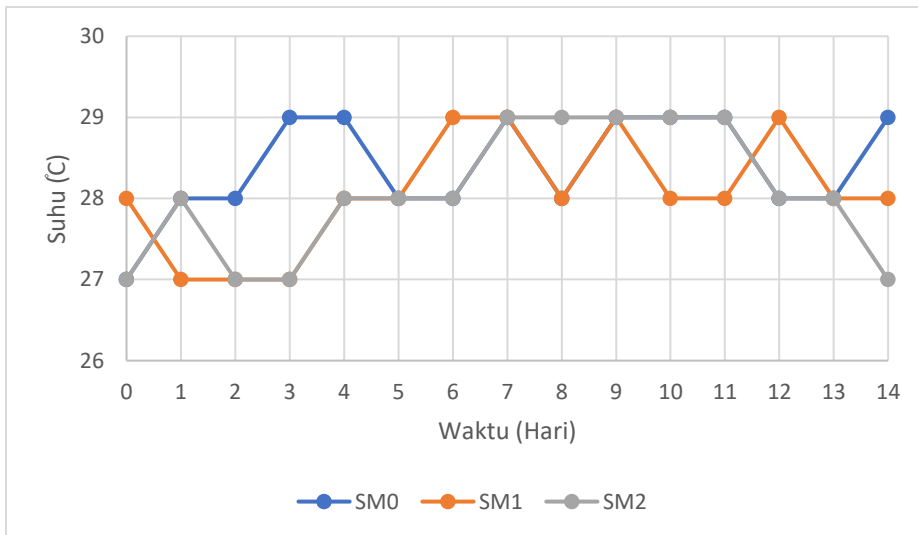
Setelah data terkumpul, kemudian data disajikan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 4.14.



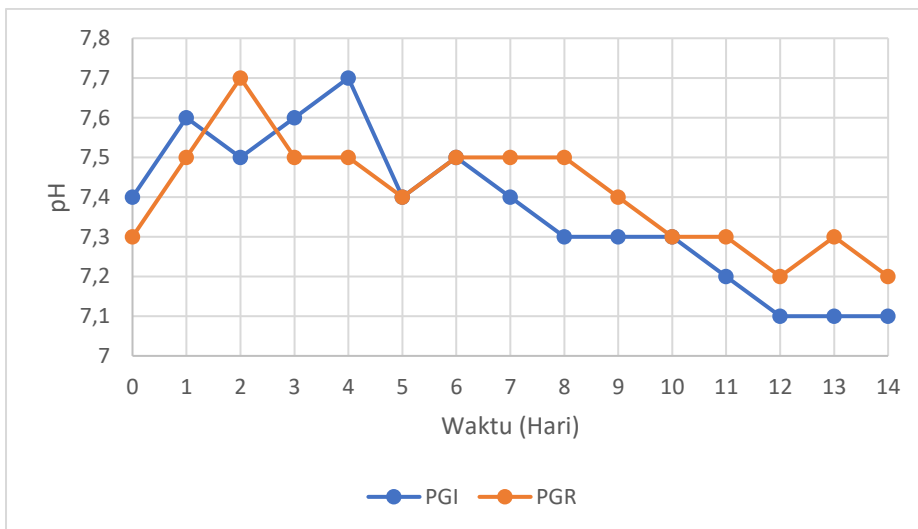
**Gambar 4.14** Nilai Suhu Pada Reaktor Kontrol Air Limbah



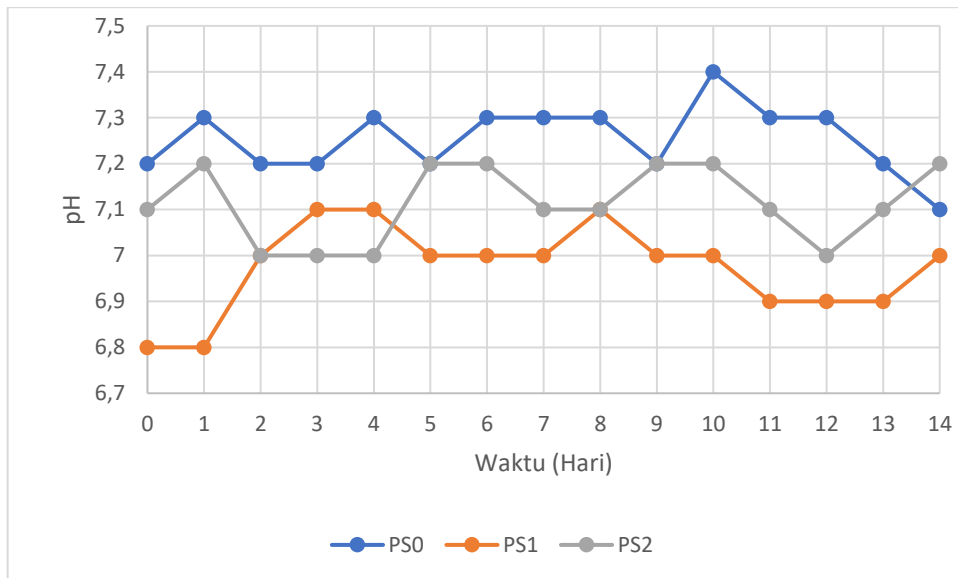
**Gambar 4.15 Nilai Suhu Pada Reaktor *Pistia stratiotes***



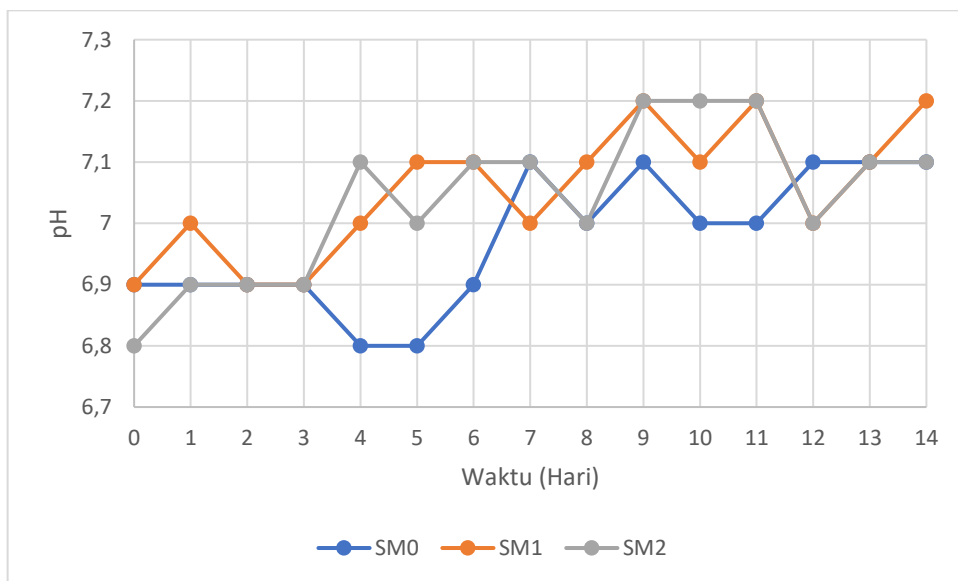
**Gambar 4.16 Nilai Suhu Pada Reaktor *Salvinia molesta***



**Gambar 4.18 Nilai pH Pada Reaktor Kontrol Air Limbah**



**Gambar 4.19 Nilai pH Pada Reaktor *Pistia stratiotes***



**Gambar 4.20 Nilai Suhu Pada Reaktor *Salvinia molesta***

Berdasarkan data diatas, diketahui nilai pH pada reaktor *Fitotreatment* berfluktuasi pada rentang 6,8 - 7,7. Semakin lama waktu pengamatan, maka pH dari masing masing reaktor akan semakin dekat dengan nilai netral atau 7. Menurut Sartika *et al.* (2021) peningkatan pada nilai pH disebabkan oleh proses fotosintesis yang mengeluarkan CO<sub>2</sub> akibat hasil dari respirasi yang menyebabkan ion H<sup>+</sup> berkurang sehingga pH menuju ke arah basa atau naik.

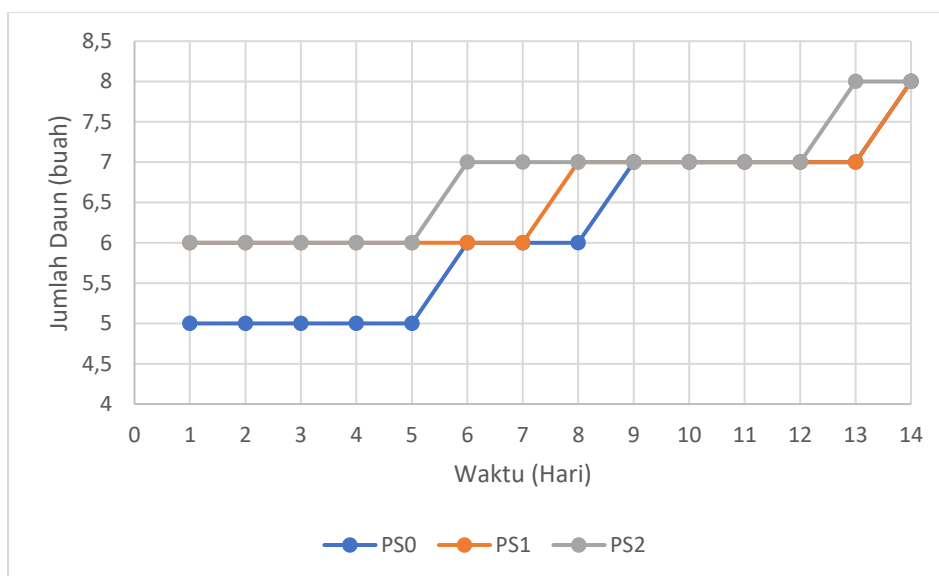
Selanjutnya menurut data diatas, Suhu pada reaktor *Fitotreatment* fluktuatif dan berada pada rentang 27 °C – 31 °C. Hal ini disebabkan karena reaktor diletakkan pada satu lokasi yang sama. Setiap peningkatan maupun penurunan pada suhu yang terjadi dapat dipengaruhi oleh



suhu lingkungan di sekitar tempat dimana reaktor disimpan. Kemudian radiasi matahari juga mampu menyebabkan perubahan pada suhu yang ada. Suhu dapat mempengaruhi fotosintesis pada tumbuhan karena suhu dapat menyebabkan tekanan yang sensitif terhadap proses fotosintesis (Lupitasari & Kusumaningtyas, 2020). Menurut Raissa & Tangahu (2017) Suhu optimum untuk proses *fitotreatment* berada pada rentang 25 °C hingga 30 °C.

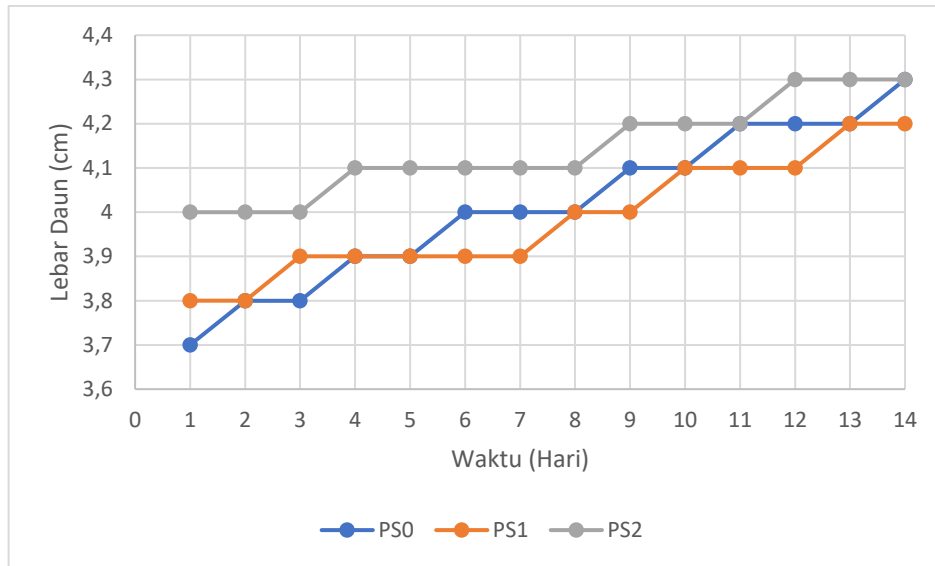
#### 4.5.2 Analisis Morfologi Tumbuhan saat proses Fitotreatment

Analisis Morfologi Tumbuhan dilakukan setiap hari selama proses *Fitotreatment* berlangsung. Pada analisis ini dilakukan pengamatan terhadap lebar daun dan jumlah daun pada tumbuhan uji yaitu *Pistia stratiotes* dan *Salvinia molesta*. Pada Gambar 4.21 menunjukkan pertumbuhan jumlah daun tumbuhan *Pistia stratiotes* dan pada Gambar 4.22 menunjukkan pertumbuhan lebar daun tumbuhan *Pistia stratiotes*.



**Gambar 4.21** Pertumbuhan Jumlah daun pada tumbuhan *Pistia stratiotes*

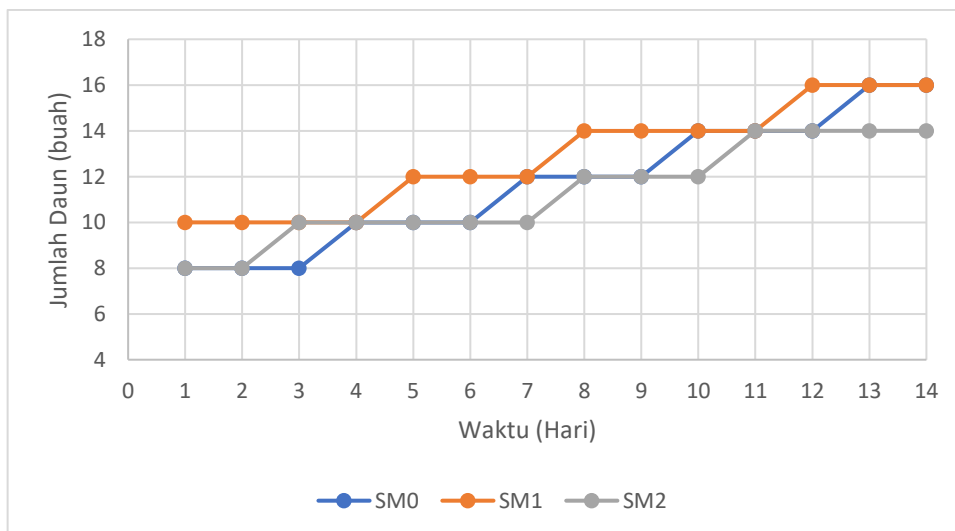
Pada pengamatan ini, dipilih satu tanaman lalu diberi label sehingga memudahkan dalam proses pengamatan. Hasil pertumbuhan jumlah daun menunjukkan peningkatan yang hampir sama untuk tiap reaktor.



**Gambar 4.21** Pertumbuhan Lebar daun pada tumbuhan *Pistia stratiotes*

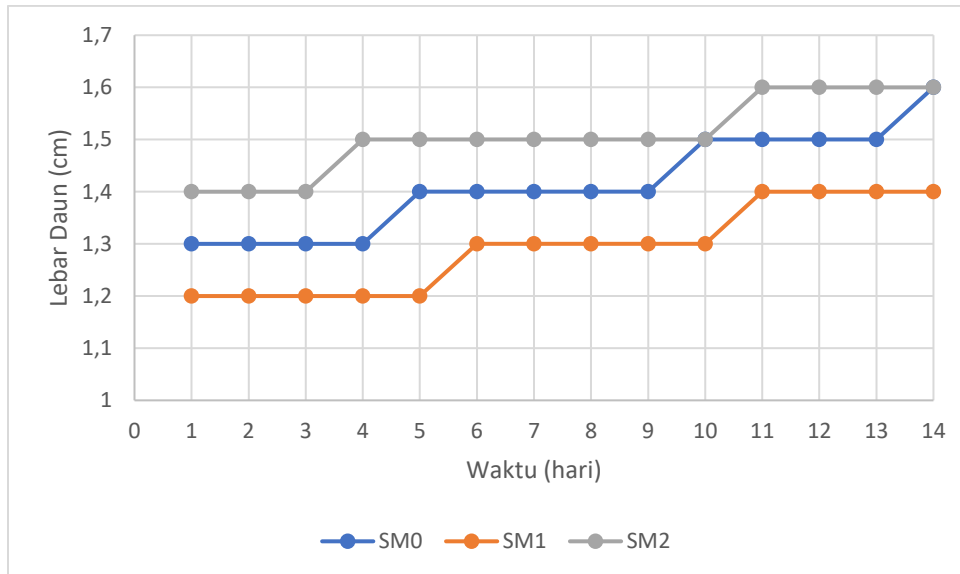
Pada pengamatan pertumbuhan lebar daun, dipilih satu tanaman lalu diberi label pada salah satu daunnya untuk memudahkan proses pengamatan. Hasil pertumbuhan lebar daun menunjukkan untuk semua reaktor mengalami pertumbuhan yang hampir sama.

Selanjutnya dilakukan pengujian yang sama untuk tumbuhan *Salvinia molesta*. Pada Gambar 4.22 menunjukkan laju pertumbuhan jumlah daun dari *Salvinia molesta* sedangkan pada Gambar 4.23 menunjukkan laju pertumbuhan lebar daun dari tumbuhan *Salvinia molesta*.



**Gambar 4.22** Pertumbuhan Jumlah daun pada tumbuhan *Salvinia molesta*

Pada pengamatan ini, dilakukan prosedur yang sama yaitu dengan memilih salah satu tumbuhan yang selanjutnya diberi label dan diamati laju pertumbuhan jumlah daun. Berdasarkan data diatas, diketahui bahwa semua reaktor mengalami pertumbuhan jumlah daun yang hampir sama dan mengalami peningkatan dari hari ke hari.



**Gambar 4.23 Pertumbuhan Lebar daun pada tumbuhan *Salvinia molesta***

Kemudian pada pengamatan lebar daun didapatkan data bahwa tiap reaktor mengalami peningkatan. Adanya pertumbuhan pada jumlah daun dan lebar daun untuk kedua jenis tumbuhan ini menandakan bahwa kedua jenis tumbuhan ini mampu tumbuh dan bertahan pada air limbah. Pertumbuhan juga disebabkan oleh penyerapan kontaminan yang selanjutnya digunakan untuk metabolisme tumbuhan (Zaenuddin, 2012). Metabolisme mampu membentuk sel-sel baru yang membantu dalam proses pertumbuhan.

#### 4.5.3 Analisis BOD

Pada analisis BOD dilakukan pengamatan pada awal, tengah dan akhir dari proses *fitotreatment* atau pada hari ke-0, ke-7 dan ke-14. Analisis ini berfungsi untuk menentukan kebutuhan oksigen yang diperlukan mikroorganisme untuk mengurai seluruh bahan organik pada air limbah. BOD tidak hanya menyatakan jumlah oksigen tetapi juga menyatakan jumlah bahan organik yang mudah terurai (Santoso, 2018). Kemudian dilakukan perhitungan efisiensi penyisihan sesuai dengan rumus menurut Muljadi (2009). Perhitungan efisiensi disajikan sebagai berikut:

$$E = \frac{C_0 - C_i}{C_0} \times 100\%$$

$$E = \frac{292 - 253}{292} \times 100\%$$

$$E = 13,4\%$$

Kemudian dilakukan perhitungan yang sama untuk tiap penurunan yang ada. Tabel 4.12 menunjukkan efisiensi penyisihan BOD pada reaktor kontrol Air Limbah.

**Tabel 4.12 Efisiensi penyisihan BOD pada reaktor kontrol air limbah**

Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
<b>PGI</b>	0%	13,4%	20,5%
<b>PGR</b>	0%	9,4%	30,6%

Kemudian Pada Tabel 4.13 menunjukkan efisiensi penyisihan BOD pada Reaktor tumbuhan *Pistia stratiotes*.

**Tabel 4.13 Efisiensi penyisihan BOD pada reaktor *Pistia stratiotes***

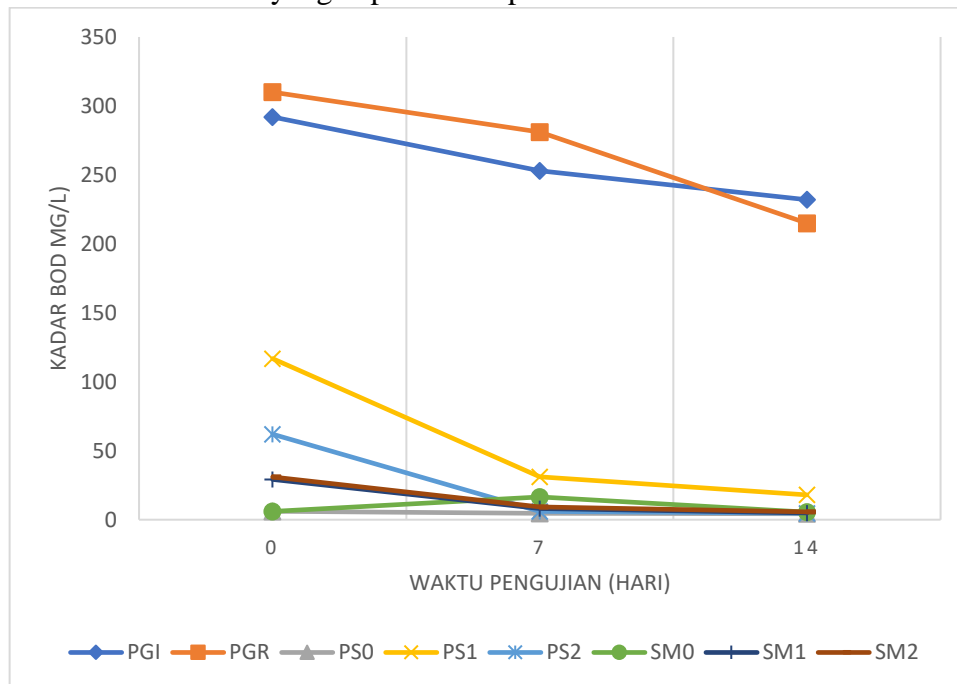
Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
PS0	0%	23,0%	29,5%
PS1	0%	73,5%	84,6%
PS2	0%	90,2%	92,4%

Kemudian Pada Tabel 4.14 menunjukkan efisiensi penyisihan BOD pada Reaktor tumbuhan *Salvinia molesta*.

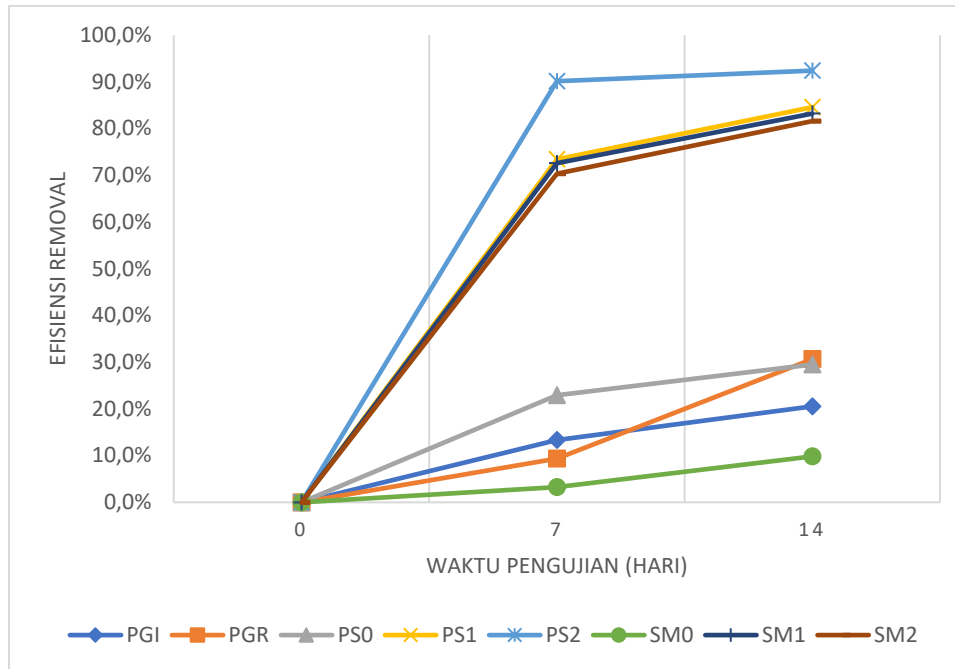
**Tabel 4.14 Efisiensi penyisihan BOD pada reaktor *Salvinia molesta***

Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
SM0	0%	3,3%	9,8%
SM1	0%	72,6%	83,2%
SM2	0%	70,3%	81,6%

Selanjutnya berdasarkan data yang telah didapatkan pada Tabel diatas, data tersebut disajikan dalam bentuk kurva yang dapat dilihat pada Gambar 4.24.



**Gambar 4.24 Penurunan BOD pada Reaktor *Fitotreatment***



**Gambar 4.25 Efisiensi penyisihan BOD pada Reaktor *Fitotreatment***

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh data penurunan pada masing-masing reaktor *Fitotreatment*. Pada pengambilan data hari ke-7, tiap reaktor mengalami peningkatan efisiensi penyisihan terhadap BOD 13,4% terjadi pada reaktor PGI, 9,4% untuk reaktor PGR, 23% untuk reaktor PS0, 73,5% untuk reaktor PS1, 90,2% untuk reaktor PS2, 3,3% Untuk reaktor SM0, 72,6% untuk reaktor SM1 dan 70,3% untuk reaktor SM2. Kemudian dilakukan pengambilan data kembali pada hari ke-14 dan dihitung kembali persentase penyisihan BOD terhadap konsentrasi awal reaktor. Didapatkan data efisiensi penyisihan sebesar 20,5% untuk reaktor PGI, 30,6% untuk reaktor PGR, 29,5% untuk reaktor PS0, 84,6% untuk reaktor PS1, 92,4% untuk reaktor PS2, 9,8% untuk reaktor SM0, 83,2% untuk reaktor SM1 dan 81,6% untuk reaktor SM2. Penurunan nilai BOD disebabkan karena Senyawa organik yang terkandung di dalam limbah Pasar ikan dijadikan sebagai sumber nutrisi bagi mikroba yang selanjutnya diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Melalui proses *Fitotreatment*, yaitu terjadinya penurunan pencemar dalam limbah dengan menggunakan tumbuhan merupakan kerjasama antara tumbuhan dan mikroba yang berada pada tumbuhan tersebut (Hayati, 1992).

#### 4.5.4 Analisis COD

Pada analisis COD dilakukan pengamatan pada awal, tengah dan akhir dari proses *fitotreatment* atau pada hari ke-0, ke-7 dan ke-14. Analisis ini berfungsi untuk menentukan jumlah oksigen dalam dalam satuan ppm atau mg/l yang dibutuhkan untuk menguraikan zat organik secara kimiawi (Sami, 2012). Kemudian dilakukan perhitungan efisiensi penyisihan sesuai dengan rumus menurut Muljadi (2009). Perhitungan efisiensi disajikan sebagai berikut:

$$E = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\%$$

$$E = \frac{746,6 - 693}{746,6} \times 100\%$$

$$E = 7,2\%$$

Kemudian dilakukan perhitungan yang sama untuk tiap penurunan yang ada. Tabel 4.15 menunjukkan efisiensi penyisihan COD pada reaktor kontrol Air Limbah.

**Tabel 4.15 Efisiensi penyisihan COD pada reaktor kontrol air limbah**

Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
<b>PGI</b>	0%	7,2%	14,3%
<b>PGR</b>	0%	6,2%	12,5%

Kemudian Pada Tabel 4.16 menunjukkan efisiensi penyisihan COD pada Reaktor tumbuhan *Pistia stratiotes*.

**Tabel 4.16 Efisiensi penyisihan COD pada reaktor *Pistia stratiotes***

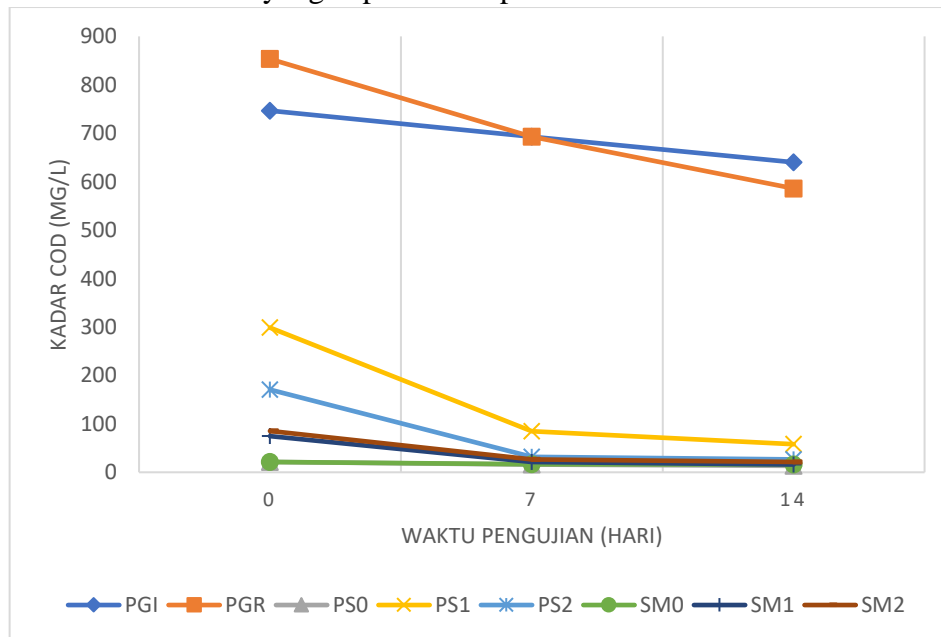
Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
<b>PS0</b>	0%	24,9%	37,6%
<b>PS1</b>	0%	71,5%	80,6%
<b>PS2</b>	0%	81,2%	84,4%

Kemudian Pada Tabel 4.17 menunjukkan efisiensi penyisihan COD pada Reaktor tumbuhan *Salvinia molesta*.

**Tabel 4.17 Efisiensi penyisihan COD pada reaktor *Salvinia molesta***

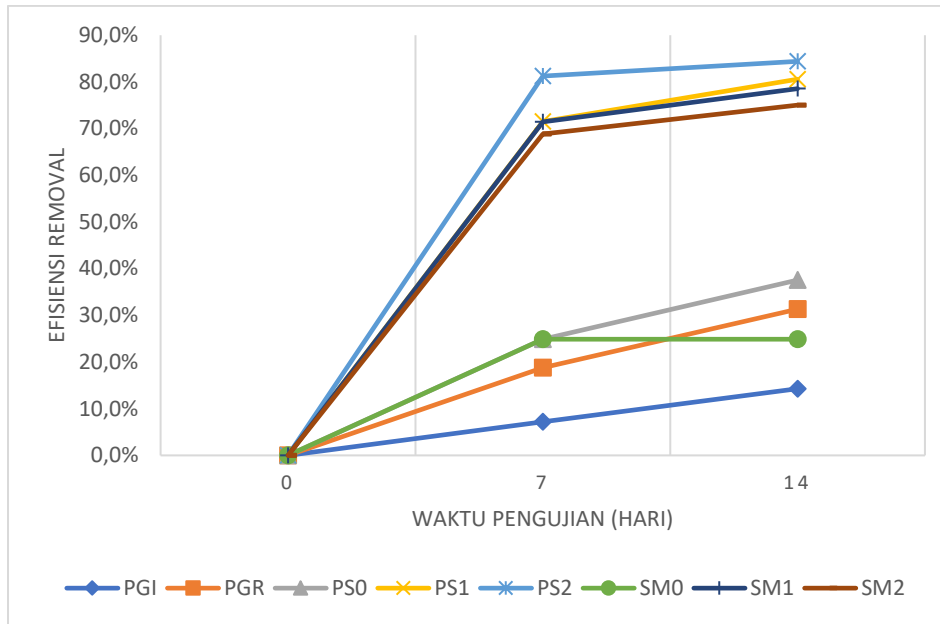
Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
<b>SM0</b>	0%	24,9%	24,9%
<b>SM1</b>	0%	71,4%	78,6%
<b>SM2</b>	0%	68,8%	75,0%

Selanjutnya berdasarkan data yang telah didapatkan pada Tabel diatas, data tersebut disajikan dalam bentuk kurva yang dapat dilihat pada Gambar 4.26.



**Gambar 4.26 Penurunan COD pada Reaktor *Fitotreatment***





**Gambar 4.27 Efisiensi penyisihan COD pada Reaktor *Fitotreatment***

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh data penurunan pada masing-masing reaktor *Fitotreatment*. Pada pengambilan data hari ke-7, tiap reaktor mengalami peningkatan efisiensi penyisihan terhadap COD 7,2% terjadi pada reaktor PGI, 6,2% untuk reaktor PGR, 24,9% untuk reaktor PS0, 71,5% untuk reaktor PS1, 81,2% untuk reaktor PS2, 24,9% Untuk reaktor SM0, 71,4% untuk reaktor SM1 dan 68,8% untuk reaktor SM2. Kemudian dilakukan pengambilan data kembali pada hari ke-14 dan dihitung kembali persentase penyisihan COD terhadap konsentrasi awal reaktor. Didapatkan data efisiensi penyisihan sebesar 14,3% untuk reaktor PGI, 12,5% untuk reaktor PGR, 37,6% untuk reaktor PS0, 80,6% untuk reaktor PS1, 84,4% untuk reaktor PS2, 24,9% untuk reaktor SM0, 78,6% untuk reaktor SM1 dan 75% untuk reaktor SM2. Kenaikan nilai removal dari COD mengalami peningkatan tiap harinya. Hal ini disebabkan oleh proses degradasi mulai efektif ketika mikroorganisme pada zona akar mulai tumbuh dalam jumlah yang banyak. Kenaikan removal pada reaktor uji terjadi karena penguraian bahan organik oleh mikroorganisme pada akar tumbuhan kemudian dimanfaatkan tumbuhan untuk proses fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses perubahan bahan-bahan anorganik oleh klorofil diubah menjadi karbohidrat melalui bantuan sinar matahari. Pada reaktor kontrol mengalami kenaikan removal meskipun nilainya masih dibawah nilai removal reaktor *Fitotreatment*, hal ini dikarenakan kandungan organik pada reaktor kontrol hanya sedikit, sehingga mikroorganisme yang terdapat di reaktor tidak terlalu efektif jika dibandingkan dengan reaktor *Fitotreatment*. Prinsip kerjanya yaitu dengan memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan dengan mikroorganisme dalam media di sekitar sistem perakaran tumbuhan tersebut. Tumbuhan memiliki peranan dalam proses penghilangan limbah karena akar tumbuhan merupakan tempat melekatnya bakteri (Khatuddin, 2003). Menurut Irawanto (2010) proses ini dinamakan dengan Rhizodegradasi yaitu proses penguraian zat pencemar oleh mikroba yang berada di sekitar akar tumbuhan.

#### 4.5.5 Analisis Rasio BOD/COD

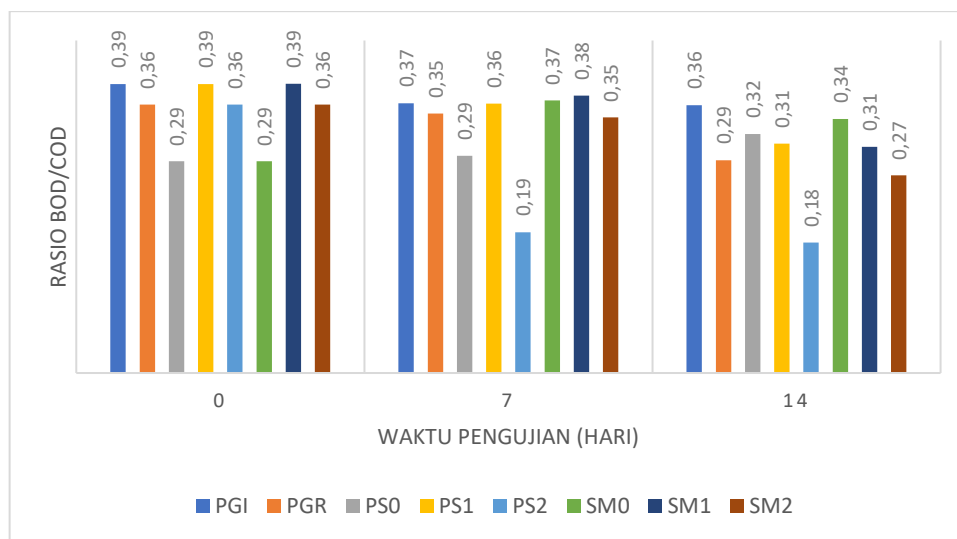
Analisis ini bertujuan untuk mengetahui tingkat biodegradabilitas zat organik pada air limbah yang selanjutnya dapat ditentukan jenis pengolahan yang sesuai dengan karakteristik air limbah tersebut. Berdasarkan *triangle zone*, Air limbah yang stabil dan toksik memiliki nilai rasio BOD/COD kurang dari 0,1. Kemudian apabila air limbah memiliki rasio BOD/COD lebih dari 0,1 maka dikatakan air limbah bersifat *biodegradable* (Mangkoedihardjo & Samudro, 2010). Kemudian dilakukan perhitungan rasio BOD/COD sebagai berikut:

$$\text{Rasio BOD/COD PGI hari ke 0} = \frac{\text{BOD PGI hari ke 0}}{\text{COD PGI hari ke 0}}$$

$$\text{Rasio BOD/COD PGI hari ke 0} = \frac{292}{746,6}$$

$$\text{Rasio BOD/COD PGI hari ke 0} = 0,39$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa Reaktor PGI pada hari ke 0 memiliki rasio BOD/COD dengan nilai 0,39. Angka ini berada di atas 0,1 sehingga dapat dikatakan bahwa bersifat *biodegradable* dan dapat diolah secara biologis. Kemudian dilakukan perhitungan yang sama untuk masing-masing reaktor selama 14 hari. Gambar 4.28 menunjukkan Grafik dari Rasio BOD/COD pada reaktor uji *Fitotreatment*.



**Gambar 4.28 Rasio BOD/COD dari reaktor *Fitotreatment* selama 14 hari**

Berdasarkan data pada Gambar 4.28, diketahui bahwa nilai rasio BOD/COD pada tiap reaktor mengalami penurunan. Hal ini sejalan dengan penurunan kadar BOD dan COD pada reaktor uji *Fitotreatment*. pada pengamatan hari ke- 7 dan ke-14 semua reaktor mengalami penurunan rasio BOD/COD namun masih berada pada rentang sifat yang dikatakan *biodegradable*. Turunnya rasio BOD/COD ini disebabkan removal BOD lebih besar dibandingkan dengan removal COD. Hal ini membuktikan bahwa tumbuhan cenderung mengoksidasi senyawa organik *biodegradable* dibandingkan dengan senyawa *non-biodegradable*.

#### 4.5.6 Analisis TSS

Pada analisis TSS dilakukan pengamatan pada awal, tengah dan akhir dari proses *fitotreatment* atau pada hari ke-0, ke-7 dan ke-14. Analisis ini berfungsi untuk mengetahui kandungan zat padat (baik berupa pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel tersuspensi dalam air berupa komponen hidup atau abiotik (seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, dan fungi) maupun komponen tidak hidup atau abiotik pada air limbah (Ainy *et al.* 2017). Kemudian dilakukan perhitungan efisiensi penyisihan sesuai dengan rumus menurut Muljadi (2009). Perhitungan efisiensi disajikan sebagai berikut:

$$E = \frac{C_o - C_i}{C_o} \times 100\%$$

$$E = \frac{440 - 272}{440} \times 100\%$$

$$E = 38,2\%$$

Kemudian dilakukan perhitungan yang sama untuk tiap penurunan yang ada. Tabel 4.18 menunjukkan efisiensi penyisihan COD pada reaktor kontrol Air Limbah.

**Tabel 4.18 Efisiensi penyisihan TSS pada reaktor kontrol air limbah**

Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
PGI	0%	38,2%	74,5%
PGR	0%	46,1%	50,8%

Kemudian Pada Tabel 4.19 menunjukkan efisiensi penyisihan TSS pada Reaktor tumbuhan *Pistia stratiotes*.

**Tabel 4.19 Efisiensi penyisihan TSS pada reaktor *Pistia stratiotes***

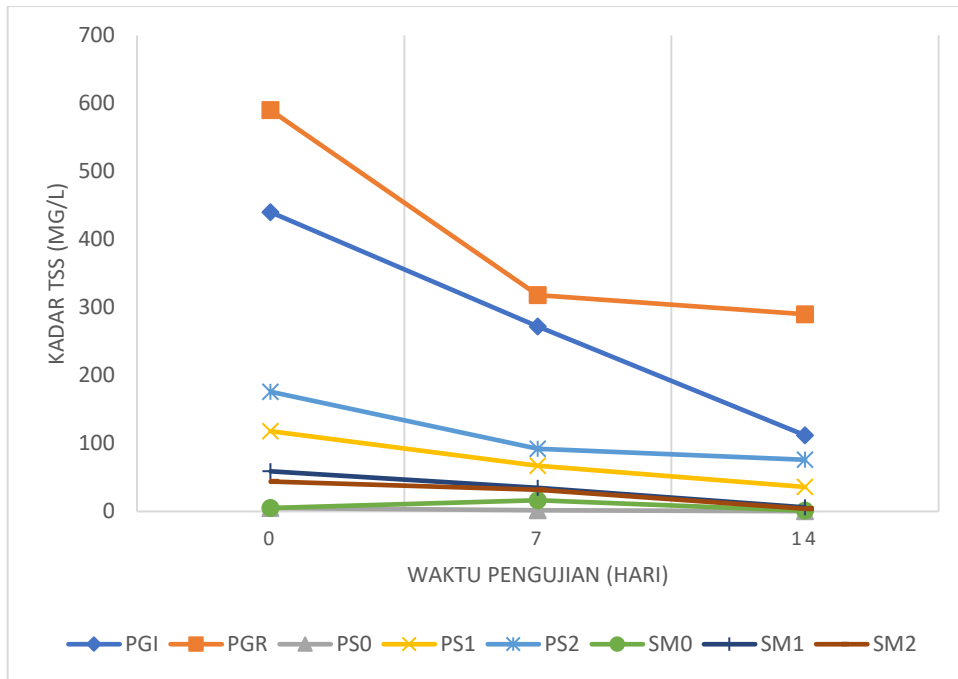
Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
PS0	0%	60,0%	93,4%
PS1	0%	43,2%	69,5%
PS2	0%	47,7%	56,8%

Kemudian Pada Tabel 4.20 menunjukkan efisiensi penyisihan COD pada Reaktor tumbuhan *Salvinia molesta*.

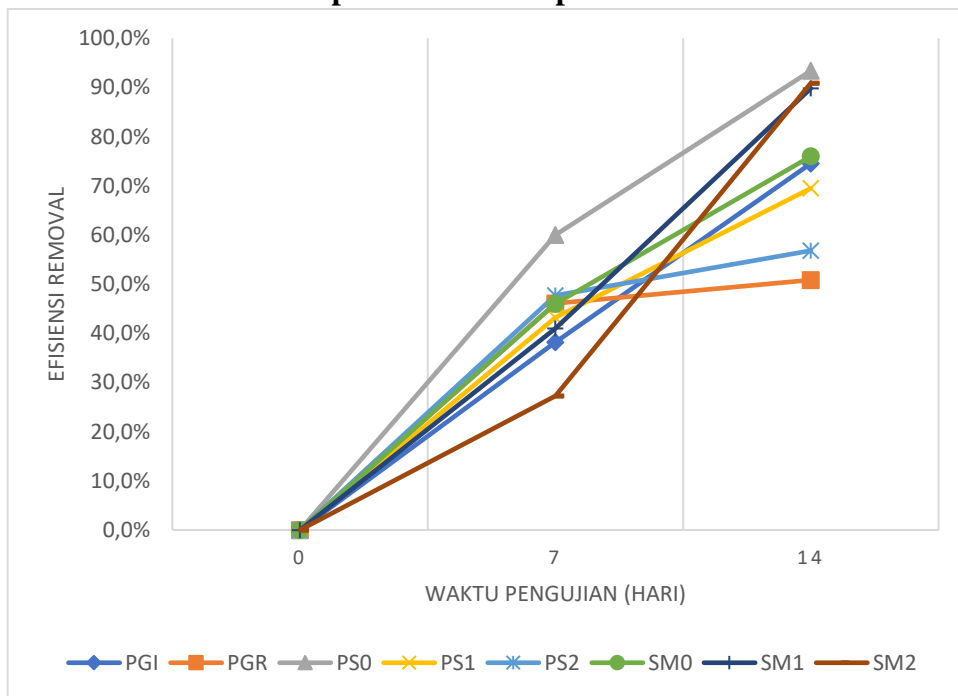
**Tabel 4.20 Efisiensi penyisihan TSS pada reaktor *Salvinia molesta***

Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
SM0	0%	46,0%	76,0%
SM1	0%	41,0%	89,8%
SM2	0%	27,3%	90,9%

Selanjutnya berdasarkan data yang telah didapatkan pada Tabel diatas, data tersebut disajikan dalam bentuk kurva yang dapat dilihat pada Gambar 4.26.



**Gambar 4.29 Grafik penurunan TSS pada Reaktor *Fitotreatment***



**Gambar 4.30 Grafik Efisiensi penyisihan TSS pada Reaktor *Fitotreatment***

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh data penurunan pada masing-masing reaktor *Fitotreatment*. Pada pengambilan data hari ke-7, tiap reaktor mengalami peningkatan efisiensi penyisihan terhadap TSS 38,2% terjadi pada reaktor PGI, 46,1% untuk

reaktor PGR, 60% untuk reaktor PS0, 43,2% untuk reaktor PS1, 47,7% untuk reaktor PS2, 46,6% Untuk reaktor SM0, 41,0% untuk reaktor SM1 dan 27,3% untuk reaktor SM2. Kemudian dilakukan pengambilan data kembali pada hari ke-14 dan dihitung kembali persentase penyisihan TSS terhadap konsentrasi awal reaktor. Didapatkan data efisiensi penyisihan sebesar 74,5% untuk reaktor PGI, 50,8% untuk reaktor PGR, 93,4% untuk reaktor PS0, 69,5% untuk reaktor PS1, 56,8% untuk reaktor PS2, 76,0% untuk reaktor SM0, 89,8% untuk reaktor SM1 dan 90% untuk reaktor SM2. Penurunan kadar TSS pada reaktor *Fitotreatment* mengalami peningkatan dari hari ke hari. Penurunan nilai TSS disebabkan oleh partikel dengan massa lebih berat pada air limbah akan mengendap pada bagian bawah reaktor, sedangkan partikel dengan massa ringan dan melayang pada reaktor akan menempel pada bagian akar (Fachrurozi dkk, 2010).

#### 4.5.7 Uji Statistik

Uji ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel berat tumbuhan dan hari pengujian terhadap efisiensi penyisihan pencemar. Pengaruh signifikan dalam uji Anova ditunjukkan dengan *P-value* yang lebih kecil dari 0,05 ( $P\text{-value} < 0,05$ ). Nilai  $P\text{-value} < 0,05$  menunjukkan bahwa variabel tersebut berpengaruh signifikan terhadap efisiensi penyisihan BOD, COD, dan TSS. Sebaliknya jika nilai  $P\text{-value} > 0,05$  maka variabel tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap efisiensi penyisihan pencemar. Uji ini menggunakan metode *Anova: Two-Factor Without Replication* yang dimana bertujuan untuk mengetahui pengaruh masing-masing variabel terhadap hasil penelitian ini (Furqon, 2009).

**Tabel 4.21 Hasil Uji Anova Penyisihan BOD untuk Air Limbah Pasar Giri**

<i>SUMMARY</i>	<i>Count</i>	<i>Sum</i>	<i>Average</i>	<i>Variance</i>		
<b>PGI</b>	3	0,339041	0,113014	0,010872		
<b>PS1</b>	3	1,580479	0,526826	0,211257		
<b>SM1</b>	3	1,558219	0,519406	0,205155		
<b>Hari Ke-0</b>	3	0	0	0		
<b>Hari Ke-7</b>	3	1,594178	0,531393	0,11872		
<b>Hari Ke-14</b>	3	1,883562	0,627854	0,133847		
<b>ANOVA</b>						
<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
<b>Rows</b>	0,336451	2	0,168226	3,98913	0,111515	6,944272
<b>Columns</b>	0,685883	2	0,342942	8,132173	0,038963	6,944272
<b>Error</b>	0,168684	4	0,042171			
<b>Total</b>	1,191018	8				

*Rows* menunjukkan Jenis tumbuhan yang digunakan sedangkan *columns* menandakan hari pengujian selama *Fitotreatment* berlangsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *P-value* dari Jenis tumbuhan adalah  $> 0,05$  sedangkan untuk hari pengujian nilai *P-value*



menunjukkan nilai  $<0,05$ . Sehingga dapat dikatakan bahwa Jenis tumbuhan tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap efisiensi penyisihan BOD untuk air limbah Psar Giri, namun efisiensi penyisihan BOD dipengaruhi secara signifikan oleh lamanya hari pengujian. Semakin lama *fitotreatment* berlangsung, maka semakin baik penyisihan terhadap BOD pada air limbah Pasar Giri. Kemudian dilakukan pengujian yang sama untuk nilai BOD air limbah Pasar Gresik yang dapat dilihat pada Tabel 4.22.

**Tabel 4.22 Hasil Uji Anova Penyisihan BOD untuk Air Limbah Pasar Gresik**

<b>SUMMARY</b>	<b>Count</b>	<b>Sum</b>	<b>Average</b>	<b>Variance</b>		
PGR	3	0,4	0,133333	0,024665		
PS2	3	1,825806	0,608602	0,277925		
SM2	3	1,519355	0,506452	0,195557		
<hr/>						
Hari Ke-0	3	0	0	0		
Hari Ke-7	3	1,698387	0,566129	0,177339		
Hari Ke-14	3	2,046774	0,682258	0,108842		
<hr/>						
<b>ANOVA</b>						
<b>Source of Variation</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P-value</b>	<b>F crit</b>
Rows	0,375532	2	0,187766	3,815811	0,11826	6,944272
Columns	0,799464	2	0,399732	8,12341	0,039031	6,944272
Error	0,19683	4	0,049207			
<hr/>						
<b>Total</b>	<b>1,371826</b>	<b>8</b>				

*Rows* menunjukkan Jenis tumbuhan yang digunakan sedangkan *columns* menandakan hari pengujian selama *Fitotreatment* berlangsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *P-value* dari Jenis tumbuhan adalah  $>0,05$  sedangkan untuk hari pengujian nilai *P-value* menunjukkan nilai  $<0,05$ . Sehingga dapat dikatakan bahwa Jenis tumbuhan tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap efisiensi penyisihan BOD untuk air limbah Pasar Gresik, namun efisiensi penyisihan BOD dipengaruhi secara signifikan oleh lamanya hari pengujian. Semakin lama *fitotreatment* berlangsung, maka semakin baik penyisihan terhadap BOD pada air limbah Pasar Gresik. Kemudian dilakukan pengujian yang sama untuk nilai COD air limbah Pasar Giri yang dapat dilihat pada Tabel 4.23.

**Tabel 4.23 Hasil Uji Anova Penyisihan COD untuk Air Limbah Pasar Giri**

<b>SUMMARY</b>	<b>Count</b>	<b>Sum</b>	<b>Average</b>	<b>Variance</b>
PGI	3	0,214573	0,071524	0,005097
PS1	3	1,521098	0,507033	0,194856
SM1	3	1,5	0,5	0,188762
<hr/>				
Hari Ke-0	3	0	0	0

Hari Ke-7	3	1,501608	0,500536	0,137866
Hari Ke-14	3	1,734064	0,578021	0,142178

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	0,373309	2	0,186654	3,997312	0,111211	6,944272
Columns	0,590649	2	0,295324	6,324544	0,057722	6,944272
Error	0,18678	4	0,046695			
Total	1,150737	8				

Rows menunjukkan Jenis tumbuhan yang digunakan sedangkan columns menandakan hari pengujian selama *Fitotreatment* berlangsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *P-value* dari Jenis tumbuhan adalah  $>0,05$  sedangkan untuk hari pengujian nilai *P-value* juga menunjukkan nilai  $>0,05$ . Sehingga dapat dikatakan bahwa Jenis tumbuhan dan lamanya hari pengujian tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap efisiensi penyisihan COD untuk air limbah Pasar Giri. Kemudian dilakukan pengujian yang sama untuk nilai COD air limbah Pasar Gresik yang dapat dilihat pada Tabel 4.24.

**Tabel 4.24 Hasil Uji Anova Penyisihan COD untuk Air Limbah Pasar Gresik**

SUMMARY	Count	Sum	Average	Variance
PGR	3	0,501113	0,167038	0,024857
PS2	3	1,656506	0,552169	0,228918
SM2	3	1,438453	0,479484	0,173394
Hari Ke-0	3	0	0	0
Hari Ke-7	3	1,688445	0,562815	0,109305
Hari Ke-14	3	1,907627	0,635876	0,080262

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	0,251232	2	0,125616	3,928493	0,113808	6,944272
Columns	0,726437	2	0,363218	11,35924	0,022413	6,944272
Error	0,127902	4	0,031976			
Total	1,105571	8				

Rows menunjukkan Jenis tumbuhan yang digunakan sedangkan columns menandakan hari pengujian selama *Fitotreatment* berlangsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai

*P-value* dari Jenis tumbuhan adalah  $>0,05$  sedangkan untuk hari pengujian nilai *P-value* menunjukkan nilai  $<0,05$ . Sehingga dapat dikatakan bahwa Jenis tumbuhan tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap efisiensi penyisihan COD untuk air limbah Pasar Gresik, namun efisiensi penyisihan COD dipengaruhi secara signifikan oleh lamanya hari pengujian. Semakin lama *fitotreatment* berlangsung, maka semakin baik penyisihan terhadap COD pada air limbah Pasar Gresik. Kemudian dilakukan pengujian yang sama untuk nilai TSS air limbah Pasar Giri yang dapat dilihat pada Tabel 4.25.

**Tabel 4.25 Hasil Uji Anova Penyisihan TSS untuk Air Limbah Pasar Giri**

<b>SUMMARY</b>	<b>Count</b>	<b>Sum</b>	<b>Average</b>	<b>Variance</b>		
PGI	3	1,127273	0,375758	0,138953		
PS1	3	1,127119	0,375706	0,123121		
SM1	3	1,308475	0,436158	0,202245		
Hari Ke-0	3	0	0	0		
Hari Ke-7	3	1,224191	0,408064	0,000638		
Hari Ke-14	3	2,338675	0,779558	0,011214		
<b>ANOVA</b>						
<b>Source of Variation</b>	<b>SS</b>	<b>df</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P-value</b>	<b>F crit</b>
Rows	0,007303	2	0,003651	0,890483	0,478762	6,944272
Columns	0,912235	2	0,456118	111,2372	0,000312	6,944272
Error	0,016402	4	0,0041			
<b>Total</b>	<b>0,93594</b>	<b>8</b>				

*Rows* menunjukkan Jenis tumbuhan yang digunakan sedangkan *columns* menandakan hari pengujian selama *Fitotreatment* berlangsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *P-value* dari Jenis tumbuhan adalah  $>0,05$  sedangkan untuk hari pengujian nilai *P-value* menunjukkan nilai  $<0,05$ . Sehingga dapat dikatakan bahwa Jenis tumbuhan tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap efisiensi penyisihan TSS untuk air limbah Pasar Giri, namun efisiensi penyisihan TSS dipengaruhi secara signifikan oleh lamanya hari pengujian. Semakin lama *fitotreatment* berlangsung, maka semakin baik penyisihan terhadap TSS pada air limbah Giri. Kemudian dilakukan pengujian yang sama untuk nilai TSS air limbah Pasar Gresik yang dapat dilihat pada Tabel 4.26.

**Tabel 4.26 Hasil Uji Anova Penyisihan TSS untuk Air Limbah Pasar Gresik**

<b>SUMMARY</b>	<b>Count</b>	<b>Sum</b>	<b>Average</b>	<b>Variance</b>
PGR	3	0,969492	0,323164	0,078889
PS2	3	1,045455	0,348485	0,093147
SM2	3	1,181818	0,393939	0,217631
Hari Ke-0	3	0	0	0

Hari Ke-7	3	1,211017	0,403672	0,012926
Hari Ke-14	3	1,985747	0,661916	0,046713

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Rows	0,007716	2	0,003858	0,138335	0,874799	6,944272
Columns	0,667774	2	0,333887	11,97141	0,020492	6,944272
Error	0,111561	4	0,02789			
<b>Total</b>	<b>0,787051</b>	<b>8</b>				

*Rows* menunjukkan Jenis tumbuhan yang digunakan sedangkan *columns* menandakan hari pengujian selama *Fitotreatment* berlangsung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *P-value* dari Jenis tumbuhan adalah  $>0,05$  sedangkan untuk hari pengujian nilai *P-value* menunjukkan nilai  $<0,05$ . Sehingga dapat dikatakan bahwa Jenis tumbuhan tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap efisiensi penyisihan TSS untuk air limbah Pasar Gresik, namun efisiensi penyisihan TSS dipengaruhi secara signifikan oleh lamanya hari pengujian. Semakin lama *fitotreatment* berlangsung, maka semakin baik penyisihan terhadap TSS pada air limbah Gresik.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**







## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sejauh ini, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada tumbuhan *Pistia stratiotes* mengalami pertumbuhan panjang akar mulai 23,7 cm hingga 25,7 cm. sedangkan untuk pertumbuhan lebar daun mengalami pertumbuhan yaitu mulai 3,9 hingga 4,4 cm. Selanjutnya untuk pertumbuhan jumlah daun mengalami kenaikan sebesar 14 buah hingga 18 buah. Sedangkan pada Tumbuhan *Salvinia molesta* mengalami pertumbuhan panjang akar sebesar 4,8 cm hingga 5,7 cm lalu untuk pertumbuhan lebar daun mengalami pertumbuhan yaitu mulai 1,3 cm hingga 1,8 cm. Kemudian untuk jumlah daun mengalami kenaikan sebesar 10 buah hingga 24 buah.
2. Berdasarkan uji *Range Finding Test*, diketahui Tumbuhan *Pistia stratiotes* mampu bertahan pada Air Limbah Pasar Gresik (Kapasitas > 10 pedagang) dengan konsentrasi sebesar 20% dan untuk Air Limbah Pasar Giri (Kapasitas < pedagang) berada pada konsentrasi 40%. Kemudian untuk Tumbuhan *Salvinia molesta* mampu bertahan pada Air Limbah Pasar Gresik (Kapasitas > 10 pedagang) dengan konsentrasi sebesar 10% dan untuk Air Limbah Pasar Giri (Kapasitas < pedagang) berada pada konsentrasi 10%.
3. Efisiensi Tumbuhan *Pistia stratiotes* dan *Salvinia molesta* dalam menurunkan parameter BOD, COD, dan TSS pada air limbah Pasar Giri (Kapasitas <10 pedagang) dan Pasar Gresik (Kapasitas >10 Pedagang) adalah sebagai berikut:

-	Air Limbah Pasar Giri (Kapasitas <10 pedagang)	
	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Salvinia molesta</i>
	BOD = 84,6%	BOD = 83,2%
	COD = 80,6%	COD = 78,6%
	TSS = 69,5%	TSS = 89,8%
-	Air Limbah Pasar Gresik (Kapasitas >10 pedagang)	
	<i>Pistia stratiotes</i>	<i>Salvinia molesta</i>
	BOD = 92,4%	BOD = 81,6% %
	COD = 84,4%	COD = 75%
	TSS = 56,8%	TSS = 90,9%

Pada air limbah Pasar Giri, Efisiensi penyisihan BOD paling efektif adalah dengan menggunakan *Pistia stratiotes*, untuk COD paling efektif menggunakan *Pistia stratiotes* dan TSS paling efektif menggunakan *Salvinia molesta*.

Pada air limbah Pasar Gresik, Efisiensi penyisihan BOD paling efektif adalah dengan menggunakan *Pistia stratiotes*, untuk COD paling efektif menggunakan *Pistia stratiotes* dan TSS paling efektif menggunakan *Salvinia molesta*.

## 5.2 Saran

Untuk hasil penelitian yang lebih baik, maka saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya dilakukan perbandingan dengan pengolahan secara mikrobiologis sehingga nantinya dapat dibandingkan efektivitas diantara kedua jenis pengolahan tersebut.
2. Untuk penelitian selanjutnya dilakukan kombinasi pada kedua jenis tumbuhan untuk mengetahui kemampuannya dalam menurunkan kadar pencemar pada air limbah sektor perikanan di pasar tradisional.
3. Untuk penelitian selanjutnya dilakukan analisis bakteri pada air limbah untuk mengetahui jumlah dari bakteri tersebut yang dimana akan berpengaruh terhadap proses degradasi pada air limbah



## DAFTAR PUSTAKA





## DAFTAR PUSTAKA

- Ainy, K., Siswanto, A.D., & Nugraha, A.W. (2011). SEBARAN TOTAL SUSPENDED SOLID (TSS) DI PERAIRAN SEPANJANG JEMBATAN SURAMADU KABUPATEN BANGKALAN. *Jurnal KELAUTAN*. Vol. 4, No. 2.
- Astuti, L. P., & Indriatmoko. (2018). Kemampuan Beberapa Tumbuhan Air dalam Menurunkan Pencemaran Bahan Organik dan Fosfat untuk Memperbaiki Kualitas Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol.19 (2) : 183-190
- Audiyanti, S., Hasan, Z., & Hamdani, H., dan Herawati, H. (2019). Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) Sebagai Agen Fitoremediasi Limbah Sungai Citarum. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol.10, No.1. Hal.111 – 116.
- Damanik, M.O., & Purwanti, I.F. (2018). Range Finding Test (RFT) *Cyperus rotundus L.* dan *Scirpus grossus* sebagai Penelitian Pendahuluan dalam Pengolahan Air Limbah Tempe. *Jurnal Teknik ITS*. Vol.7, No.1.
- Dietz, Annette & Schnoor, Jerald. (2001). Advances in Phytoremediation. *Environmental health perspectives*. 109 Suppl 1. 163-8.
- Djo, Y. H. W., Suastuti, D., Suprihatin, I., & Sulihingtyas, W. (2017). FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) UNTUK MENURUNKAN COD DAN KANDUNGAN Cu DAN Cr AIR LIMBAH LABORATORIUM ANALITIK UNIVERSITAS UDAYANA. *CAKRA KIMIA (Indonesian E-Journal Of Applied Chemistry)*, 5(2), 137 - 144
- EPA. (2000). Introduction to Phytoremediation National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development. U.S. Environment Protection Agency, Ohio.
- Ernaini, Y., Supriadi, A., & Rinto. (2012). PENGARUH JENIS PELARUT TERHADAP KLOOROFIL DAN SENYAWA FITOKIMIA DAUN KIAMBANG (*Salvinia molesta mitchell*) DARI PERAIRAN RAWA. *Journal of fistech*. Vol.1, No. 1.
- Fachrurozi, et al. 2010. Pengaruh Variasi Biomassa *PistiastratiotesL.* Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. *Jurnal KES MAS UAD* Vol. 4 No. 1 Januari 2010. Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta.
- Furqon. 2009. Statistika Terapan untuk Penelitian Cetakan Ketujuh. ALFABETA: Bandung.
- Hayati, N. 1992. Kemampuan eceng gondok dalam mengubah sifat fisik kimia limbah cair pabrik pupuk urea dan asam formiat. Bandung: Pasca sarjana biologi Institut Teknologi Bandung.
- Ibrahim, B. (2005). Kaji Ulang Sistem Pengolahan Air Limbah Industri Hasil Perikanan Secara Biologis Dengan Lumpur Aktif. *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*. Vol. 08, No. 01.
- Irawanto, R. (2017). FITOREMEDIASI LINGKUNGAN DALAM TAMAN BALI. *Local Wisdom : Jurnal Ilmiah Kajian Kearifan Lokal*. Vol.2, No.4. Hal.29 - 35.



- Kärenlampi, S., Schat, H., Vangronsveld, J., Verkleij, J. A., van der Lelie, D., Mergeay, M., & Tervahauta, A. I. (2000). Genetic engineering in the improvement of plants for phytoremediation of metal polluted soils. *Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)*, 107(2), 225–231.
- Lupitasari, Diana & Kusumaningtyas, Valentina. (2020). Pengaruh Cahaya dan Suhu Berdasarkan Karakter Fotosintesis *Ceratophyllum demersum* sebagai Agen Fitoremediasi. *Jurnal Kartika Kimia*. 3. 10.26874/jkk.v3i1.53.
- Khiatuddin, M. 2003. Pelestarian Sumber Daya Air Dengan Teknologi Rawa. Bandar Lampung
- Mangkoedihardjo, S.dan Samudro, G. 2010. Review on BOD, COD, and BOD/COD Ratio: A Triangle Zone for Toxic, Biodegradable, and Stable Levels. *International Journal of Academic Research*, 2(4): 235 – 239.
- Muljadi. (2009). Efisiensi Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Batik Cetak dengan Metode Fisika-Kimia dan Biologi Terhadap Penurunan Parameter Tercemar (BOD, COD, dan Logam Berat Krom (Cr) Studi Kasus di Desa Butulan Makam Haji Sukoharjo). *Jurnal Ekuilibrium*, 8(1) ; 7-16.
- N., Charisma W., *et al.* (2015). Pengaruh Waktu Tinggal Dan Jumlah Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) Terhadap Penurunan Konsentrasi Bod, Cod Dan Warna. *Jurnal Teknik Lingkungan*, vol. 4, no. 2, pp. 1-8.
- Nurjanah, S., Zaman, B., & Syakur, A. (2017). PENYISIHAN BOD DAN COD AIR LIMBAH INDUSTRI KARET DENGAN SISTEM BIOFILTER AEROB DAN PLASMA DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE (DBD). *Jurnal Teknik Lingkungan Undip*. Vol. 6, No. 1.
- Pamungkas, M.O.A. (2016). STUDI PENCEMARAN AIR LIMBAH DENGAN PARAMETER BOD5 DAN PH DI PASAR IKAN TRADISIONAL DAN MODERN DI KOTA SEMARANG. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Undip*. Vol. 4, No. 2.
- Pane, F. A. (2019). STUDI PENURUNAN COD DAN FOSFAT PADA AIR LIMBAH LAUNDRY SECARA AEROB TERSUSPENSIFITOREMEDIASI DENGAN TANAMAN KIAMBANG (*Salvinia molesta*). **Skripsi**. PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SUMATERA UTARA. Medan.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013, Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya, diunduh (<https://dlh.jatimprov.go.id/hal-peraturan-perundangan.html>)
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014, Tentang Baku Mutu Air Limbah. Diunduh (<http://menlhk.co.id/simppuh/public/uploads/files/MLH%20P.5.pdf>)



- Pescod, M.B. (1992). Wastewater Treatment and Use in Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper.
- Rahadian, R., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017). EFISIENSI PENURUNAN COD DAN TSS DENGAN FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN KAYU APU (*Pistia stratiotes* L.) Studi Kasus: Limbah Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 6, No. 3.
- Raissa, D.G., & Tangahu, B. V. (2017). Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry Dengan Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*). *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 6, No.2.
- Rahmawati, A., Zaman, & B., Purwono. (2016). KEMAMPUAN TANAMAN KIAMBANG (*Salvinia molesta*) DALAM MENYISIHKAN BOD DAN FOSFAT PADA LIMBAH DOMESTIK (GREY WATER) DENGAN SISTEM FITOREMEDIASI SECARA KONTINYU. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 5, No. 4.
- Rismawati, D., Thohari, I., & Rochmalia, F. (2020). Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) dalam Menurunkan Kadar BOD<sub>5</sub> dan COD Limbah. *Jurnal Penelitian Kesehatan SUARA FORIKES*. Vol.11, No.2.
- River, L., E, Aspe., M, Rockel., & M, Marti. (1998). Evaluation of Clean Technology Processes in The Marine Products Processing Industry. *Journal Chemical Technology Biotechnology*. 73, 217-226.
- Rofifah, K. & Titah, H.S. (2018). Pengolahan Air Limbah Tekstil Menggunakan Tanaman Air dan Bioaugmentasi Bakteri. *Jurnal Purifikasi*, Vol. 18, No.1. Hal 29-38
- Sami, M. (2012). Penyisihan COD, TSS dan pH dalam Air Limbah Domestik Dengan Metode Fixed-Bed Column Up Flow. *Journal of Science and Technology*. Vol.10, No. 21.
- Santoso, Arif. (2018). Keragaan Nilai DO, BOD dan COD di Danau Bekas Tambang Batubara Studi Kasus pada Danau Sangatta North PT. KPC di Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 19. 89.
- Sartika, S., Apriani, I., & Pramadita, S. (2021). EFEKTIVITAS TANAMAN KIAMBANG (*Salvinia molesta*) DAN TANAMAN COONTAIL (*Ceratophyllum demersum*) DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH PENCUCIAN IKAN. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*. Vol. 5, No. 1.
- Saputra, R. A., & Tangahu, B. V. (2020). Studi Literatur Kemampuan Tumbuhan *Salvinia molesta* dan *Salvinia natans* terhadap penyerapan Fe dan Mn pada Pengolahan Air Asam Tambang. *Jurnal Teknik ITS*. Vol 9, No.2.
- Sawyer, C. N., McCarty, P. L., dan Parkin, G. F. (1994). Chemistry for Environmental Engineering. 4th Edition. McGraw-Hill, Inc; Singapore.
- Setiyono., & Satmoko, Y. (2008). Dampak Pencemaran Lingkungan Akibat Limbah Industri Pengolahan Ikan di Muncar. *Indonesian Green Technology Journal*. Vol. 4, No. 1, Hal. 25-28.

- Siregar, R.R.P.P., Mas, A.M., & Mohammad, R. (2016). Perbandingan DED IPAL Anaerobic Filter dengan Upflow Anaerobic Sludge Blanket untuk Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Sedati di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik ITS*. Vol. 05, No. 02.
- Suelee, A.L. (2015). Phytoremediation Potential of Vetiver Grass (*Vetiveria Zizanioides*) For Water Contaminated with Selected Heavy Metal. Project Report for the Degree of Bachelor of Environmental Science and Technology. Universiti Putra Malaysia.
- Subhan, Mohammad. (2018). Analisis Penanganan dan Strategi Pengelolaan Limbah Ikan di Tempat Pelelangan Ikan Tanjung Luar Kecamatan Keruak Kabupaten Lombok Timur. *Journal Ilmiah Rinjani Universitas Gunung Rinjani* Vol. 6 no. 1.
- Sudrajat, S. U. (2004). Analisis dan Pengolahan Pencemaran Lingkungan. Samarinda: Universitas Mulawarman.
- Tanri, N. P. (2011). Uji Toksisitas Oralakut dan Subkronik Produk Pangan BPPT yang In Vitro Meningkatkan Respon Imun Tubuh. Skripsi. Universitas Indonesia
- Tchobanoglous. (1991). Wastewater Engineering: Collection, Treatment, Disposal. New York
- Tusseau, H., Vuilleman., & Helene, T. (2001). Do Food Processing Industries Contribute to The Eutrophication of Aquatic System. *Ecotoxicology and Environmental Safety Journal*. Vol. 50, Hal. 143-152.
- USEPA. (1987). Guidelines for The Culture of Fathead Minnows Pimephales Promelasfor Use in Toxicity Tests, EPA/600/3-87/001. Duluth, Minnesota: USEPA.
- Warasto., Yulisman., & Fitriani, M. (2013). Tepung Kiambang (*Salvinia Molesta*) Terfermentasi Sebagai Bahan Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. Vol. 1, No. 2.
- Windyarti, P., Triarso, I., & Surdiyatmo. (2019). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERMINTAAN IKAN AIR TAWAR DI KABUPATEN SUKOHARJO, JAWA TENGAH. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*. Vol. 8, No. 1.
- Zaenuddin, 2012. Klasifikasi Tanah Dasar Teori bagi Peneliti Tanah dan Pelaksanaan Pertanian di Indonesia. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.



**LAMPIRAN**





## LAMPIRAN A PROSEDUR ANALISIS

### I. Prosedur Analisis BOD

#### A) Peralatan:

1. Oven
2. Labu alas datar 500 ml
3. Alat refluks dan pemanas
4. Centrifuge
5. Pemanas listrik
6. Buret 25 ml atau 50 ml
7. Erlenmeyer 250 ml 1 buah
8. Gelas ukur 100 ml
9. Pipet 10 ml, 5 ml, dan 1 ml
10. Aerator untuk mengaerasi air pengencer
11. Drum atau ember untuk air pengencer
12. Botol winkler 300 ml 2 buah
13. Botol winkler 150 ml 2 buah
14. Inkubator dengan suhu 0°C
15. Labu takar 500 ml 1 buah

#### B) Bahan:

1. Larutan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) 4 N yang bebas organik
2. Larutan asam oksalat 0,1 N
3. Larutan kalium permanganat ( $KMnO_4$ )
4. Larutan buffer fosfat
5. Larutan magnesium sulfat
6. Larutan kalium klorida
7. Larutan feri klorida
8. Bubuk inhibitor nitrifikasi
9. Benih atau inoculum
10. Larutan mangan sulfat
11. Larutan pereaksi oksigen
12. Indikator amilum 0,5%
13. Asam sulfat pekat ( $H_2SO_4$ )
14. Larutan standart natrium tiosulfat 0,0125 N

#### C) Prosedur Analisis Nilai Permanganat

1. Tuangkan air sampel sebanyak 100 ml dengan gelas ukur
2. Tambahkan 2,5 ml asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) 4 N bebas organik
3. Tambahkan beberapa tetes larutan kalium permanganat ( $KMnO_4$ ) 0,01 N hingga terjadi warna merah muda
4. Panaskan hingga mendidih selama 1 menit
5. Tambahkan 10 ml larutan kalium permanganat ( $KMnO_4$ ) 0,01 N
6. Panaskan hingga mendidih selama 10 menit
7. Tambahkan 1 ml larutan asam oksalat 0,1 N dan tunggu sampai air menjadi jernih

8. Titrasi dengan kalium permanganat (KMnO<sub>4</sub>) 0,01 N sampai timbul warna merah muda
9. Hitung Nilai Permanganat dengan menggunakan rumus:

$$KMnO_4(/l) = \frac{1000}{vol\ contoh} [(10 + a) \times N] - (1 \times 0,1) \times 31,6 \times P$$

Dimana:

a = ml titrasi larutan kalium permanganat (KMnO<sub>4</sub>)

N= normalitas larutan kalium permanganat (0,01 N)

P= pengenceran

D) Pembuatan Air Pengencer

1. Tambahkan 1 ml larutan buffer fosfat per liter air
2. Tambahkan 1 ml larutan magnesium sulfat per liter air
3. Tambahkan 1 ml larutan kalium klorida per liter air
4. Tambahkan 1 ml larutan feri klorida per liter air
5. Tambahkan 10 mg bubuk inhibitor
6. Aerasi minimal selama 2 jam
7. Tambahkan 1 ml larutan benih per liter air

E) Prosedur Kerja Analisis BOD:

1. Hitung besarnya pengenceran dengan menggunakan rumus:
2.  $P = \frac{\text{Angka } KMnO_4}{3 \text{ atau } 5}$
3. Siapkan 1 buah labu takar 500 ml dan tuangkan air sampel sesuai dengan perhitungan pengenceran, tambahkan air pengencer sampai batas labu.
4. Siapkan 2 buah botol winkler 300 ml dan 2 buah botol winkler 150 ml.
5. Tuangkan air dalam labu takar ke dalam botol winkler 300 ml dan 150 ml sampai tumpah.
6. Tuangkan air pengencer ke botol winkler 300 ml dan 150 ml sebagai blanko sampai tumpah.
7. Masukkan kedua botol winkler 300 ml ke dalam inkubator 20°C selama 5 hari.
8. Kedua botol winkler 150 ml yang berisi air dianalisis oksigen terlarutnya dengan prosedur sebagai berikut.
  - Tambahkan 1 ml larutan mangan sulfat
  - Tambahkan 1 ml larutan pereaksi oksigen
  - Botol ditutup dengan hati-hati agar tidak ada gelembung udaranya lalu balik-balikkan beberapa kali
  - Biarkan gumpalan mengendap selama 5 – 10 menit
  - Tambahkan 1 ml asam sulfat pekat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), tutup dan balik-balikkan
  - Tuangkan 100 ml larutan ke dalam erlenmeyer 250 ml
  - Titrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,0125 N sampai warna menjadi coklat muda
  - Tambahkan 3 – 4 tetes indikator amilum dan titrasi dengan natrium tiosulfat hingga warna biru hilang
9. Setelah 5 hari, analisis kedua larutan dalam botol winkler 300 ml dengan analisis oksigen terlarut
10. Hitung oksigen terlarut dan BOD dengan menggunakan rumus berikut:



$$\text{Oksigen Terlarut } \left( \frac{mg}{lO_2} \right) = \frac{a \times N \times 8000}{100 \text{ ml}}$$

Dimana:

a = volume titrasi larutan natrium tiosulfat

N = normalitas larutan natrium tiosulfat (0,0125 N)

$$BOD \left( \frac{mg}{l} \right) = \frac{[(X_0 - X_5) - (B_0 - B_5)] \times (1 - P)}{P}$$

$$P = \frac{ml \text{ sampel}}{volume \text{ hasil pengenceran (500 ml)}}$$

Dimana:

X<sub>0</sub> = oksigen terlarut sampel pada t = 0

X<sub>5</sub> = oksigen terlarut sampel pada t = 5

B<sub>0</sub> = oksigen terlarut blanko pada t = 0

B<sub>5</sub> = oksigen terlarut blanko pada t = 5

P = derajat pengenceran

## II. Prosedur Analisis COD

### A) Peralatan:

1. COD reaktor
2. Oven
3. Digestion vessel
4. Labu ukur
5. Erlenmeyer COD
6. Pipet volumetrik
7. Pipet tetes
8. *Beaker glass*
9. Timbangan analitik ketelitian 0,1 mg.
10. *Magnetic stirrer*

### B) Bahan:

1. Aquades
2. Digestion solution (kisaran konsentrasi tinggi)  
 Tambahkan 10,216 gram K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 500 ml aquadest. Tambahkan 167 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan 33,3 gram HgSO<sub>4</sub>. Larutkan, dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan 1000 ml.
3. Larutan pereaksi asam sulfat  
 Larutkan 10,12 gram serbuk atau kristal Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ke dalam 1000 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Aduk hingga larut.  
 Catatan: proses pelarutan Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dalam asam sulfat dibutuhkan waktu pengadukan selama 2 hari, sehingga digunakan magnetic stirrer untuk mempercepat melarutnya pereaksi.
4. Larutan indikator ferroin

Larutkan 1,485 g 1,10- phenanthrolin monohidrat dan 0,695 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dalam air bebas organik dan diencerkan sampai 100 mL, kemudian homogenkan. Larutan indikator ini dapat menggunakan larutan siap pakai.

5. Larutan baku Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0,05 N  
Timbang 19,6 gram  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  kemudian larutkan ke dalam labu ukur 1000 mL yang berisi 300 mL aquades, tambahkan 20 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat sambil didinginkan dan tepatkan sampai tanda tera, kemudian homogenkan

C) Persiapan Sampel Uji

1. Homogenkan sampel
2. Cuci digestion vessel dan tutupnya dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  20% sebelum digunakan

D) Persiapan pengujian

Lakukan standarisasi larutan FAS dengan digestion solution setiap melakukan pengujian dengan cara sebagai berikut:

1. Pipet 0,5 mL digestion solution ke dalam erlenmeyer, tambahkan 10 mL air bebas organik dan dinginkan pada suhu ruang
2. Tambahkan 1-2 tetes indikator ferroin dan titrasi dengan larutan FAS
3. Hitung normalitas larutan dengan rumus berikut,

$$NFAS = (V_k \times N_k) / VFAS$$

Keterangan:

NFAS = normalitas larutan FAS (N)

$V_k$  = volume digestion solution (mL)

$N_k$  = normalitas digestion solution (N)

VFAS = volume larutan FAS (mL)

E) Proses

1. Pipet volume sampel uji atau larutan kerja, tambahkan *digestion solution* dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat yang memadai ke dalam tabung atau ampul, dengan pembagian volume sebagai berikut.

Digestion Vessel	Contoh uji (ml)	Digestion solution (ml)	Larutan pereaksi asam sulfat (ml)	Total volume (ml)
Tabung kultur 16 x 100 mm	2,5 ml	1,5 ml	3,5 ml	7,5 ml
Standar Ampul 10 ml	2,5 ml	1,5 ml	3,5 ml	7,5 ml

2. Tutup tabung dan kocok perlahan secara homogen
3. Letakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150°C, lakukan refluks selama 2 jam
4. Dinginkan contoh uji dan larutan kerja yang sudah di refluks sampai suhu ruang.
5. Pindahkan secara kuantitatif contoh uji ke dalam Erlenmeyer untuk titrasi
6. Tambahkan indikator ferroin 1-2 tetes dan dititrasi dengan larutan baku FAS sampai terjadi perubahan warna yang jelas dari hijau-biru menjadi coklat-kemerahan, catat larutan baku FAS yang digunakan
7. Langkah 1-6 dilakukan juga pada aquades sebagai blanko
8. Lakukan perhitungan dengan rumus:

$$\text{COD (mg O}_2\text{/L)} = [(V_b - V_c) \times \text{NFAS} \times 8000] / V_s$$

Dimana:

$V_b$  = volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk blanko (mL)

$V_c$  = volume larutan FAS yang dibutuhkan untuk contoh uji (mL)

$V_s$  = volume contoh uji (mL)

NFAS = normalitas larutan FAS (N)

8000 adalah berat mili ekivalen oksigen x 1000

### III. Prosedur Analisis TSS (Gravimetri)

#### A) Peralatan:

1. Desikator
2. Oven dengan suhu 103°C - 105°C
3. Timbangan analitik dengan keterbacaan 0,1 mg
4. Pipet volumetrik atau gelas ukur
5. Cawan petri
6. Sistem vakum
7. Pinset

#### B) Bahan:

1. Sampel air
2. Kertas saring dengan ukuran porositas 0,7 – 1,5  $\mu\text{m}$
3. Aquades

#### C) Prosedur Kerja:

1. Lakukan penyaringan dengan peralatan penyaring. Basahi kertas saring dengan sedikit aquades
2. Aduk sampel hingga homogen, kemudian ambil secara kuantitatif dengan volume tertentu dan masukkan ke dalam media penyaring. Nyalakan sistem vakum. Jika proses penyaringan membutuhkan waktu lebih dari 10 menit, maka kurangi volume contoh uji. Volume contoh uji yang diambil harus menghasilkan berat residu kering antara 2,5 mg sampai 200 mg.
3. Bilas kertas saring 3 kali dengan masing-masing 10 ml air bebas mineral, lanjutkan penyaringan dengan sistem vakum hingga tiris. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
4. Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring ke media penimbang (cawan petri). Jika menggunakan cawan Gooch, pindahkan cawan dari rangkaian alatnya. Gunakan penjepit (pinset) untuk memindahkan media penyaring dari peralatan.
5. Keringkan media penimbang atau cawan Gooch yang berisi kertas saring dalam oven minimal selama 1 jam pada kisaran suhu 103 °C sampai dengan 105 °C, dinginkan dalam desikator, dan timbang. Selama pengerjaan pengeringan, oven tidak boleh dibuka tutup.
6. Ulangi langkah (5) sampai diperoleh berat (W) tetap.
7. Hitung TSS sampel dengan rumus berikut:

$$TSS \left( \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = \frac{(W_1 - W_0)}{V}$$

Dimana:

$W_0$  = berat awal (mg)

$W_1$  = berat akhir (mg)

V = volume sampel (L)

#### **IV. Prosedur Analisis Suhu**

A) Peralatan: Thermometer

B) Prosedur Kerja Analisis:

1. Masukkan Thermometer ke bagian tengah reaktor *Fitotreatment*.
2. Diamkan beberapa saat hingga alat menunjukkan suhu yang stabil.
3. Catat suhu yang ditunjukkan oleh Thermometer.

#### **V. Prosedur Analisis Derajat Keasaman (pH)**

A) Peralatan: pH meter

B) Prosedur Kerja Analisis:

1. Masukkan pH meter ke bagian tengah reaktor *Fitotreatment*.
2. Diamkan beberapa saat hingga alat menunjukkan pH yang stabil.
3. Catat nilai pH yang ditunjukkan oleh pH meter.

**LAMPIRAN B**  
**HASIL UJI ANALISIS**

Tabel LB 1. Hasil pengukuran Panjang akar, jumlah daun, dan lebar daun untuk Tumbuhan *Pistia stratiotes* saat tahap propagasi

Hari ke	Lebar daun	Panjang akar	Jumlah Daun
0	3,9	23,7	14
3	4,0	23,9	14
6	4,1	24,1	15
9	4,2	24,4	15
12	4,2	24,6	15
15	4,3	24,8	15,5
18	4,3	25,0	16
21	4,3	25,3	16,5
24	4,3	25,5	18
27	4,3	25,6	18
30	4,4	25,7	18

Tabel LB 2. Hasil pengukuran Panjang akar, jumlah daun, dan lebar daun untuk Tumbuhan *Salvinia molesta* saat tahap propagasi.

Hari Ke	Lebar Daun	Panjang Akar	Jumlah Daun
0	1,3	4,8	10
3	1,4	4,8	11
6	1,5	4,8	13
9	1,6	5,0	15
12	1,6	5,1	15
15	1,6	5,2	17
18	1,6	5,4	19
21	1,7	5,5	21
24	1,8	5,6	22
27	1,8	5,7	23
30	1,8	5,7	24

Tabel LB 3. Hasil pengukuran jumlah daun untuk Tumbuhan *Pistia stratiotes* saat tahap *Fitotreatment*.

Hari	PS0	PS1	PS2
1	5	6	6
2	5	6	6
3	5	6	6

Hari	PS0	PS1	PS2
4	5	6	6
5	5	6	6
6	6	6	7
7	6	6	7
8	6	7	7
9	7	7	7
10	7	7	7
11	7	7	7
12	7	7	7
13	7	7	8
14	8	8	8

Tabel LB 4. Hasil pengukuran lebar daun untuk Tumbuhan *Pistia stratiotes* saat tahap *Fitotreatment*.

Hari	PS0	PS1	PS2
1	3,7	3,8	4
2	3,8	3,8	4
3	3,8	3,9	4
4	3,9	3,9	4,1
5	3,9	3,9	4,1
6	4	3,9	4,1
7	4	3,9	4,1
8	4	4	4,1
9	4,1	4	4,2
10	4,1	4,1	4,2
11	4,2	4,1	4,2
12	4,2	4,1	4,3
13	4,2	4,2	4,3
14	4,3	4,2	4,3

Tabel LB 5. Hasil pengukuran jumlah daun untuk Tumbuhan *Salvinia molesta* saat tahap *Fitotreatment*.

Hari	SM0	SM1	SM2
1	8	10	8
2	8	10	8
3	8	10	10
4	10	10	10
5	10	12	10



Hari	PS0	PS1	PS2
6	10	12	10
7	12	12	10
8	12	14	12
9	12	14	12
10	14	14	12
11	14	14	14
12	14	16	14
13	16	16	14
14	16	16	14

Tabel LB 6. Hasil pengukuran lebar daun untuk Tumbuhan *Salvinia molesta* saat tahap *Fitotreatment*.

Hari	SM0	SM1	SM2
1	1,3	1,2	1,4
2	1,3	1,2	1,4
3	1,3	1,2	1,4
4	1,3	1,2	1,5
5	1,4	1,2	1,5
6	1,4	1,3	1,5
7	1,4	1,3	1,5
8	1,4	1,3	1,5
9	1,4	1,3	1,5
10	1,5	1,3	1,5
11	1,5	1,4	1,6
12	1,5	1,4	1,6
13	1,5	1,4	1,6
14	1,6	1,4	1,6

Tabel LB 7. Hasil pengukuran pH untuk reaktor kontrol Air Limbah.

Hari Ke	PGI	PGR
0	7,4	7,3
1	7,6	7,5
2	7,5	7,7
3	7,6	7,5
4	7,7	7,5
5	7,4	7,4
6	7,5	7,5
7	7,4	7,5

Hari Ke	PGI	PGR
8	7,3	7,5
9	7,3	7,4
10	7,3	7,3
11	7,2	7,3
12	7,1	7,2
13	7,1	7,3
14	7,1	7,2

Tabel LB 8. Hasil pengukuran pH untuk reaktor *Pistia stratiotes*.

Hari Ke	PS0	PS1	PS2
0	7,2	6,8	7,1
1	7,3	6,8	7,2
2	7,2	7	7
3	7,2	7,1	7
4	7,3	7,1	7
5	7,2	7	7,2
6	7,3	7	7,2
7	7,3	7	7,1
8	7,3	7,1	7,1
9	7,2	7	7,2
10	7,4	7	7,2
11	7,3	6,9	7,1
12	7,3	6,9	7
13	7,2	6,9	7,1
14	7,1	7	7,2

Tabel LB 8. Hasil pengukuran pH untuk reaktor *Salvinia molesta*

Hari Ke	SM0	SM1	SM2
0	6,9	6,9	6,8
1	6,9	7	6,9
2	6,9	6,9	6,9
3	6,9	6,9	6,9
4	6,8	7	7,1
5	6,8	7,1	7
6	6,9	7,1	7,1
7	7,1	7	7,1
8	7	7,1	7

Hari Ke	SM0	SM1	SM2
9	7,1	7,2	7,2
10	7	7,1	7,2
11	7	7,2	7,2
12	7,1	7	7
13	7,1	7,1	7,1
14	7,1	7,2	7,1

Tabel LB 9. Hasil pengukuran Suhu untuk reaktor Kontrol Air Limbah.

Hari Ke	PGI	PGR
0	30	31
1	30	30
2	29	30
3	29	30
4	28	29
5	27	29
6	28	29
7	27	30
8	27	29
9	28	28
10	28	27
11	28	28
12	29	28
13	29	29
14	28	29

Tabel LB 10. Hasil pengukuran Suhu untuk reaktor *Pistia stratiotes*.

Hari Ke	PS0	PS1	PS2
0	29	29	28
1	28	29	29
2	27	29	30
3	28	30	29
4	27	30	29
5	27	30	30
6	28	30	30
7	27	29	30
8	29	29	29
9	30	28	29
10	30	29	29

Hari Ke	PS0	PS1	PS2
11	29	28	28
12	28	28	28
13	28	28	27
14	27	28	28

Tabel LB 11. Hasil pengukuran Suhu untuk reaktor *Salvinia molesta*.

Hari Ke	SM0	SM1	SM2
0	27	28	27
1	28	27	28
2	28	27	27
3	29	27	27
4	29	28	28
5	28	28	28
6	28	29	28
7	29	29	29
8	28	28	29
9	29	29	29
10	29	28	29
11	29	28	29
12	28	29	28
13	28	28	28
14	29	28	27

Tabel LB 12. Hasil analisis BOD untuk reaktor *Fitotreatment*

Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
PGI	292	253	232
PGR	310	281	215
PS0	6,1	4,7	4,3
PS1	116,8	31	18
PS2	62	6,1	4,7
SM0	6,1	5,9	5,5
SM1	29,2	8	4,9
SM2	31	9,2	5,7

Tabel LB 13. Hasil analisis COD untuk reaktor *Fitotreatment*

Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
PGI	746,6	693	640
PGR	853,3	800	746,6
PS0	21,3	16	13,3
PS1	298,6	85	58
PS2	170,6	32	26,6
SM0	21,3	16	16
SM1	74,6	21,3	16
SM2	85,3	26,6	21,3

Tabel LB 14. Rasio BOD/COD untuk reaktor *Fitotreatment*

Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
PGI	0,39	0,37	0,36
PGR	0,36	0,35	0,29
PS0	0,29	0,29	0,32
PS1	0,39	0,36	0,31
PS2	0,36	0,19	0,18
SM0	0,29	0,37	0,34
SM1	0,39	0,38	0,31
SM2	0,36	0,35	0,27

Tabel LB 15. Hasil analisis TSS untuk reaktor *Fitotreatment*

Reaktor	Hari Ke		
	0	7	14
PGI	440	272	112
PGR	590	318	290
PS0	5	2	0,33
PS1	118	67	36
PS2	176	92	76
SM0	5	2,7	1,2
SM1	59	34,8	6
SM2	44	32	4

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**





## **BIOGRAFI PENULIS**





## BIOGRAFI PENULIS



**Muhammad Zidane Ardiansyah Putra** adalah nama lengkap dari penulis Tugas akhir ini. Penulis dilahirkan di Kabupaten Gresik pada tanggal 27 Juli 2000. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SD Semen Gresik , melanjutkan ke SMP Negeri 1 Gresik, dan SMA Negeri 1 Gresik, dan sekarang menempuh masa kuliah di S1 Departemen Teknik Lingkungan terdaftar dengan NRP 0321184000044 Fakultas Teknik Sipil Perencanaan dan Kebumihan (FTSPK) Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Penulis juga aktif di dunia organisasi dan olahraga semasakuliah. Dalam organisasi lingkup mahasiswa penulis pernah menjadi staff Sosial Masyarakat, dan Kepala Bidang Pengabdian Masyarakat Departemen Sosial Masyarakat Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL). Penulis juga aktif mengikuti berbagai lomba di bidang olahraga. Salah satunya di bidang Futsal. Berbagai pelatihan pernah ditempuh sebagai bentuk pengembangan diri sebagai mahasiswa. Penulis pernah melakukan Kerja Praktik dengan topik K3 di PT. PLN Unit Induk Distribusi Jawa Timur Biro K3L. Penulis dapat dihubungi via email [zidane arsenal09@gmail.com](mailto:zidane arsenal09@gmail.com).

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**





PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN - ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02  
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 4 Juli 2022

Nilai TOEFL 460

Pukul : 13.30 - 14.45

Lokasi : TL-105

Judul : FITOTREATMENT SEBAGAI POLISHING TREATMENT AIR LIMBAH SEKTOR PERIKANAN  
DI PASAR TRADISIONAL DENGAN MENGGUNAKAN *Salvinia molesta* DAN *Pistia stratiotes*

Nama : Muhammad Zidane Ardiansyah Putra

Tanda Tangan

NRP. : 0321184000044

Topik : Penelitian

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
-	Gambar 4.20 - <del>4.25</del> → tidak ada keterangan absis & ornamental 4.30
-	sumber online harus dituliskan url nya → tidak boleh hanya dituliskan 'wikipedia'
-	Sumber pustaka yg ditulis adalah sumber asli bukan sumber pustaka dan pustaka lain
-	pedagogis pemukiman silakan dilihat & catatan di dlm buku drayt TA.

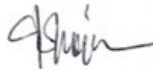
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D.

(  )



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN - ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 4 Juli 2022  
Pukul : 13.30 - 14.45  
Lokasi : TL-105  
Judul : FITOTREATMENT SEBAGAI POLISHING TREATMENT AIR LIMBAH SEKTOR PERIKANAN DI PASAR TRADISIONAL DENGAN MENGGUNAKAN *Salvinia molesta* DAN *Pistia stratiotes*  
Nama : Muhammad Zidane Ardiansyah Putra  
NRP. : 0321184000044  
Topik : Penelitian

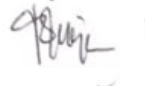
No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Jelaskan mekanisme yg terjadi dari penyisihan <i>salvinia</i> dan <i>pistia</i>
2.	Walaupun secara statistik tidak berbeda, tapi penelitian menunjukkan perbedaan, jelaskan faktor yang mempengaruhi atau tidak
3.	Aplikasi <i>Cebich</i> baik mana? Harvesting bagaimana
4.	Efektif pH bagaimana?
5.	Rasio BOD/COD dijelaskan.

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji IDAA Warmadewanthi, ST., MT., PhD.

(  )

Dosen Pembimbing Bieby Vojant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D.

(  )





PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN - ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 4 Juli 2022  
Pukul : 13.30 - 14.45  
Lokasi : TL-105  
Judul : FITOTREATMENT SEBAGAI POLISHING TREATMENT AIR LIMBAH SEKTOR PERIKANAN DI PASAR TRADISIONAL DENGAN MENGGUNAKAN *Salvinia molesta* DAN *Pistia stratiotes*  
Nama : Muhammad Zidane Ardiansyah Putra  
NRP. : 0321184000044  
Topik : Penelitian

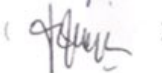
No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
I.	Penulisan → lihat di buku Laporan TA
2.	Grafik diperbaiki.

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Harmin Sulistyaning Titah, ST., MT., PhD.

(  )

Dosen Pembimbing Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D.

(  )



PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIHAN - ITS  
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111. Telp: 031-5948886, Fax: 031-5928387

UTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Senin, 4 Juli 2022  
Pukul : 13.30 - 14.45  
Lokasi : TL-105  
Judul : FITOTREATMENT SEBAGAI POLISHING TREATMENT AIR LIMBAH SEKTOR PERIKANAN DI PASAR TRADISIONAL DENGAN MENGGUNAKAN *Salvinia molesta* DAN *Pistia stratiotes*  
Nama : Muhammad Zidane Ardiansyah Putra  
NRP. : 0321184000044  
Topik : Penelitian

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
①	Penulisan : - salah kehi - 'gbr' → 'G' taba → 't'
②	beri penjelasan tentang buku mutu yg digunakan → pembekuan ikan g apa .

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.  
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Ipung Fitri Purwanti, ST., MT., PhD. (  )

Dosen Pembimbing Bieby Voijant Tangahu, S.T., M.T., Ph.D. (  )