

**EFEKTIVITAS TANAMAN MANSIANG (*Scirpus grossus*) DALAM  
PENGOLAHAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT DENGAN  
SISTEM HIDROPONIK RAKIT APUNG**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan oleh :**

**ADINDA SALSABILA NAVIS  
NIM. 180702029  
Mahasiswa Fakultas Sains Dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2022 M / 1444 H**

## LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

### EFEKTIVITAS TANAMAN MANSIANG (*Scripus grossus*) DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT DENGAN SISTEM HIDROPONIK RAKIT APUNG

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:  
**ADINDA SALSABILA NAVIS**  
NIM. 180702029  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
Ilham Zulfahmi, S.Kel., M.Si  
NIDN. 1316078801

  
Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc  
NIDN. 2009118301

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan

  
Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc  
NIDN. 2009118301

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

### EFEKTIVITAS TANAMAN MANSIANG (*Scripus grossus*) DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT DENGAN SISTEM HIDROPONIK RAKIT APUNG

#### TUGAS AKHIR

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

Pada Hari/Tanggal: Selasa, 3 Januari 2023  
10 Jumadil Akhir 1444  
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Sekretaris,

  
Ilham Zulfahmi, S.Kel., M.Si  
NIDN. 1316078801

  
Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc  
NIDN. 2009118301

Penguji I,

Penguji II,

  
Prof. Dr. Ir. Subendrayatna, M.Eng  
NIDN. 0001016704

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

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

  
Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU  
NIDN. 0002106203

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Adinda Salsabila Navis  
NIM : 180702029  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
Judul Skripsi : Efektivitas Tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) Dalam Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit Dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

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

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

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

Banda Aceh, 3 April 2023  
ng menyatakan



Adinda Salsabila Navis  
NIM.180702029

## ABSTRAK

Nama : Adinda Salsabila Navis  
NIM : 180702029  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Efektivitas Tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) Dalam Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit Dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung  
Tanggal Sidang : 3 Januari 2023  
Tebal Tugas Akhir : 79 hal  
Pembimbing I : Ilham Zulfahmi, S.Kel., M.Si  
Pembimbing II : Husnawati Yahya, M.Sc  
Kata Kunci : Limbah cair domestik, fitoremediasi, *Scirpus grossus*

Limbah kelapa sawit merupakan suatu sisa dari hasil tanaman kelapa sawit yang tidak digunakan dalam produk utama atau hasil yang terbawa pada proses pengolahan kelapa sawit yang akan menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah yang dihasilkan oleh kelapa sawit memiliki ciri yang khas dengan bau yang menyengat dan warna yang pekat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas tanaman *Scirpus grossus* dalam menurunkan kadar pencemar pada limbah cair kelapa sawit dengan sistem hidroponik rakit apung. Perlakuan terdiri kontrol dan 2 varian yaitu rangkaian hidroponik 12 tanaman dan 18 tanaman dan dua kali ulangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa jumlah tanaman dan lama waktu tinggal berpengaruh terhadap penurunan kadar pencemar pada limbah cair kelapa sawit. Penurunan kadar pencemar yang paling efektif terjadi pada hari 15 dengan jumlah tanaman 16 tanaman dengan persentase TSS sebesar 52,61%, COD sebesar 40,30% dan nilai pH sebesar 9,2. Hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa efektivitas penurunan kadar pencemar ditentukan oleh jumlah tanaman dan waktu remediasi semakin sedikit jumlah tanaman dan waktu remediasi maka semakin efektif dalam penurunan COD dan TSS. Hal ini kemungkinan disebabkan karena banyak mikroorganisme pemecah sehingga bahan organik tidak sebanding dengan ketersediaan oksigen di dalam limbah, sehingga menyebabkan mikroorganisme tidak mampu memecahkan bahan organik dengan efektif.



## **ABSTRACT**

*Name* : Adinda Salsabila Navis  
*Student ID Number* : 180702029  
*Department* : Environmental Engineering  
*Title* : *Effectiveness Of Mansiang Plant (Scirpus grossus) In Treatment Of Domestic Wastewater With Flying Hydraulic System*  
*Examination Date* : January 3, 2023  
*Number of Page* : 79 pages  
*Supervisor I* : Ilham Zulfahmi, S.Kel., M.Si  
*Supervisor II* : Husnawati Yahya, M.Sc  
*Keyword* : Palm oil mill effluent, phytoremediation, Scirpus grossus

*Oil palm waste is a residue from the oil palm plant that is not used in the main product or results carried over to the palm oil processing which will produce solid waste and liquid waste. The waste produced by palm oil has a distinctive characteristic with a pungent odor and intense color. This study aims to determine the effectiveness of the Scirpus grossus plant in reducing pollutant levels in palm oil wastewater using a floating raft hydroponic system. The treatment consisted of Kontrol and 2 variants, namely a hydroponic series of 12 plants and 18 plants and two replications. The results of the analysis show that the number of plants and the length of residence have an effect on reducing pollutant levels in palm oil wastewater. The most effective reduction in pollutant levels occurred on day 15 with a total of 16 plants with a TSS percentage of 40,67%, COD of 39,62% and a pH value of 9,2. The measurement results also show that the effectiveness of reducing pollutant levels is determined by the number of plants and remediation time. The fewer the number of plants and the time of remediation, the more effective it is in reducing COD and TSS. This is probably due to the large number of decomposing microorganisms so that the organic matter is not proportional to the availability of oxygen in the waste, causing the microorganisms to be unable to break down the organic matter effectively.*

## KATA PENGANTAR



Segala puji hanya milik Allah Swt yang telah melimpahkan segala rahmat dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Efektivitas Tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) Dalam Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit Dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung”**. Shalawat dan salam selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad saw, sahabat serta keluarga beliau yang telah berjuang bersama yang telah menerangi seluruh alam dengan segala cahaya ilmunya.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda Muchtar SA dan Saadah Saad yang telah memberikan kasih sayang, dukungan dan semangat baik itu secara emosional tau material. Adapun dalam menulis Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir M. Dirhamsyah, M.T., IPU. selaku Dekan Fakultas Sains dan teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, dan selaku Pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan tenaganya untuk membimbing saya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan teknologi, UIN Ar-raniry Banda Aceh.
4. Bapak Ilham Zulfahmi, S.Kel., M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah berkenan untuk mengarahkan dan membimbing penulis serta memberikan

ilmu, saran dan solusi pada setiap permasalahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.

5. Teruntuk pemilik NIM 180702006, 180702027 dan 180702028 terima kasih sudah memberikan tenaga, motivasi dan semangat untuk penulisan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan tercinta Teknik Lingkungan yang telah membantu dan menyemangati selama proses penyelesaian Tugas Akhir.

Akhirnya penulis mengucapkan banyak terima kasih, semoga segala bantuan dan dukungan dari semua pihak yang membantu mendapat balasan dari Allah Swt. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis menghargakan saran dan kritik untuk perbaikan Tugas Akhir ini di masa depan.

Banda Aceh, 20 Desember 2022

Penulis,

Adinda Salsabila Navis  
NIM. 180702029



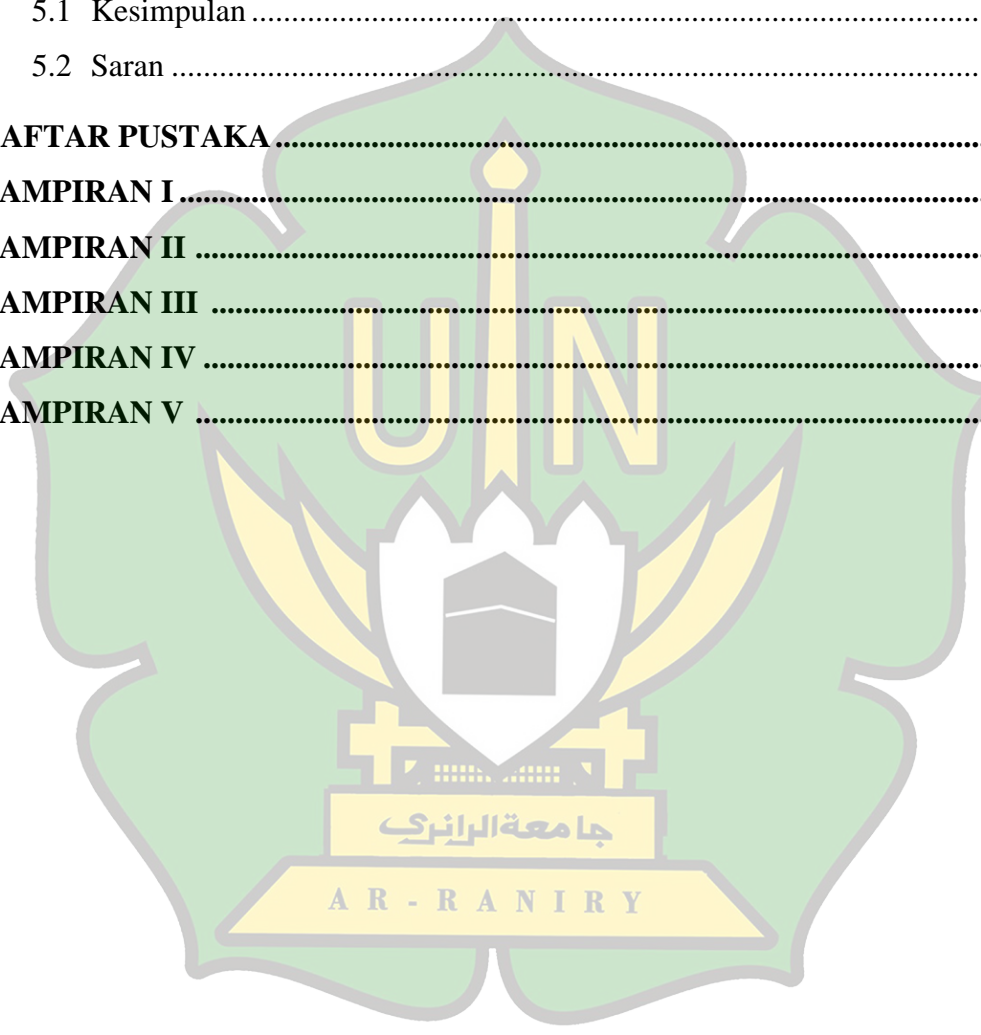


## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBARAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	3
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batas Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tumbuhan Mansiang.....	5
2.2 Fitoremediasi.....	6
2.3 Sistem Hidroponik.....	8
2.3.1 Pengertian Sistem Hidroponik.....	8
2.3.2 Kelebihan dan Kekurangan Sistem Hidroponik.....	9
2.3.3 Jenis Metode Hidroponik.....	9
2.4 Sistem Hidroponik Rakit Apung.....	10
2.5 Limbah.....	11
2.5.1 Pengertian Limbah.....	11
2.5.2 Karakteristik Limbah.....	11
2.6 Limbah Cair Kelapa Sawit.....	13
2.6.1 Pengertian Limbah Cair Kelapa Sawit.....	13

2.6.2 Sumber Limbah Cair Kelapa Sawit.....	14
2.6.3 Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit .....	15
2.6.4 Dampak Limbah Cair Kelapa Sawit .....	16
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>18</b>
3.1 Tahapan dan Alur Penelitian.....	18
3.2 Lokasi Pengambilan dan Pengukuran Sampel .....	20
3.2.1 Lokasi Pengambilan Sampel.....	20
3.2.2 Lokasi Pengukuran Sampel.....	23
3.3 Alat dan Bahan.....	23
3.4 Tahapan Persiapan Penelitian .....	30
3.4.1 Persiapan Rangkaian Hidroponik Rakit Apung .....	30
3.5 Pengukuran Parameter .....	31
3.5.1 Pengukuran COD .....	31
3.5.2 Pengukuran pH.....	31
3.5.3 Pengukuran TSS.....	32
3.6 Analisis Data.....	32
3.6.1 Perhitungan Persentasi Penurunan Parameter.....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>34</b>
4.1 Aklimatisasi Tanamans Mansiang ( <i>Scirpus grossus</i> ) .....	34
4.2 Uji Fitoremediasi Tanaman Mansiang ( <i>Scirpus grossus</i> ) .....	34
4.3 Uji Karakteristik Limbah .....	35
4.4 Pengaruh Jumlah Tanaman Mansiang ( <i>Scirpus grossus</i> ) Terhadap Penurunan Parameter pH, TSS dan COD.....	37
4.4.1 Konsentrasi pH.....	37
4.4.2 TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....	38
4.4.3 COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	41
4.5 Pengaruh Lamanya Waktu Remediasi Tanaman Mansiang ( <i>Scirpus grossus</i> ) Terhadap Penurunan Parameter pH, TSS dan COD .....	43
4.5.1 Konsentrasi pH.....	44

4.5.2 TSS ( <i>Total Suspended Solid</i> ) .....	45
4.5.3 COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	47
4.6 Efektivitas Tanaman Mansiang ( <i>Scirpus grossus</i> ) Terhadap Penurunan Parameter pH, TSS dan COD.....	48
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>54</b>
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran .....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>55</b>
<b>LAMPIRAN I</b> .....	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN II</b> .....	<b>63</b>
<b>LAMPIRAN III</b> .....	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN IV</b> .....	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN V</b> .....	<b>68</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Standar Baku Mutu Limbah Cair Kelapa Sawit.....	16
<b>Tabel 3.1</b> Hasil Uji Pendahuluan Sampel Air Limbah Dosmetik .....	20
<b>Tabel 3.2</b> Bahan yang digunakan dalam Proses Penelitian .....	23
<b>Tabel 3.3</b> Bahan yang digunakan dalam Pengujian Sampel .....	24
<b>Tabel 4.1</b> Uji Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit .....	36
<b>Tabel 4.2</b> Grafik Perubahan Nilai Parameter pH.....	37
<b>Tabel 4.3</b> Konsentrasi pH setelah Perlakuan.....	38
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Analisis Penurunan TSS Pada Limbah Cair Kelapa Sawit .....	39
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Analisis Penurunan COD Pada Limbah Cair Kelapa Sawit .....	41
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Analisis Pengaruh Waktu Remediasi oleh Tanaman Mansiang .....	44
<b>Tabel 4.7</b> Efektivitas Tanaman Mansiang dalam Menurunkan Parameter Limbah ..	49



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Morfologi Tanaman Mansiang .....	5
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alur Penelitian .....	18
<b>Gambar 3.2</b> Peta Lokasi Sampling Limbah Cair Kelapa Sawit .....	21
<b>Gambar 3.3</b> Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel .....	21
<b>Gambar 3.4</b> Pengambilan Sampel Limbah Domestik .....	22
<b>Gambar 3.5</b> Sampel Limbah Cair Kelapa Sawit.....	22
<b>Gambar 3.6</b> Skema Hidroponik Rakit Apung Tampak Depan.....	28
<b>Gambar 3.7</b> Skema Hidroponik Rakit Apung Tampak Atas .....	28
<b>Gambar 4.1</b> Aklimatisasi Tanaman Mansiang ( <i>Scirpus grossus</i> ) .....	34
<b>Gambar 4.2</b> Waktu remediasi tanaman Mansiang ( <i>Scirpus grossus</i> ) (a) Waktu remediasi 5 hari (b) Waktu remediasi 10 hari (c) Waktu remediasi 15 hari.....	35
<b>Gambar 4.3</b> Persentase Laju Degradasi Parameter TSS oleh Jumlah Tanaman Mansiang .....	42
<b>Gambar 4.4</b> Persentase Laju Degradasi Parameter COD oleh Jumlah Tanaman Mansiang .....	43
<b>Gambar 4.5</b> Pengaruh Laju Degradasi Parameter TSS terhadap Waktu Remediasi	46
<b>Gambar 4.6</b> Pengaruh Laju Degradasi Parameter COD terhadap Waktu Remediasi .....	47
<b>Gambar 4.7</b> Perubahan Nilai Konsentrasi pH .....	50
<b>Gambar 4.8</b> Hasil Penurunan Kadar TSS .....	51
<b>Gambar 4.9</b> Hasil Penurunan Kasar COD .....	52



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memproduksi minyak kelapa sawit paling besar di dunia (Kandi, 2019). Hal ini dikarenakan minyak kelapa sawit adalah suatu sumber biomassa terbesar di Indonesia. Indonesia mempunyai 11 juta hektar (Ha) perkebunan kelapa sawit dan tercatat pada tahun 2015 sebanyak 31 juta ton minyak kelapa sawit mentah dihasilkan (Harahap *et al.*, 2018). Produksi minyak sawit merupakan industri yang menghasilkan limbah cair dalam jumlah banyak untuk sekali produksi, dimana 1 ton minyak sawit menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar, yakni 2,5 ton limbah cair kelapa sawit. Berjalan dengan berkembangnya industri kelapa sawit, oleh sebab itu akan semakin banyak limbah yang dihasilkan dalam peprosesannya (Purwanti *et al.*, 2014).

Limbah kelapa sawit merupakan suatu sisa dari hasil tanaman kelapa sawit yang tidak digunakan dalam produk utama atau hasil yang terbawa pada proses pengolahan kelapa sawit yang akan menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah yang dihasilkan oleh kelapa sawit memiliki ciri yang khas dengan bau yang menyengat dan warna yang pekat (Mirnandaulia *et al.*, 2018). Limbah kelapa sawit yang dihasilkan berdampak negatif terhadap lingkungan. Limbah industri ini berpotensi dapat menimbulkan pencemaran terutama pada badan air. Diketahui, limbah kelapa sawit memiliki kandungan unsur kimia dan biologi yang tinggi seperti BOD (*Biological Oxygen Demand*) sebanyak 25.500 mg/L, COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebanyak 48.000 mg/L, TSS (*Total Suspended Solid*) sebanyak 31.170 mg/L, N (Nitrogen) sebanyak 41 mg/L, pH (Tingkat keasaman) 4.0 dan minyak dan lemak sebanyak 3.075 mg/L (Zulfahmi *et al.*, 2017).

Dampak negatif yang ditimbulkan jika limbah cair kelapa sawit dibuang ke lingkungan sebelum dilakukannya pengolahan lebih lanjut yaitu dapat mengganggu transparansi air, akan menghambat terjadinya proses fotosintesis, terjadinya tumor maupun kematian terhadap organisme akuatik, keracunan, terjadinya iritasi dan tidak

menutup kemungkinan terjadinya kanker pada manusia (Andika *et al.*, 2020). Oleh sebab itu, dibutuhkannya pengolahan limbah cair kelapa sawit agar dampak negatif terhadap lingkungan dapat dihindari. Menurut Warsito *et al.*, (2016) pemanfaatan yang dapat dilakukan untuk mengatasi penumpukan limbah padat yang dihasilkan dari industri kelapa sawit yaitu menjadi bahan baku pupuk organik yang memiliki nilai guna yang tinggi. Semua limbah yang berasal dari industri kelapa sawit seperti cangkang kelapa sawit dapat dijadikan briket arang sebagai bahan bakar alternatif, limbah padat yang dihasilkan dapat menjadi pupuk organik yang memiliki nilai guna tinggi dan limbah cair dapat menjadi biogas, biodiesel, pupuk cair dan media pertumbuhan tanaman (Daniel *et al.*, 2017; Ibrahim *et al.*, 2018; Arita *et al.*, 2020)

Teknologi fitoremediasi merupakan suatu teknologi yang menjadikan tanaman (vegetasi) sebagai peran utama untuk menghilangkan dan memperbaiki kerusakan tanah, kolam, *sludge*, sungai dari suatu kontaminan (Purwanti *et al.*, 2014). Jenis tanaman yang digunakan juga beragam dalam melakukan pengolahan limbah yang bersimbiosis dengan bakteri, jamur dan organisme lainnya. Pada sistem fitoremediasi ini proses pengolahan limbah organik dapat dilakukan dengan cara yang sederhana yaitu dengan menggunakan bahan pencemar didegradasi dengan jamur, bakteri dan organisme lainnya (Elystia *et al.*, 2014). Hasil penelitian kandi, (2019) mengungkapkan bahwa fitoremediasi limbah cair kelapa sawit dengan menggunakan tumbuhan *Ipomoea aquatica forsk* efektif menurunkan kandungan COD sebanyak 86,3%, fosfat sebanyak 91,0% dan nitrat sebanyak 21,5%.

Salah satu metode yang dapat digunakan pada fitoremediasi yakni metode hidroponik. Pada fitoremediasi metode hidroponik ialah suatu metode dimana air limbah yang digunakan akan menjadi media pertumbuhan suatu tanaman (Rangian, 2017). Metode hidroponik merupakan metode yang tidak memerlukan lahan atau tempat yang luas dan dapat membuat tanaman terlindungi dari serangan hama dan penyakit relatif kecil (Siregar *et al.*, 2017). Metode hidroponik rakit apung (*water culture*) yakni suatu barisan tanaman yang akan mengapung di dalam suatu bak yang berisikan larutan hara. Akar tanaman akan terus mendapatkan nutrisi dari larutan hara

dan untuk menjaga kadar oksigen dalam larutan, akan diletakkan *aerator* yang berfungsi menghasilkan gelembung udara didalam bak penampung (Purbajanti *et al.*, 2017; Adinata, 2020).

Mansiang (*Scirpus grossus*) adalah salah satu tanaman yang dapat digunakan dalam fitoremediasi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sari (2013), tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) mampu menurunkan zat kontaminan pada limbah cair rumah tangga yaitu menurunkan kadar TSS sebanyak 83,04%, pH sebanyak 13,12%, BOD sebanyak 58,23%, nitrit sebanyak 48,32% dan sulfat sebanyak 11,76%. Sejauh ini, informasi yang berkaitan dengan kemampuan Mansiang (*Scirpus grossus*) untuk pengolahan limbah cair kelapa sawit dengan sistem hidroponik rakit apung masih belum terungkap. Pada saat ini, dibutuhkannya suatu penelitian mengenai efektivitas tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) dalam pengolahan limbah cair kelapa sawit dengan sistem hidroponik rakit apung sehingga didapatkannya gambaran yang berkaitan dengan efesiensi dan kemampuan Mansiang (*Scirpus grossus*) dalam mengurangi zat kontaminan limbah cair kelapa sawit sehingga dapat mengurangi dampak suatu pencemaran pada lingkungan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dari masalah di atas, sehingga dapat dirumuskan tiga rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jumlah tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) dalam menurunkan kadar COD, TSS, dan pH dengan sistem hidroponik rakit apung?
2. Bagaimana pengaruh lamanya waktu tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) dalam menurunkan kadar COD, TSS, dan pH dengan sistem hidroponik rakit apung?
3. Bagaimana efektivitas tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) dalam menurunkan kadar COD, TSS, dan pH dengan sistem hidroponik rakit apung?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, sehingga diperoleh tiga tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh jumlah tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) dalam menurunkan kadar COD, TSS, dan pH dengan sistem hidroponik rakit apung.
2. Untuk mengetahui pengaruh lamanya waktu tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) dalam menurunkan kadar COD, TSS, dan pH dengan sistem hidroponik rakit apung.
3. Untuk mengetahui efektivitas tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) dalam menurunkan kadar COD, TSS, dan pH dengan sistem hidroponik rakit apung.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Dengan mengetahui tujuan dari penelitian ini, sehingga manfaat yang didapatkan dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Menjadi acuan untuk melakukan penelitian sejenis terkait pemanfaatan limbah industri kelapa sawit.
2. Pemanfaatan agen fitoremediasi limbah cair kelapa sawit menggunakan tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) sebagai produk yang memiliki Kandii lainnya.

### 1.5 Batas Penelitian

Reduksi kadar COD, TSS, dan pH dipengaruhi oleh banyak faktor seperti suhu, debit dan intensitas cahaya. Akan tetapi, Penelitian ini diansumsikan bahwa faktor tersebut tidak dipengaruhi terhadap proses reduksi limbah cair kelapa sawit. Penelitian hanya berfokus pada uji COD, TSS, dan pH yang merupakan parameter kunci pada kualitas suatu air limbah sebelum dan sesudah diperlakukan dengan rangkaian hidroponik rakit apung, dengan waktu tinggal tanaman dan jumlah tanaman yang akan digunakan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tumbuhan Mansiang (*Scirpus grossus*)

Tumbuhan mansiang (*Scirpus grossus*) tergolong dalam *Cyperaceae* yang lebih populer dengan sebutan yang lain yaitu basiang, wlingian, mansiro daun dan walingi. Jenis akar yang dimiliki yaitu rimpang, memiliki habitat asli di daerah *wetland* yang tergenang air tawar yakni seperti danau dan sawah, dapat tumbuh pada dataran rendah ataupun daratan yang memiliki ketinggian 800 m dpl dengan tinggi tumbuhan mencapai 0,80-2 meter, memiliki batang bersegi tiga. Tumbuhan mansiang biasa tumbuh secara berkelompok dengan jumlah yang banyak. Menurut Simamora (2018), Tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*  
Filum : *Tracheophyta*  
Kelas : *Liliopsida*  
Ordo : *Cyperales*  
Famili : *Cyperaceae*  
Genus : *Scirpus*  
Spesies : *Grossus*



**Gambar 2.1** Morfologi Tanaman Mansiang

Sumber : Pinterest



## 2.2 Fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan suatu proses yang akan menggunakan makhluk hidup yang memiliki zat hijau daun (klorofil) yakni tumbuhan sebagai fitoremediator yang memiliki fungsi menghilangkan zat kontaminan atau bahan tercemar yang berada pada lingkungan sekitar. Fitoremediasi merupakan suatu teknik yang melibatkan tumbuhan untuk menurunkan atau menghilangkan zat kontaminan atau bahan tercemar yang berbahaya untuk lingkungan menjadi tidak berbahaya lagi untuk lingkungan. Fitoremediasi dapat didefinisikan salah satu metode dalam remediasi dengan melibatkan suatu tumbuhan yang berpotensi menyerap, mentransformasi dan mendegradasi suatu bahan pencemar (Puspanti, 2013).

Fitoremediasi terbagi menjadi dua jenis yaitu *in situ* dan *ex situ*. Fitoremediasi *in situ* merupakan suatu proses yang akan dilakukan langsung pada tempat terjadi pencemaran, sedangkan fitoremediasi *ex situ* merupakan suatu proses yang akan dilakukan diluar tempat terjadinya pencemaran atau menggunakan wadah atau kolam buatan yang akan dibantu oleh bioreaktor yang berfungsi sebagai penanganan limbah. Bagian tumbuhan yang mampu mengurangi zat kontaminan yaitu batang, akar dan daun (Relf, 1996).

Pemakaian tanaman air untuk agen remediasi bertujuan untuk mengurangi dan mengilangkan suatu bahan pencemar yakni senyawa organik atau senyawa anorganik yang memiliki potensi membahayakan lingkungan. Senyawa organik ataupun anorganik yang terdapat pada limbah yang berpotensi membahayakan lingkungan akan diserap atau dimanfaatkan oleh tanaman sebagai energi pada proses pertumbuhan tersebut. Sehingga, zat kontaminan pada limbah yang tercemar akan perlahan menghilang atau menurun. Berikut beberapa jenis mekanisme dalam fitoremediasi yaitu (Irwanto, 2010):

### 1. *Phytoaccumulation (phytoextraction)*

*Phytoaccumulation (phytoextraction)* adalah suatu proses tanaman akan memanfaatkan zat kontaminan pada air dan tanah akan diubah sebagai energi

yang akan disalurkan ke bagian yang lain seperti pada akar, daun dan akar tumbuhan.

## 2. *Rhizofiltration*

*Rhizofiltration* merupakan proses akar suatu tanaman akan mengadsorbsikan zat kontaminan pada limbah sehingga menempel pada akar tanaman.

## 3. *Phytostabilization*

*Phytostabilization* adalah suatu proses tanaman menarik zat kontaminan pada limbah dan akan diikat oleh akar tanaman dikarekan zat tersebut tidak dapat disalurkan pada bagian lain tanaman.

## 4. *Rhizodegradation*

*Rhizodegradation* adalah suatu proses tanaman akan menggunakan mikroba yang berada disekitarnya untuk mengurandai zat kontaminan pada limbah.

## 5. *Phytodegradation (Phytotransformation)*

*Phytodegradation (Phytotransformation)* adalah suatu proses tanaman akan memanfaatkan zat-zat kontaminan pada limbah sebagai energi untuk proses metabolisme tanaman tersebut. Proses ini akan dilakukan pada bagian tanaman yaitu batang, akar dan daun.

## 6. *Phytovolatilization*

*Phytovolatilization* adalah suatu proses tanaman akan menyerap zat polutan pada limbah dan akan mengubahnya menjadi sifat volatil agar tidak tergolong berbahaya, kemudian akan di lepaskan ke atmosfer.

Pada tahun 1970 dimulainya ide dasar yakni memanfaatkan atau menggunakan tumbuhan untuk merediasi suatu bahan pencemar pada lingkungan. Berawal dari seorang ahli geobotani yang berasal dari Calodonia yakni menemukan suatu penemuan tumbuhan yang dapat mengakumulasikan Nikel (Ni) mencapai 20% dengan menggunakan tumbuhan *Sebertia arcumina*. Pada tahun 1980-an, para ilmuwan meneliti yang berkaitan dengan akumulasi bahan pencemar yang mengarah mengenai

realisasi pada penggunaan suatu tumbuhan untuk mengurangi polutan atau zat kontaminan (Hidayat, 2005).

Pada negara maju seperti Inggris, Jepang, Amerika, Jerman Prancis dan negara lainnya, teknik fitoremediasi banyak digunakan dan dikembangkan menjadi lebih luas sehingga tumbuhan yang dapat digunakan bervariasi dengan memiliki tujuan yang sama yaitu dapat mengolah limbah yang bekerjasama dengan bakteri, organisme, jamur dan lainnya. Proses pengolahan air limbah organik pada teknik fitoremediasi merupakan cara yang sangat sederhana yakni bahan yang digunakan mudah diperoleh dan memiliki manfaat yang banyak seperti zat kontaminan akan di degradasikan oleh bakteri, organisme, jamur dan lainnya yang memiliki fungsi yang sama pentingnya pada proses fitoremediasi (Evasari, 2012).

Metode fitoremediasi ini dilakukan dengan *in situ* yaitu suatu proses yang akan dilakukan langsung pada tempat terjadi pencemaran, sedangkan fitoremediasi *ex situ* merupakan suatu proses yang akan dilakukan diluar tempat terjadinya pencemaran atau menggunakan wadah atau kolam buatan yang akan dibantu oleh bioreaktor yang berfungsi sebagai penanganan limbah. Berkembangnya metode ini merupakan hal yang sangat bermanfaat dengan banyaknya penemuan baru sehingga mempermudah proses fitoremediasi yakni dengan menggunakan wadah atau tempat yang lebih efisien, ekonomis, efektif dan tahan lama. Pada bidang ekonomi, teknik fitoremediasi tergolong memiliki biaya operasi yang tidak mahal dibandingkan dengan metode konvensional mencapai 75-85% (Elystia *et al.*, 2014).

## **2.3 Sistem Hidroponik**

### **2.3.1. Pengertian Sistem Hidroponik**

Hidroponik secara bahasa berasal dari *Hydro* yaitu air dan *Phonic* yaitu pengerjaan. Secara umum hidroponik dapat diartikan suatu sistem budidaya pertanian tanpa menggunakan tempat yang luas, tanpa penggunaan tanah akan tetapi menggunakan air yang dicampur dengan larutan nutrisi untuk membantu pertumbuhan (Penisah, 2020). Budidaya hidroponik sebaiknya dilakukan didalam rumah kaca (*greenhouse*) yang berfungsi untuk melindungi agar tanaman dengan

optimal, terjaga dari faktor luar yaitu hujan, iklim dan penyakit hama dan faktor lainnya. sistem hidroponik sudah banyak digunakan oleh beberapa masyarakat karena sistem hidroponik ini tidak memerlukan lahan yang luas (Roidah, 2014).

### 2.3.2. Kelebihan dan Kekurangan Sistem Hidroponik

Menurut Roidah (2014), kelebihan dan kekurangan dari sistem hidroponik yaitu :

#### 1. Kelebihan

Berikut adalah kelebihan yang dimiliki oleh sistem hidroponik:

- a. Terjaminnya keberhasilan tanaman dan produksi tumbuhan.
- b. Lebih terkontrolnya hama karena perawatan lebih praktis.
- c. Pemakaian pupuk lebih sedikit.
- d. Produksi lebih tinggi dan terus menerus dibandingkan dengan produksi penanaman tanah.
- e. Beberapa tanaman dapat dibudidayakan diluar musimnya.
- f. Tidak memberikan dampak negatif terhadap alam.

#### 2. Kekurangan

Berikut adalah kekurangan yang dimiliki oleh sistem hidroponik:

- a. Pembangunan awal mahal.
- b. Memerlukan pengetahuan dan keterampilan dalam perakitan dan mencampurkan pupuk.
- c. Pemeliharaan dan perawatan perangkat hidroponik yang mahal dan rumit.

### 2.3.3. Jenis Metode Hidroponik

Menurut Purbajanti., *et al* (2017), jenis metode hidroponik digolongkan berdasarkan media tanam terbagi menjadi dua yaitu Kultur air dan Kultur Agregat.

#### 1. Kultur Agregat

Kultur agregat menggunakan media hidroponik yaitu anorganik dan organik. Anorganik terdiri dari pasir, *rock wall* dan batu kerikil, sedangkan organik terdiri dari arang sekam, sabut kelapa dan serbuk gergaji. Media yang digunakan

dapat berfungsi untuk membantu pertumbuhan pada awal tanaman dan tempat tegak tanaman tersebut. Penggunaan media yang dipakai harus dapat menyalurkan udara dan air untuk dibutuhkan oleh tanaman.

## 2. Kultur Air

Hidroponik kultur air merupakan sistem hidroponik yang paling sederhana. Konsep dari sistem hidroponik kultur air yaitu tanaman akan mengapung diatas kapal dan larutan didalam bak berisikan larutan hara hidroponik. Wadah yang dapat digunakan dengan menggunakan sistem kultur ini adalah akuarium atau wadah plastik dan lembaran *polystyrene* yang berfungsi sebagai penahan tanaman dan terapung pada larutan hara. Tanaman yang dapat ditumbuhkan dengan menggunakan sistem ini adalah selada, stroberi dan tumbuhan rempah-rempah.

### 2.4 Sistem Hidroponik Rakit Apung

Pada Sistem Rakit apung (*Floating raft*), tanaman akan ditempatkan pada *styrofoam* yang diapungkan pada sebuah wadah. wadah yang digunakan akan diisi dengan larutan hara dan terdapat *airstone* atau *aerator*. *Aerator* didalam wadah berfungsi sebagai penghasil oksigen dan pertukaran udara didalam wadah. Kekurangan oksigen akan berakibat terganggunya penyerapan air dan hara oleh akar tanaman. Sistem hidroponik rakit apung tidak dapat digunakan semua tanaman, hanya beberapa tanaman yang dapat digunakan yang memiliki bobot rendah. Selain itu, jumlah air dan ketinggian air dalam wadah larutan akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman yakni jumlah daun, tinggi tanaman, bobot tumbuhan, dan luas daun. Media yang dapat digunakan pada sistem hidroponik rakit apung yaitu *rockwool*, pecahan bata, kerikil, serbuk kayu dan sabut kelapa (Erika, 2019). Menurut Zulfa (2019), kelebihan dan kekurangan yang dimiliki sistem hidroponik rakit apung yaitu:

#### 1. Kelebihan sistem hidroponik rakit apung

Berikut kelebihan yang dimiliki oleh sistem hidroponik rakit apung:

- a. Kebutuhan air terpenuhi.
- b. Kebutuhan nutrisi terpenuhi.



- c. Mudah dalam perawatan.
  - d. Biaya yang dikeluarkan tidak banyak.
2. Kekurangan sistem hidroponik rakit apung

Berikut kekurangan yang dimiliki oleh sistem hidroponik rakit apung:

- a. Oksigen akan sulit didapatkan
- b. Rentan terjadinya pembusukan akar karena kurangnya oksigen yang disalurkan.

## **2.5. Limbah**

### **2.5.1. Pengertian Limbah**

Limbah adalah air bekas pakai dari berbagai proses penggunaan yang telah mengandung bahan pencemar atau polutan berupa senyawa organik dan anorganik (Martini *et al.*, 2022). Air limbah atau dapat disebut juga dengan air buangan yaitu air sisa yang berasal dari suatu kegiatan seperti rumah tangga, industri atau fasilitas umum dan mengandung senyawa-senyawa berbahaya untuk kesehatan manusia karena bisa mempengaruhi suatu aktivitas makhluk hidup lain dan bisa berdampak pada lingkungan hidup (Pulungan, 2017). Limbah sering dianggap sebagai pencemaran karena limbah yang dihasilkan akan menjadi substansi pada pencemaran lingkungan, oleh sebab itu pengolahan lebih lanjut sangat dibutuhkan untuk menjadi solusi dari permasalahan limbah (Pitoyo, 2016).

Menurut Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009, limbah suatu sisa hasil dari suatu usaha atau kegiatan, disebut limbah apabila berbahaya dan beracun. Limbah suatu buangan yang kedatangannya tidak dikehendaki lingkungan dikarenakan tidak mempunyai nilai ekonomi. Limbah yang memiliki kandungan bahan berbahaya dan beracun disebut dengan limbah B3, dimana limbah ini memiliki komposisi jumlah yang relatif akan tetapi memiliki kemampuan untuk merusak lingkungan hidup sekitarnya (Pitoyo, 2016).

### **2.5.2. Karakteristik Limbah**

Karakteristik limbah dipengaruhi oleh besar kecilnya partikel (mikro), dengan penyebaran yang luas dan dampak yang ditimbulkan lama dan memiliki sifat yang

dinamis. Kualitas suatu limbah tergantung pada kandungan yang dimiliki seperti bahan pencemaran, frekuensi pembuangan limbah dan volume limbah (Kandi, 2019). Karakteristik limbah dapat dibagi menjadi empat golongan yakni limbah padat, limbah partikel atau gas, limbah cair dan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) (Pitoyo *et al.*, 2016). Konsentrasi yang dimiliki oleh setiap limbah merupakan penentuan beban limbah tersebut terhadap dampak lingkungan dan didukung dengan debit limbah. Semakin tinggi debit limbah yang dimiliki limbah tersebut maka semakin tinggi dampak yang diberikan terhadap lingkungan, maupun sebaliknya (Pangesti, 2021). Berikut adalah pengertian dari setiap karakteristik yang dimiliki limbah yaitu:

#### 1. Limbah Cair

Limbah cair yaitu suatu campuran dari air yang mengandung bahan pencemar yang dibawa oleh air dalam keadaan terlarut dan tersuspensi yang berasal dari sumber domestik (perkantoran, fasilitas umum dan perumahan) (Pangesti, 2021). Komposisi limbah cair yaitu terdiri dari air sebanyak 99,9% dan bahan padatan sebanyak 0,1%. Bahan padatan tersebut terdiri dari bahan padatan organik sebanyak 70% dan bahan anorganik sebanyak 30% (Piyoto *et al.*, 2016).

#### 2. Limbah Padat

Menurut UU No 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah, sampah adalah suatu sisa yang berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh sekelompok atau individu manusia atau proses alam yang berbentuk padat. Sedangkan, menurut SNI 19-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, sampah merupakan suatu limbah yang berbentuk padat yang memiliki komposisi dari bahan organik dan bahan anorganik digolongkan sesuatu yang tidak memiliki nilai ekonomi lagi dan dapat diolah kembali dengan tujuan tidak membahayakan untuk lingkungan. Berdasarkan sumbernya, limbah padat yakni limbah yang berasal dari

aktivitas manusia seperti industri dan rumah tangga yang terdiri dari bahan organik dan anorganik yang membutuhkan pengelolaan yang baik (Anggreni, 2012).

### 3. Limbah Partikel/Gas

Gas merupakan uap yang berasal dari zat cair atau padat yang dipanaskan atau menguap dengan sendirinya, seperti karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), karbon monoksida ( $\text{CO}$ ), belerang dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ). Sedangkan partikel adalah bentuk suatu pencemaran melalui udara yang bersumber dari arah-zarah yang terdispersi ke udara dan memiliki ukuran padatan atau cairan. Contohnya adalah asap, kabut, debu dan lainnya (Pitoyo *et al.*, 2016).

### 4. Limbah B3

Menurut PP No. 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, sumber limbah B3 terbagi menjadi dua yaitu spesifik dan tidak spesifik. Limbah B3 spesifik merupakan limbah B3 sisa dari suatu proses industri atau kegiatan yang jelas dan dapat ditentukan seperti bekas kemasan, bahan kimia kedaluwarsa dan produk buangan. Limbah B3 yang tidak spesifik yakni limbah yang berasal dari proses sampingan seperti kegiatan pemeliharaan alat, pencegahan korosi, pengemasan dan pencucian. Limbah B3 memiliki empat sifat yaitu mudah terbakar, reaktif, beracun dan korosif (Ichtiakhiri dan Sudarmaj, 2015).

## 2.6. Limbah Cair Kelapa Sawit

### 2.6.1. Pengertian Limbah Cair Kelapa Sawit

Limbah kelapa sawit merupakan suatu sisa dari hasil tanaman kelapa sawit yang tidak digunakan dalam produk utama atau hasil yang terbawa pada proses pengolahan kelapa sawit yang akan menghasilkan limbah padat dan limbah cair. Limbah cair yang berasal dari kelapa sawit memiliki ciri yang khas dengan bau yang

menyengat dan warna yang pekat (Mirmandaulia *et al.*, 2018). Limbah ini masih mengandung padatan yang terlarut, yang sebagai berasal dari material lignoselulosa yang memiliki komposisi dari lipid, material yang mengandung selulosa dan hemiselulosa (Trisakti *et al.*, 2012).

Limbah cair yang diperoleh pada sekali pemrosesan produksi pengolahan minyak kelapa sawit cair yaitu dimana 1 ton minyak sawit menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar, yakni 2,5 ton limbah cair kelapa sawit. Limbah kelapa sawit yang diperoleh akan berdampak negatif terhadap lingkungan. Limbah industri ini berpotensi dapat menimbulkan pencemaran terutama pada badan air (Purwanti *et al.*, 2014).

#### **2.6.2. Sumber Limbah Cair Kelapa Sawit**

Limbah cair kelapa sawit yang berasal dari pengolahan produksi industri kelapa sawit yang diperoleh dari pengolahan Tanda Buah Segar (TBS). Limbah ini berasal dari pemrosesan pengolahan kelapa sawit yang membutuhkan air yang banyak sehingga limbah yang dihasilkan mengandung air. Limbah cair kelapa sawit menjadi meningkat karena kegiatan proses produksi kelapa sawit dilakukan dengan rutin (Kandi, 2019).

Pengolahan yang banyak menghasilkan limbah cair kelapa sawit adalah air *sterilizer condensate* (air kondensat rebusan) dan *sludge water* (air drab). Pada pemrosesan tersebut terjadinya pengenceran dan air yang berasal dari hidrosiklon. Kuantitas suatu air limbah yang diperoleh dan warna pada air limbah yakni total solid, padatan melayang dan minyak didapatkan dari jumlah air yang dibutuhkan pada saat proses produksi. Pada sekali produksi pabrik kelapa sawit akan membutuhkan air rata-rata dengan jumlah 2,2 m<sup>3</sup>/ton TBS (Tanda Buah Segar), sedangkan limbah yang dihasilkan sebanyak 1,2-1,7 m<sup>3</sup>/ton TBS dan minyak yang dihasilkan sebanyak 2-3 ton (Harahap, 2013).

Pada kegiatan proses produksi kelapa sawit kegiatan seperti kegiatan klasifikasi minyak, kegiatan pencucian bahan baku ialah kegiatan yang harus

dilakukan sebelum proses produksi berlangsung, akan tetapi proses ini tergolong dalam proses yang menghasilkan sumber limbah secara langsung. Proses pencucian meliputi semua unit perangkat-perangkat, mesin yang digunakan pada proses produksi berlangsung dan unit penunjang yaitu *pump house*, bengkel, *power house* dan lainnya (Kandi, 2019).

### 2.6.3. Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit

Limbah Cair Kelapa Sawit memiliki cairan berwarna kecokelatan dengan kandungan air sebanyak 95-96%, minyak sebanyak 0,6-0,7% dan total padatan sebanyak 4-5% yang bersumber dari polutan dari tahan buah segar (TBS) yang mengandung *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang sangat tinggi (Ghani *et al.*, 2020). Limbah cair kelapa sawit mengandung zat padat yang terlarut dan tersuspensi yaitu berasal dari koloid yang memiliki konsentrasi tinggi yang bersumber dari bahan organik dengan nilai pH 4-5 dan suhu mencapai 140°C (Wahyudi *et al.*, 2018). Diketahui, limbah kelapa sawit memiliki kandungan unsur kimia dan biologi yang tinggi seperti BOD (*Biological Oxygen Demand*) sebanyak 25.500 mg/L, COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebanyak 48.000 mg/L, TSS (*Total Suspended Solid*) sebanyak 31.170 mL/L, N (Nitrogen) sebanyak 41 mL/L, pH (Tingkat keasaman) 4.0 dan minyak dan lemak sebanyak 3.075 mL/L (Zulfahmi *et al.*, 2017).

Menurut Rasdy *et al.*, (2008), limbah cair kelapa sawit juga memiliki kandungan senyawa yaitu *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAH). *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAH) merupakan senyawa yang tergolong organik dengan kandungan lebih dari dua cincin aromatik yang berasal dari atom karbon dan hidrokarbon. Jenis *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAH) yang berasal dari limbah cair kelapa sawit adalah *Pyrene*, *Naphtalene*, *Floranthened* dan *Fluorne Pheanthrene*. Limbah kelapa sawit yang dihasilkan berdampak negatif terhadap lingkungan. Limbah industri ini berpotensi dapat menimbulkan pencemaran terutama pada badan air.



Peraturan yang mengatur tentang limbah cair kelapa sawit dapat dibuang ke perairan diatur pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Tahun Nomor 5 Tahun 2014. Berikut adalah Tabel 2.1. Standar Baku Mutu Limbah Cair Kelapa Sawit.

**Tabel 2.1.** Standar Baku Mutu Limbah Cair Kelapa Sawit

<b>Paremeter</b>	<b>Kadar Paling Tinggi (mg/L)</b>	<b>Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/Ton)</b>
TSS	250	0,63
COD	350	0,88
BOD	100	0,25
Nitrogen Total (Sebagai N)	50	0,125
Minyak dan Lemak	25	0,063
pH		6,0-9,0
Debit limbah paling tinggi	2,5 m <sup>3</sup> perto produk minyak sawit (CPO)	

(Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2014)

Senyawa organik seperti unsur hara pada limbah cair kelapa sawit akan dimanfaatkan kembali oleh tumbuhan-tumbuhan sebagai energi untuk pertumbuhan sehingga tumbuhan-tumbuhan tanpa disadari menjadi pengurai dari limbah tersebut. Akan tetapi, kandungan senyawa organik yang tinggi tidak mudah dimanfaatkan oleh tumbuhan. Senyawa yang susah terurai akan mempengaruhi kelestarian lingkungan terutama kepada mikroorganisme yang hidup diperairan (Silalahi dan Supijanto, 2010).

#### **2.6.4. Dampak Limbah Cair Kelapa Sawit**

Dampak negatif yang ditimbulkan jika limbah cair kelapa sawit dibuang ke lingkungan sebelum dilakukannya pengolahan lebih lanjut yaitu dapat mengganggu transparansi air, akan menghambat terjadinya proses fotosintesis, terjadinya tumor maupun kematian terhadap organisme akuatik, keracunan, terjadinya iritasi dan tidak menutup kemungkinan terjadinya kanker pada manusia (Andika *et al.*, 2020). Menurut Ghani *et al.*, (2020), bahwa dampak yang akan terjadi jika limbah cair

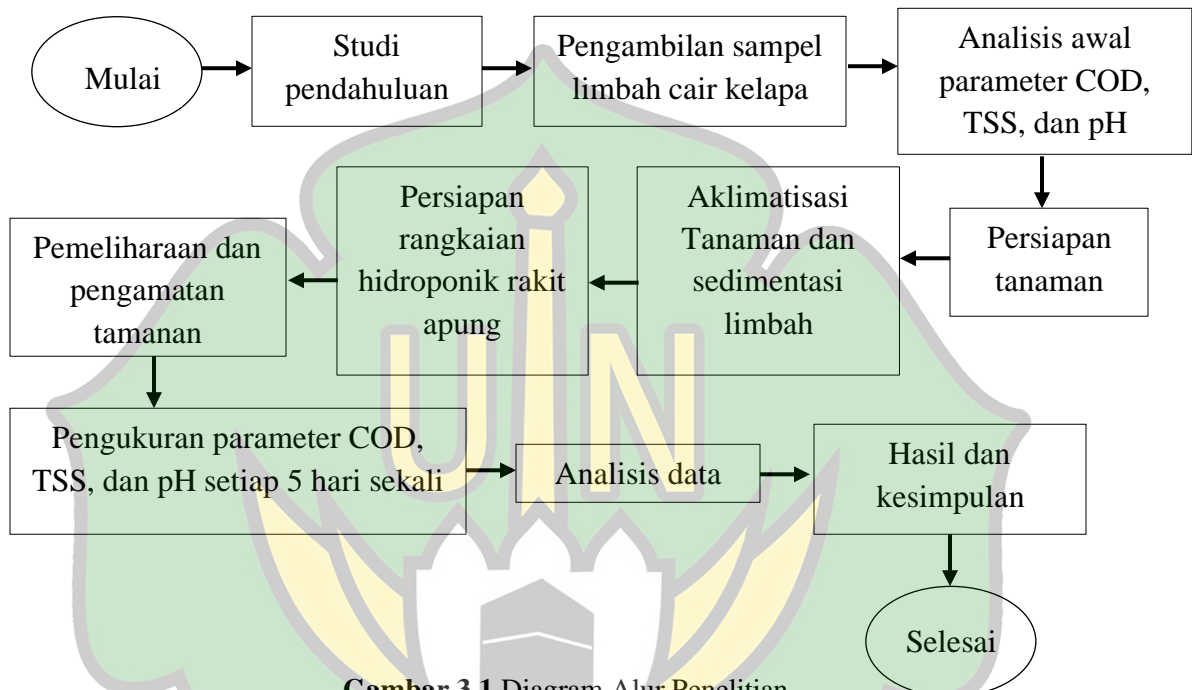
kelapa sawit dibuang ke badan air yakni menimbulkan kekeruhan, sebagian cairan akan mengendap di dasar air, menyerap oksigen yang terlarut didalam air, tidak mudah terurai, menimbulkan bau yang tidak sedap dan merusak ekosistem air.



## BAB III METODELOGI PENELITIAN

### 3.1 Tahapan dan Alur Penelitian

Tahapan dan alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Diagram Alur Penelitian

Tahapan penelitian dapat digolongkan menjadi beberapa tahapan yang akan diuraikan sebagai berikut:

1. Tahap studi pendahuluan. Tahap studi pendahuluan yakni langkah awal yang dapat dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai alur dan tahapan penelitian yang akan dilaksanakan. Pada tahap ini akan memakai literatur jurnal, skripsi, buku dan tesis.
2. Tahapan Pengambilan sampel limbah cair kelapa sawit. Pada tahapan ini limbah akan diambil dari PT. Beurata Subur Persada, Gampong Babah Dua, Kecamatan Tadu Raya, Kabupaten Nagan Raya, Provinsi Aceh, Indonesia. Kemudian dilakukan analisis awal untuk beberapa parameter yaitu parameter COD, TSS dan pH. Analisis awal berfungsi untuk mengetahui nilai dari

keseluruhan parameter sebelum dilakukan perlakuan dan sebagai nilai pembandingan pada sampel yang telah dilakukan perlakuan.

3. Analisis awal parameter COD, TSS, dan pH, tahapan ini dilakukan untuk mengetahui nilai parameter sebelum dilakukan perlakuan hal ini berfungsi sebagai pembandingan nilai parameter sesudah dilakukan perlakuan.
4. Tahapan persiapan tanaman. Pada tahap ini tanaman yang digunakan sebanyak 60 tanaman mansiang (*Scirpus grossus*) dengan kriteria memiliki tinggi 80-100cm.
5. Aklimatisasi tanaman, Pada tahap ini tanaman akan dipindahkan ke wadah yang berisikan air limbah yang akan digunakan pada penelitian. Tahap ini dilakukan bertujuan untuk mengamati kelayakan hidup pada tanaman mansiang (*Scirpus grossus*) yang berada pada wadah yang berisikan air limbah cair kelapa sawit. Proses ini akan dilaksanakan selama 21 hari. Sedimentasi dilakukan agar sedimen-sedimen yang besar dapat mengendap pada dasar. Tahap ini dilakukan sebanyak 2 kali.
6. Persiapan rangkaian hidroponik rakit apung. Pada tahap ini pembuatan rangkaian hidroponik dilakukan dari penyiapan wadah plastik yang memiliki ukuran 42x30x22cm<sup>3</sup>, membuat lubang pada *styrofoam*, dan pemasangan *aerator*. *Styrofoam* yang digunakan merupakan *Styrofoam* bekas.
7. Tahapan pemeliharaan dan pengamatan. Tanaman yang sudah diletakkan sesuai dengan jumlah wadahnya masing-masing yaitu pada wadah A hanya menggunakan limbah tanpa tumbuhan pada wadah B berjumlah 12 tanaman, C berjumlah 18 tanaman, dan wadah D dan E merupakan ulangan dari perlakuan.
8. Tahapan pengambilan sampel setelah perlakuan. Pada tahap ini sampel yang sudah melewati masa perlakuan akan di ambil sebanyak 100 ml pada setiap wadah perlakuan. Waktu pengambilan sampel yaitu setiap 5 hari sekali yaitu pada hari ke 5, 10 dan 15 pada setiap perlakuan.
9. Tahapan analisis data. Pada tahapan ini data diambil dari seluruh tahapan pada analisis sampel, data yang didapatkan, kemudian akan di analisis sebagai

informasi sehingga data tersebut dapat dimengerti dan bermanfaat sebagai acuan dalam pemecahan suatu masalah.

10. Tahapan hasil dan penarikan kesimpulan. Pada tahapan ini keseluruhan informasi yang telah didapatkan dijelaskan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan. Penarikan kesimpulan berfungsi untuk memecahkan permasalahan yang diangkat pada rumusan masalah.

## 3.2 Lokasi Pengambilan dan Pengukuran Sampel

### 3.2.1 Lokasi Pengambilan Sampel

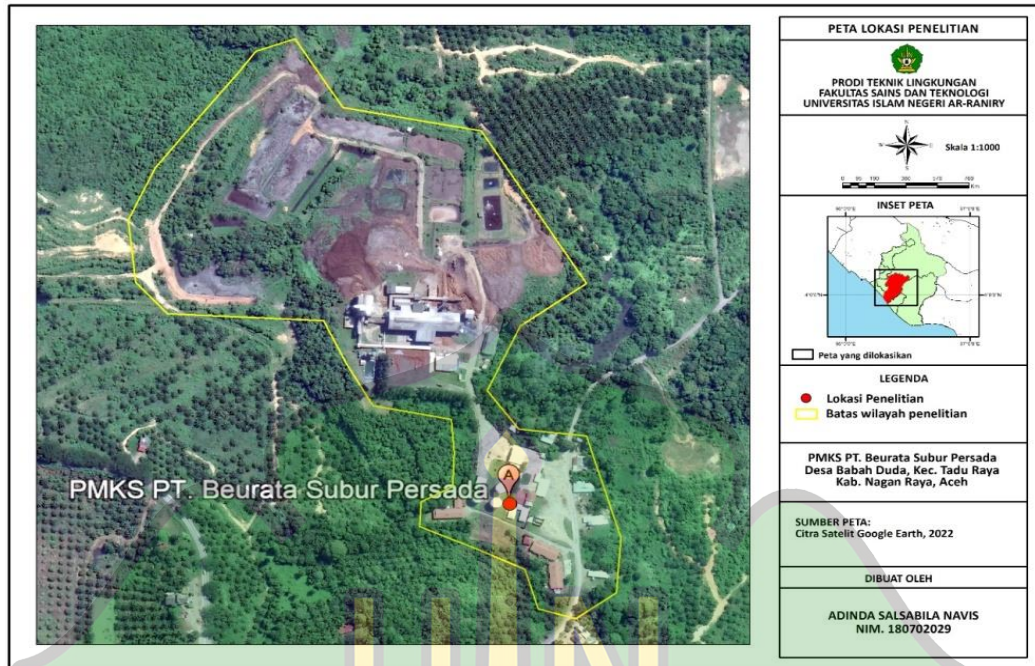
Pengambilan sampel diambil dari pabrik minyak kelapa sawit yang berlokasi di PT. Beurata Subur Persada, Gampong Babah Dua, Kecamatan Tadu Raya, Kabupaten Nagan Raya, Provinsi Aceh, Indonesia. Sampel yang digunakan pada penelitian ini yakni limbah cair kelapa sawit yang berasal dari kolam ke 8. Hasil uji pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Hasil Uji Pendahuluan Sampel Air Limbah Domestik

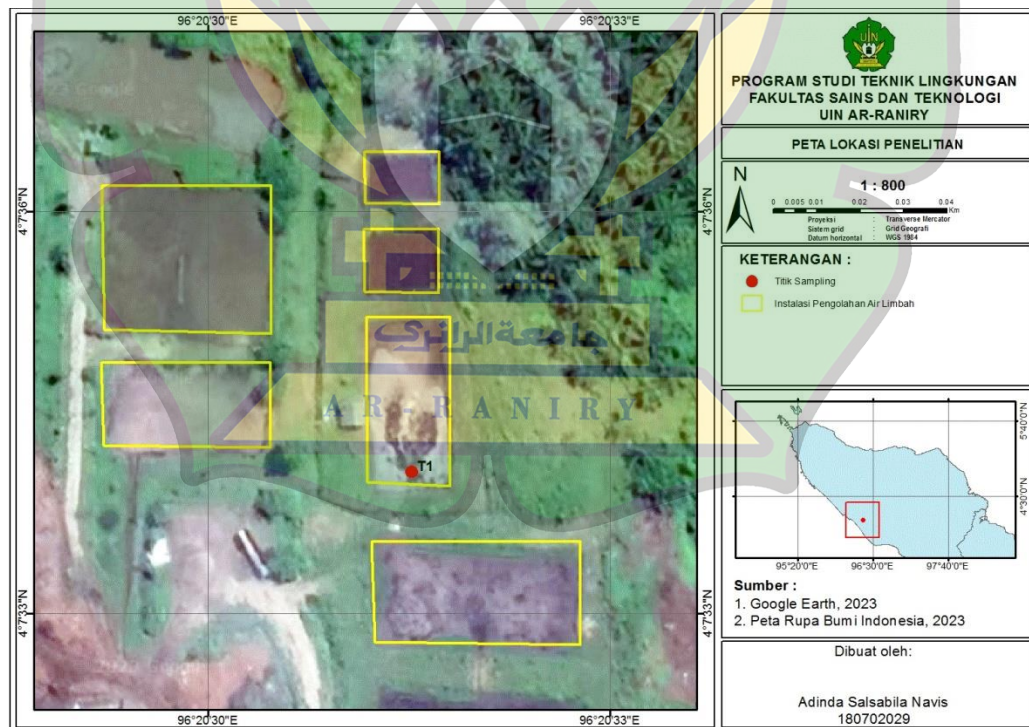
No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Hasil Uji Pendahuluan
1.	pH	-	6-9	8,44
2.	TSS	mg/L	250	306
3.	COD	mg/L	350	531

(Sumber: Laboratorium PT. Beurata Subur Persada, 2021)





**Gambar 3.2** Peta Lokasi Sampling Limbah Cair Kelapa Sawit  
*Sumber: Google Earth*



**Gambar 3.3** Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel  
*Sumber: Google Earth*

Metode pengambilan sampel di lokasi yaitu dengan metode *grab sampling* atau pengambilan sesaat yang sesuai dengan SNI 6989.59:2008, langkah-langkahnya yaitu:

1. Sampel limbah cair kelapa sawit diambil langsung pada kolam 8 di PT. Beurata Subur Persada, Gampong Babah Dua, Kecamatan Tadu Raya, Kabupaten Nagan Raya, Provinsi Aceh, Indonesia.
2. Sampel limbah cair kelapa sawit diambil menggunakan gayung bergagang kayu panjang, setelah diambil sampel limbah cair kelapa sawit dimasukkan ke dalam jerigen sebanyak 90 liter.



**Gambar 3.4** Pengambilan Sampel Limbah Domestik



**Gambar 3.5** Sampel limbah cair kelapa sawit

### 3.2.2 Lokasi Pengukuran Sampel

Pengukuran sampel untuk parameter pH, COD, dan TSS berada di Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Tahap pemeliharaan, pengamatan pertumbuhan tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) dan pengujian parameter COD, TSS, dan pH dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.

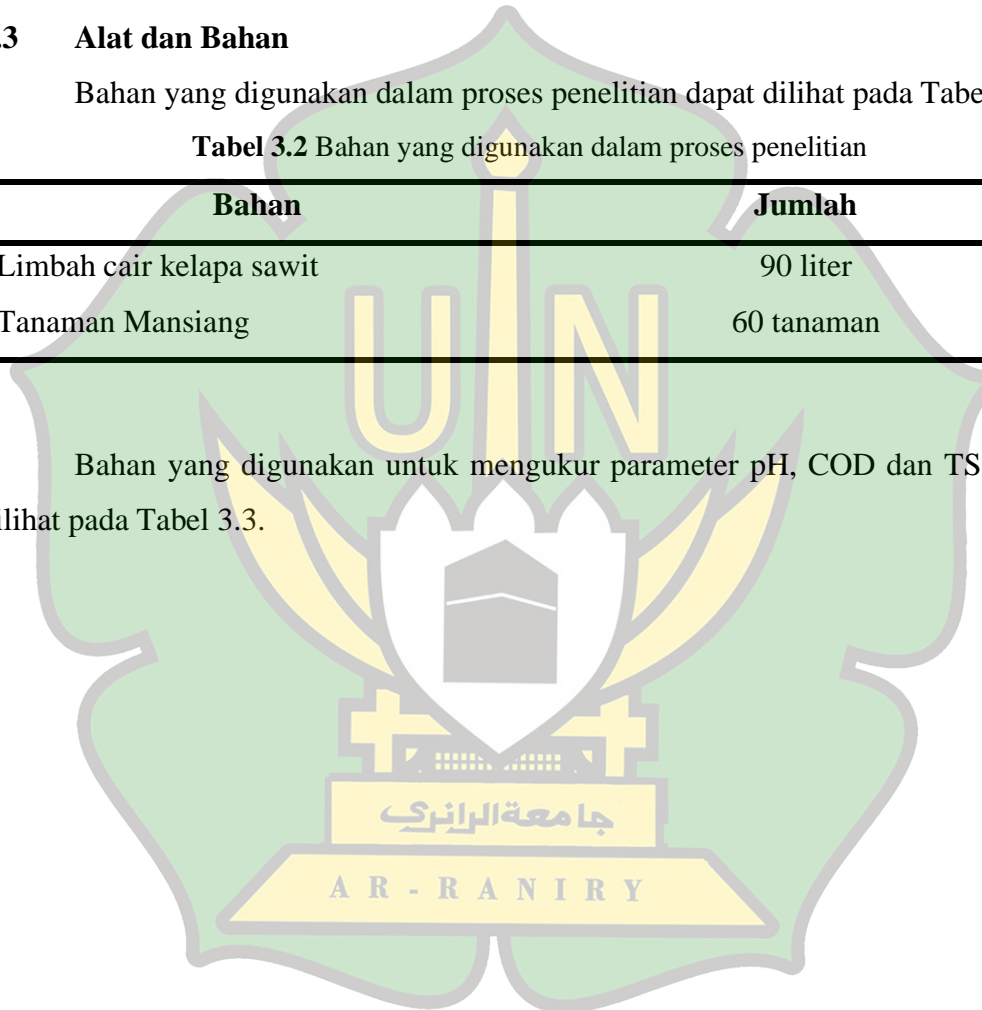
### 3.3 Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Bahan yang digunakan dalam proses penelitian




Bahan	Jumlah
Limbah cair kelapa sawit	90 liter
Tanaman Mansiang	60 tanaman




Bahan yang digunakan untuk mengukur parameter pH, COD dan TSS dapat dilihat pada Tabel 3.3.




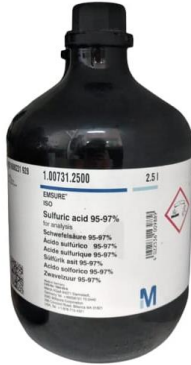






Tabel 3.3 Bahan dan alat yang digunakan dalam pengujian sampel




No.	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Keterangan	Gambar
1.	Limbah cair kelapa sawit	Diambil di PT. Beurata Subur Persada pada kolam IPAL kolam 8 (limbah pada treatment terakhir)	90 Liter	Sampel yang akan diteliti	
2.	Wadah plastik	Ukuran : 42x30x22 cm <sup>3</sup> Jenis : HDPE ( <i>High density polyethylene</i> )	6 buah	Bak reaktor eksperimen	
3.	<i>Styrofoam</i>	Ukuran : 39x29 cm <sup>2</sup> Jenis : PS ( <i>Polystyrene</i> )	6 buah	Untuk mengapungkan Tanaman	


No.	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Keterangan	Gambar
4.	Tanaman Mansiang ( <i>Scirpus grossus</i> )	Lokasi : Diambil pada persawahan, desa Ateuk Jawo, Kota Banda Aceh Panjang : 80cm-100cm	60	Pengurai limbah	
5.	Gayung	Volume : 1 Liter Jenis : PP ( <i>Polypropylene</i> )	1 buah	Mengambil sampel limbah	
6.	Netpot	Jenis : PETE ( <i>Polypropylene terephthalate</i> )	60 buah	Sebagai penompang tanaman dalam sistem hidropinik	

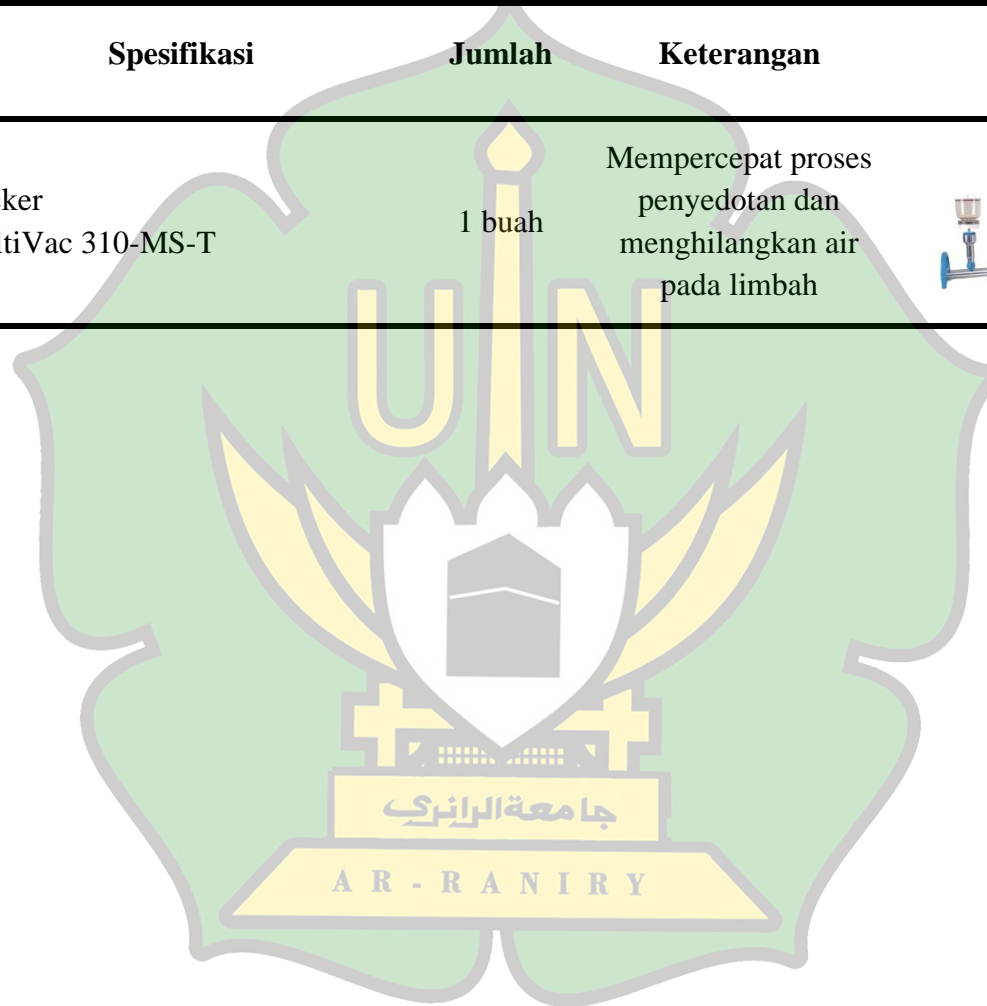


No.	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Keterangan	Gambar
7.	Kertas saring whatman	Ukuran : 45 $\mu$ m Diameter : 125 mm Whatman Cops	10 Lembar	Untuk menyaring residu yang terdapat dilimbah	
8.	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (Asam sulfat)	EMSURE ISO Sulfuric acid 95-97% Merck KGaA 64271 Darmstadt, Germany	100 mL	Untuk membuat larutan pereaksi asam sulfat	
9.	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (Kalium dikromat)	EMSURE ACS, ISO, Reag. Ph Eur Potassium dichromate Merck KGaA 64271 Darmstadt, Germany	100 mL	Untuk membuat larutan kalium dikromat	

No.	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Keterangan	Gambar
10.	Aquadest	-	2 Liter	Untuk membersihkan alat-alat laboratorium	
11.	COD Meter	Hanna Instruments HI 83099-02	1 buah	Mengukur jumlah oksigen pada limbah setelah dilakukan pengolah	
12.	Oven	Memmert UN55	1 buah	Memanaskan dan mengeringkan kertas saring	

No.	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Keterangan	Gambar
13.	pH Meter	Hanna Instruments HI 9813-6	1 buah	Mengukur tingkat derajat keasaman pada limbah yang telah dilakukan pengolahan	
14.	COD Reaktor	Hanna Instruments HI 839800	1 buah	Memanaskan sampel limbah yang akan dihitung kadar CODnya.	
15.	Timbangan Analitik	AS R1 PLUS Analytical Balances	1 buah	Menimbang kertas saring yang telah di oven	

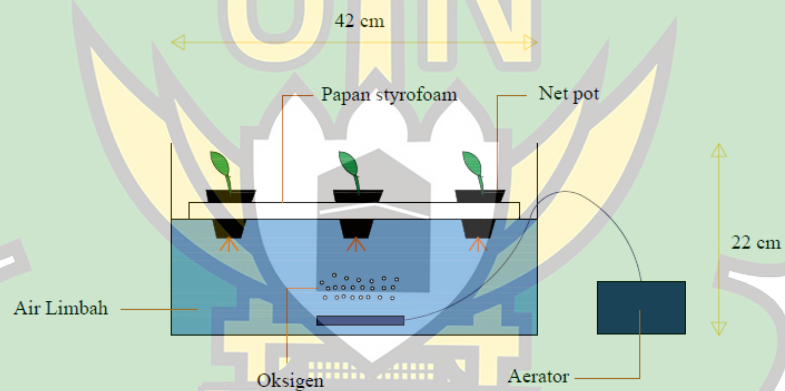
No.	Alat dan Bahan	Spesifikasi	Jumlah	Keterangan	Gambar
16.	Vakum TSS	Rocker MultiVac 310-MS-T	1 buah	Mempercepat proses penyedotan dan menghilangkan air pada limbah	



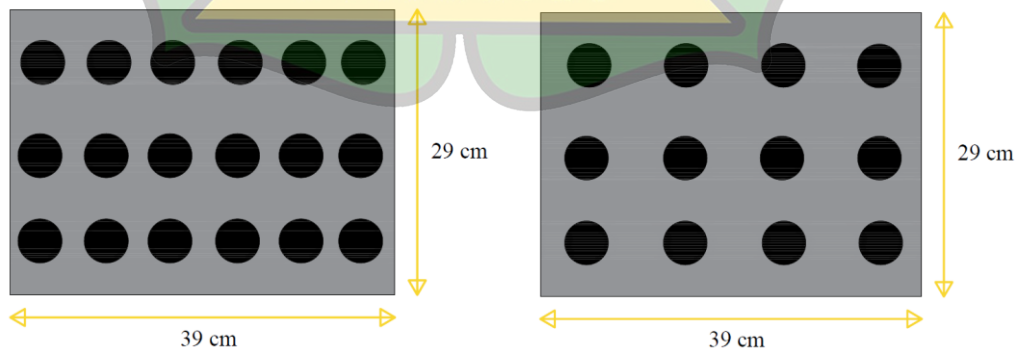
### 3.4 Tahapan Persiapan Penelitian

#### 3.4.1 Persiapan Rangkaian Hidroponik Rakit Apung

Rangkaian sistem hidroponik rakit apung terdiri dari *styrofoam*, *aerator* dan bak penampung air limbah. Dalam eksperimen yang dilakukan sistem hidroponik rakit apung terdapat 2 perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18), 1 bak kontrol dan 2 kali pengulangan. Rangkaian sistem hidroponik rakit apung ini menggunakan box *styrofoam* sebagai penampung bagi tanaman yang memiliki ukuran 39x29cm<sup>2</sup>. *Styrofoam* sebagai penampung akan dilubangi sebanyak 12 dan 18 sesuai dengan ukuran netpot yang dipakai. Kemudian, setiap lubang yang sudah diisi netpot akan dimasukkan tumbuhan sesuai perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18). Bak penampung akan diisi dengan sampel limbah cair kelapa sawit sebanyak 15 liter. Total lama remediasi yaitu 15 hari dan pengujian setiap parameter dilakukan dengan variasi 5 hari, 10 hari dan 15 hari.



Gambar 3.6 Skema hidroponik rakit apung tampak depan



Gambar 3.7 Skema hidroponik rakit apung tampak atas



### 3.5 Pengukuran Parameter

Pengukuran parameter pH (SNI 06-6989.11-2004), COD (SNI 6989.73:2009), dan TSS (SNI 06-6989.3-2004) pada limbah cair kelapa sawit dilakukan sebelum dan sesudah penelitian dengan alat laboratorium sesuai peruntukannya agar hasilnya tepat.

#### 3.5.1 Pengukuran COD

Pengukuran COD mengacu pada SNI 6989.2:2009, adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Masukkan 2,5 ml limbah cair ke dalam tabung reaksi menggunakan pipet ukur, diikuti dengan 1,5 ml larutan standar  $K_2Cr_2O_7$  dan 3,5 ml larutan pereaksi asam sulfat ( $H_2SO_4$ ).
- b. Tabung ditutup dan dikocok perlahan sampai isinya tercampur seragam.
- c. Tabung ditempatkan ke dalam COD Reactor yang telah dipanaskan hingga suhu  $150^\circ C$  dan dipanaskan selama 2 jam.
- d. Setelah sampel direfluks, sampel didinginkan secara bertahap hingga suhu kamar. Untuk menghindari tekanan gas, penutup sampel uji kadang-kadang dibuka selama pendinginan.
- e. Setelah sampel didinginkan, sampel siap di uji di dalam alat COD *Analizer Detector*.
- f. Nilai COD yang terbaca dicatat

#### 3.5.2 Pengukuran pH

Pengukuran pH menggunakan alat pH *meter type* HI 813-5 yang mengacu pada SNI 6989.11-2019, adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Sampel air limbah dikocok hingga homogen.
- b. Sebuah gelas *beaker pyrex* digunakan untuk menampung hingga 100 mL sampel.
- c. pH meter diaktifkan dan ujung elektroda pH meter dicelupkan ke dalam sampel.
- d. Tunggu hingga angka yang ditunjukkan pada tampilan pH meter stabil.

- e. Nilai pH yang terbaca dicatat.

### 3.5.3 Pengukuran TSS

Pengukuran TSS mengacu pada SNI 06-6989.11-2004, adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Penyaringan dilakukan melalui penggunaan peralatan penyaringan. Kertas saring dibasahi dengan sedikit air bebas mineral (aquadest).
- b. Sampel uji diaduk sampai homogen, kemudian sampel limbah dengan volume 100 ml diambil secara kuantitatif dan ditempatkan pada media filter. Sistem vakum harus dihidupkan.
- c. Bilas media filter tiga kali dengan 10 mL air bebas mineral setiap kali, kemudian vakum filter sampai air habis.
- d. Tempatkan filter serat kaca dengan hati-hati ke dalam media penimbangan setelah melepaskannya dari perangkat filter.
- e. Keringkan media timbang atau cawan yang berisi media saring dalam oven pada suhu  $103^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $105^{\circ}\text{C}$  selama minimal 1 jam, kemudian dinginkan dalam desikator sebelum ditimbang.
- f. Dihitung TSS dan dilaporkan hasil.

### 3.6 Analisis Data

Analisis data memiliki fungsi untuk memberikan informasi berkaitan dengan nilai, arti dan makna terkandung dalam data yang diperoleh dari hasil eksperimen yang telah dilakukan. Pada signifikansi parameter COD dan TSS dalam laju penyisihan limbah dianalisis dengan ANOVA satu arah (*A one way analysis of variance*) menggunakan aplikasi SPSS (*Statistical product and service solutions*). Sebelum dianalisis dilakukan transformasi arsin, setelah itu dilanjutkan analisis statistik secara ANOVA satu arah dengan tingkat kepercayaan 95% ( $P < 0,05$ ) dan variasi asumsi dengan *Least Significant Difference* (LSD).

### 3.6.1 Perhitungan Persentasi Penurunan Pencemar

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

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

Keterangan:

$EP$  = Nilai efektivitas penurunan dan peningkatan bahan pencemaran

$C(in)$  = Konsentrasi pencemar sebelum diolah

$C(out)$  = Konsentrasi pencemar setelah diolah

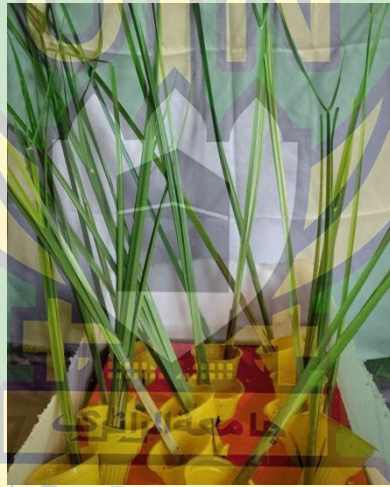


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Aklimatisasi Tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*)

Tanaman mansiang dibersihkan terlebih dahulu dari lumpur dengan air mengalir agar bersih sebelum dilakukan aklimatisasi. Aklimatisasi dilakukan berfungsi untuk tanaman mansiang dapat beradaptasi dengan lingkungan barunya. Aklimatisasi ini dilakukan dengan 2 tahapan yaitu tahapan pertama tanaman mansiang di aklimatisasi dengan bak berisi 25% limbah dan 75% air dan ke-2 tanaman mansiang di aklimatisasi dengan bak berisi 50% limbah dan 50% air . Setiap tahapan aklimatisasi akan dilakukan selama 7 hari dan setiap tanaman yang mati pada proses ini akan dianggap gugur, sedangkan tanaman mansiang yang hidup akan dipakai pada eksperimen.



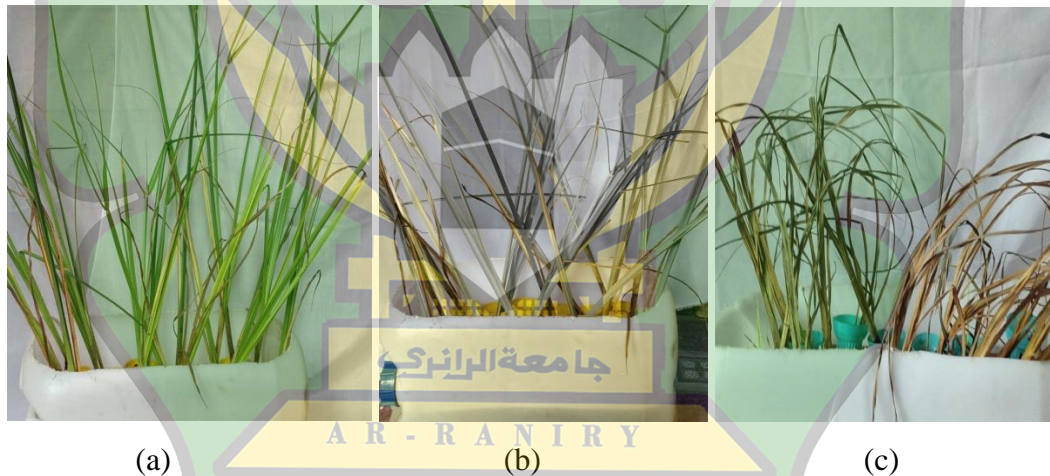
**Gambar 4.1** Aklimatisasi tanaman mansiang (*Scirpus grossus*)

#### 4.2 Uji Fitoremediasi Tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*)

Tanaman mansiang yang hidup pada proses aklimatisasi akan digunakan untuk eksperimen. Sampel limbah cair kelapa sawit diambil di PT. Beurata Subur Persada, Gampong Babah Dua, Kecamatan Tadu Raya, Kabupaten Nagan Raya, Provinsi Aceh, Indonesia. Bak reaktor akan diisi dengan sampel limbah cair kelapa sawit sebanyak 15 liter dan setiap lubang yang sudah diisi netpot dimasukkan tanaman sesuai perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18) sedangkan bak kontrol tanpa

tanaman. Total lama remediasi yaitu 15 hari dan pengujian setiap parameter dilakukan dengan variasi 5 hari, 10 hari dan 15 hari.

Adapun pengamatan pada tanaman mansiang selama fitoremediasi yakni terjadi perubahan warna pada tanamannya yaitu menjadi coklat kehitaman. Pada hari ke-5 setiap perlakuan tanaman 12 dan tanaman 18, masing-masing perlakuan hampir mengalami banyak kerusakan dan terdapat gumpalan hitam yang menempel pada akar-akar tanaman. Pada hari ke-10 setiap perlakuan tanaman 12 dan tanaman 18, masing-masing perlakuan sudah mulai mengalami kerusakan. Pada batang tanaman sudah mengalami kerusakan ditandai dengan perubahan warna coklat kehitaman di sebagian batang. Pada hari ke-15 setiap perlakuan tanaman sudah mengalami kerusakan secara keseluruhan tanaman berwarna coklat kehitaman mulai dari batang dan daun yang akan tetapi tanaman mansiang memiliki tunas baru. Perubahan warna pada setiap tanaman diduga karena tanaman mansiang menyerap zat kontaminan pada limbah cair kelapa sawit.



**Gambar 4.2** Waktu remediasi tanaman Mansiang (*Scripus grossus*) (a) Waktu remediasi 5 hari (b) Waktu remediasi 10 hari (c) Waktu remediasi 15 hari

### 4.3 Uji Karakteristik Limbah

Limbah yang digunakan adalah limbah cair kelapa sawit pada proses minyak kelapa sawit. Limbah diambil dari PT. Beurata Subur Persada berlokasi diambil dari pabrik minyak kelapa sawit yang berlokasi di Gampong Babah Dua, Kecamatan Tadu



Raya, Kabupaten Nagan Raya, Provinsi Aceh, Indonesia. Uji karakteristik air limbah ini digunakan untuk mengetahui kandungan awal limbah sesuai dengan parameter air limbah cair kelapa sawit di Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Hasil uji karakteristik limbah cair kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Uji Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit

No.	Parameter	Hasil Pengujian Awal	Baku Mutu	Keterangan
1.	pH	8,44	6,0 – 9,0	Memenuhi Syarat
2.	COD (Mg/L)	531	350	Tidak memenuhi Syarat
3.	TSS (Mg/L)	306	250	Tidak memenuhi Syarat

(Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5, 2014)

Hasil uji karakteristik limbah cair kelapa sawit menunjukkan bahwa limbah cair kelapa sawit yang digunakan memiliki kandungan pH sebesar 8,44, kandungan COD sebesar 531,19 mg/L dan TSS sebesar 306 mg/L seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Berdasarkan Tabel 4.1 didapatkan bahwa nilai parameter yang meliputi pH, COD dan TSS ini melebihi dari baku mutu limbah cair kelapa sawit berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa parameter pH, COD dan TSS mengalami penurunan pada setiap harinya. Hasil pengukuran pH pada hari kelima, kesepuluh dan kelima belas mengalami peningkatan dengan nilai mencapai 9,2 sampai 9,0 untuk semua perlakuan. Untuk parameter lainnya seperti parameter COD dan TSS tidak mengalami penurunan yang signifikan akan tetapi pada setiap perlakuan parameter tersebut terus mengalami penurunan.

#### 4.4 Pengaruh Jumlah Tanaman Mansiang (*Scripus grossus*) dalam Penurunan Parameter pH, TSS dan COD

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, Tanaman Mansiang dapat menurunkan kadar COD dan TSS pada limbah cair kelapa sawit hingga di bawah baku mutu yang disesuaikan dengan Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Hal ini dikarenakan Mansiang memiliki akar rimpang yang dapat mengakumulasi padatan tersuspensi sehingga menjadi tempat menempelnya koloid yang melayang pada air limbah. Akan tetapi berbeda dengan nilai pH, Mansiang dapat menaikkan nilai pH. Nilai pH limbah cair kelapa sawit sebelum dilakukan perlakuan sebesar 8,44 dan setelah dilakukan pengolahan mengalami kenaikan menjadi 9,2.

**Tabel 4.2** Hasil Analisis Pengaruh Jumlah Tanaman dalam Penurunan Parameter

Perlakuan	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	pH
Kontrol	518	296,5	9
Tanaman 12	338,5	205	9,2
Tanaman 18	315	176	9,2

(Sumber: Analisis Data, 2022)

##### 4.4.1 Konsentrasi pH

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran pH air selama 15 hari yang dilaksanakan pada saat pengambilan sampel hari ke 0 dan pada pengambilan sampel hari ke 5, 10 dan 15. Nilai pH akhir limbah cair kelapa sawit setelah perlakuan yaitu 9,2. Kondisi optimum pH untuk tanaman uji fitoremediasi yaitu berkisar 6,5 – 7 (Atmaja, 2022). Penurunan dan peningkatan nilai pH dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Konsentrasi pH Setelah Perlakuan

Hari	Perlakuan			Baku Mutu Permen LH No. 5 Tahun 2014
	Kontrol	Tanaman 12	Tanaman 18	
0	8,44	8,44	8,44	6,0 – 9,0
5	9	9	9	6,0 – 9,0
10	9	9,2	9,2	6,0 – 9,0
15	9	9,2	9,2	6,0 – 9,0

(Sumber: Analisis Data, 2022)

Berdasarkan tabel 4.3 semua perlakuan pada hari ke 5 memenuhi baku mutu dengan pH 9. Sedangkan pada hari ke 10 dan hari 15 semua perlakuan tidak memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Perubahan nilai pH diduga karena adanya aktivitas penyerapan nutrient yang dilakukan oleh tumbuhan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Musapana *et al.*, (2020) menyatakan bahwa minyak bumi yang telah terurai dan diserap oleh tanaman dengan agen fitoremediator berfungsi sebagai nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Sehingga, semakin banyak tumbuhan yang terdapat pada reaktor maka semakin cepat terjadinya pelepasan CO<sub>2</sub>. Nilai pH pada kontrol yang tidak menggunakan tanaman Mansiang terjadi karena banyaknya oksigen yang masuk akibat aerasi secara terus menerus yang menyebabkan peningkatan nilai pH. Tidak adanya tanaman pada bak kontrol mengakibatkan tidak adanya pelepasan CO<sub>2</sub> (Hidayah *et al.*, 2018).

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

Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan metode fitomediasi hidroponik rakit apung dapat menurunkan kadar TSS (*Total Suspended Solid*) pada limbah cair kelapa sawit memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Padatan tersuspensi merupakan padatan yang menyebabkan kekeruhan pada air karena padatan tersebut tidak akan larut dan memiliki partikel-partikel yang lebih kecil dari

sedimen. Padatan tersuspensi pada air merupakan jumlah bobot bahan yang tersuspensi dalam volume air yang tertentu (Simanjuntak, 2019).

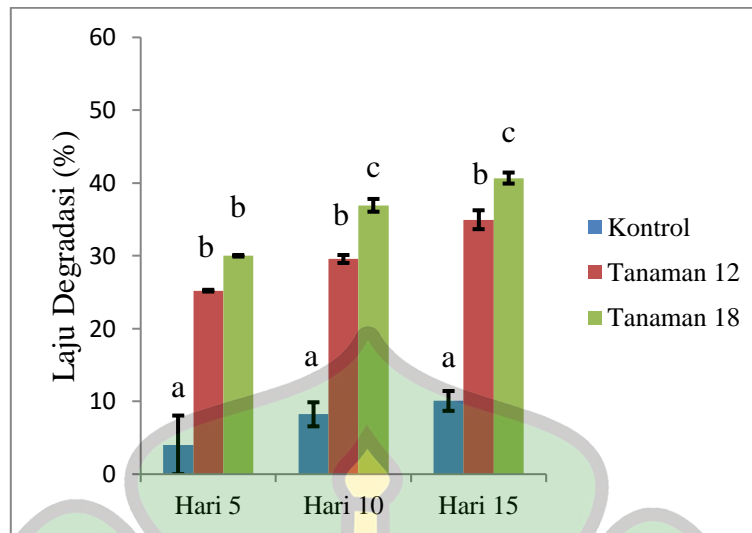
**Tabel 4.4** Hasil Analisis Penurunan Parameter TSS pada Limbah cair Kelapa Sawit

Perlakuan	Nilai awal TSS (mg/L)	Nilai Akhir TSS (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)
Kontrol		296,5	
Tanaman 12	306	205,5	250
Tanaman 18		176	

(Sumber: Analisis Data, 2022)

Berdasarkan tabel 4.4 menunjukkan perlakuan tanaman yang berjumlah 18 mengalami penurunan sebanyak 176 mg/L lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan jumlah tanaman 12 sebanyak 205,5 mg/L. Hal ini diduga karena semakin banyak tanaman mansiang yang digunakan maka semakin banyak bahan organik yang terkandung pada limbah cair kelapa sawit yang diserap dan dimanfaatkan sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya (Belami *et al.*, 2011). Akan tetapi kedua perlakuan sudah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

Tanaman mansiang yang digunakan sebagai agen fitoremediator memiliki kemampuan hidup dan tumbuh berkembang pada lingkungan tercemar limbah cair kelapa sawit. Hal ini disebabkan karena tanaman mansiang sebagai agen fitoremediator memanfaatkan bahan-bahan organik yang terdapat dalam limbah cair kelapa sawit sebagai sumber nutrisi untuk melakukan proses fotosintesis. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Musapana *et al.*, (2020) menyatakan bahwa minyak bumi yang telah terurai dan diserap oleh tanaman dengan agen fitoremediator berfungsi sebagai nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Sehingga, semakin banyak tumbuhan yang terdapat pada reaktor maka semakin cepat pula penurunan parameter TSS pada limbah cair tersebut.



**Gambar 4.3** Persentase Laju degradasi Parameter TSS oleh Jumlah Tanaman Mansiang

Berdasarkan Gambar 4.3 di atas diketahui bahwa ada perbedaan perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18) terhadap penurunan nilai parameter TSS. Penurunan nilai akhir parameter TSS pada kontrol sebesar  $10,060 \pm 1,361\%$ , pada perilaku jumlah tanaman 12 sebesar  $34,955 \pm 1,296\%$ , sedangkan pada perlakuan jumlah tanaman 18 sebesar  $40,676 \pm 0,758\%$ . Data hasil eksperimen semakin banyak tanaman mansiang yang digunakan penurunan kadar TSS semakin besar. Hal ini membuktikan bahwa tanaman mansiang memiliki kemampuan untuk menurunkan kadar TSS limbah cair kelapa sawit dan sangat bermanfaat dalam proses pengolahan air limbah cair terlebih pada limbah cair kelapa sawit. Kadar TSS pada kontrol mengalami penurunan tetapi relatif kecil dibandingkan dengan perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18) hal ini terjadi disebabkan karena adanya proses sedimentasi pada dasar bak (Oktavia *et al.*, 2016).

Hasil analisis uji beda nyata terkecil terdapat lama waktu perlakuan (hari) menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (berbeda nyata) antara penurunan parameter TSS pada control dan perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18). Hari kelima, pada control dengan perlakuan jumlah tanaman 12 berbeda nyata ( $P < 0,05$ ), kontrol dengan perlakuan jumlah tanaman 18 berbeda nyata pula ( $P < 0,05$ ), sedangkan perlakuan jumlah tanaman 12 dengan perilaku jumlah tanaman 18 juga berbeda nyata



( $P < 0,05$ ). Hari kesepuluh dan kelima belas memiliki uji beda nyata terkecil dengan nilai sig. ( $P < 0,005$ ).

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

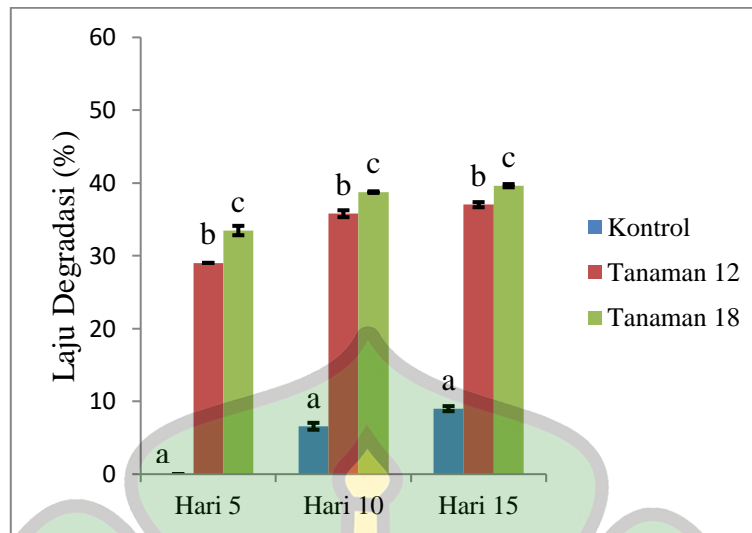
Berdasarkan hasil eksperimen yang telah dilakukan, kandungan COD dari hari ke hari terus mengalami penurunan dapat dilihat pada Gambar 4.5. Penurunan parameter COD yang signifikan terjadi pada perilaku jumlah tanaman 18 hari kelimabelas yaitu sebesar 40,30% dengan nilai kadar COD sebesar 315 Mg/L dan sudah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah untuk dibuang ke lingkungan. Presentase laju degradasi penurunan parameter COD dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Hasil Analisis Penurunan Parameter COD pada Limbah cair Kelapa Sawit

Perlakuan	Nilai awal COD (mg/L)	Nilai Akhir COD (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)
Kontrol		518	
Tanaman 12	531	338,5	350
Tanaman 18		315	

(Sumber: Analisis Data, 2022)

Nilai COD menunjukkan kadar oksigen yang terdapat pada sampel limbah cair yang dapat dioksidasi secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis mampu yang sukar didegradasi secara biologis (Fandya dan Soewondo, 2011). COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk mendegradasi bahan-bahan organik secara kimia dalam air. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kecenderungan penurunan konsentrasi COD mengalami penurunan setiap harinya mengindikasikan bahwa bahan organik yang terdapat pada limbah cair kelapa sawit sebagian besar terdiri dari bahan organik yang bersifat *biodegradable* (dapat terdegradasi secara biologis). Bahan organik yang terkandung pada limbah akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi. Hasil proses biodegradasi oleh mikroorganisme dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara selama masa pertumbuhan (Muhajir, 2013).



**Gambar 4.4** Persentase Laju degradasi Parameter COD Ooeh Jumlah Tanaman Mansiang

Data pada Gambar 4.4 pengukuran parameter COD menunjukkan bahwa pada kontrol, perlakuan tanaman 12 dan perlakuan tanaman 18 dalam waktu 15 hari secara keseluruhan cenderung mengalami penurunan. Laju degradasi parameter COD tertinggi pada perlakuan tanaman 18 dengan nilai  $39,627 \pm 0,220\%$  dan laju degradasi yang paling kecil pada perlakuan control dengan nilai  $8,995 \pm 0,349\%$ .

Efektivitas tanaman mansiang dalam pengolahan limbah cair kelapa sawit dengan waktu remediasi 15 hari nilai terbaik pada perlakuan tanaman 18 memiliki nilai efektivitas sebesar  $39,627 \pm 0,220\%$ . Hal ini sesuai dengan teori semakin banyaknya jumlah tanaman yang digunakan pada eksperimen maka akan menyebabkan kadar COD semakin menurun pula karena tanaman akan menyerap dan memanfaatkan bahan organik yang terkandung pada limbah cair kelapa sawit sebagai nutrisi pertumbuhannya (Belami *et al.*, 2011).

Berdasarkan Gambar 4.4 di atas diketahui bahwa ada perbedaan kontrol dan perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18) terhadap penurunan nilai parameter COD. Penurunan nilai akhir parameter COD pada kontrol sebesar  $8,995 \pm 0,349\%$ , pada perilaku jumlah tanaman 12 sebesar  $37,019 \pm 0,505\%$ , sedangkan pada perilaku jumlah tanaman 18 sebesar  $39,627 \pm 0,220\%$ .

Perbedaan rerata control dan perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18) terhadap penurunan nilai parameter COD tersebut secara statistic dapat diketahui setelah dilakukannya uji ANOVA, setelah itu dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BTN) yang berfungsi untuk mengetahui adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan. Hasil uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan control dan perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18) terhadap penurunan nilai parameter COD, hal ini ditunjukkan dari nilai  $p < 0,05$ .

Hasil analisis uji beda nyata terkecil terdapat kontrol dan perlakuan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (berbeda nyata) antara kontrol dan perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18) terhadap penurunan nilai parameter COD. Hari kelima, pada kontrol dengan perlakuan jumlah tanaman 12 berbeda nyata ( $P < 0,05$ ), kontrol dengan perlakuan jumlah tanaman 18 berbeda sangat nyata ( $P < 0,05$ ), sedangkan perlakuan jumlah tanaman 12 dengan perilaku jumlah tanaman 18 berbeda nyata ( $P < 0,05$ ). Hari kesepuluh dan kelima belas memiliki uji beda nyata terkecil dengan nilai sig. ( $P < 0,005$ ). Berdasarkan hasil statistic tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kontrol dan perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18) terhadap penurunan nilai parameter COD.

#### **4.5 Pengaruh Lamanya Waktu Remediasi Tanaman Mansiang (*Scripus grossus*) dalam Penurunan Parameter pH, TSS dan COD**

Hasil eksperimen menunjukkan setiap kontrol dan perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18) pada eksperimen ini mengalami penurunan parameter COD, TSS dan pH. Penurunan parameter COD, TSS dan pH sudah memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Berikut ini merupakan hasil pengaruh lama waktu remediasi oleh tanaman mansiang dalam menurunkan parameter COD, TSS dan pH untuk kontrol dan perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18) yang disajikan pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Hasil Analisis Pengaruh Lamanya Waktu Remediasi oleh Tanaman Mansiang

Perlakuan	Waktu Remediasi (Hari)	COD (mg/L)	TSS (mg/L)	pH
Kontrol	5	531	303	9
	10	524	299	9
	15	518	296	9
Tanaman 12	5	406	250	9
	10	349	231	9,2
	15	338	205	9,2
Tanaman 18	5	369	229	9
	10	323	195	9,2
	15	315	176	9,2

(Sumber: Analisis Data, 2022)

#### 4.5.1 Konsentrasi pH

Selama terjadinya proses fitoremediasi dalam kurun waktu 15 hari data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 4.6. Berdasarkan tabel 4.6 yaitu hubungan antara pH dan lama waktu remediasi, pada tanaman mansiang dengan perlakuan tanaman 12 dan tanaman 18 terjadi kenaikan. Kenaikan ini disebabkan karena adanya aktivitas biokimia mikroorganisme yang terdapat pada air limbah dan pada akar tanaman tersebut (Ni'mah *et al.*, 2019).

Lama waktu remediasi pada hari ke 5, 10 dan 15 untuk semua perlakuan mengalami penurunan kadar. Hal ini disebabkan oleh banyak faktor selain kondisi tanaman, faktor derajat keasaman juga dapat mempengaruhi karena kadar pencemar diperairan akan stabil pada pH rendah. Sebaliknya, jika pH larutan nutrisi tidak sesuai, terlalu asam atau terlalu basa tanaman hidroponik tidak akan tumbuh dengan baik bahkan cepat mati (Frengky, Suryani dan Reni, 2015). Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Belami *at al.*, (2011) menyatakan semakin banyak tanaman yang digunakan sebagai agen fitoremediator maka semakin besar pula penyerapan yang

dilakukan. Pengaruh jumlah tanaman dan lama waktu remediasi pada proses fitoremediasi saling berhubungan satu sama lainnya.

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

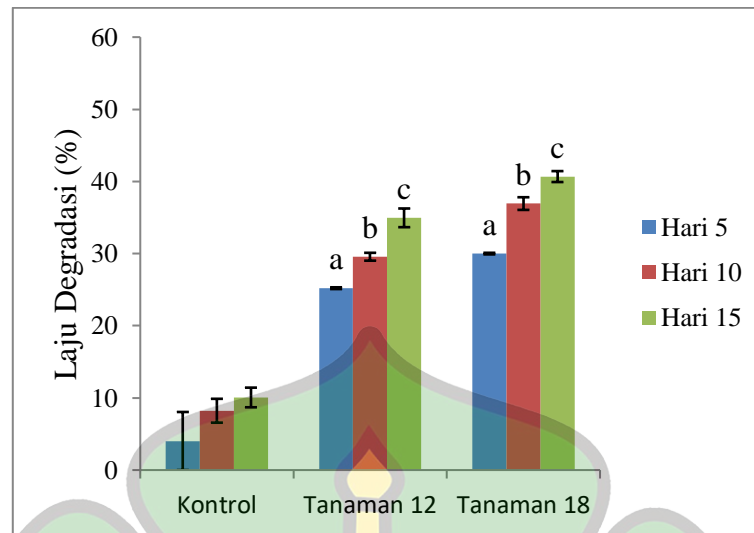
Hasil pemeriksaan secara laboratorium pada sampel limbah yang digunakan, diketahui bahwa kadar TSS pada limbah cair kelapa sawit sebelum dilakukannya perlakuan yaitu 306 mg/L, sedangkan hasil analisa kadar TSS setelah dilakukan percobaan dapat dilihat pada tabel 4.5. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa reaktor kontrol atau bak yang tidak ada tanaman mansiang pada hari ke 5, 10 dan 15 mengalami penurunan. Penurunan yang terjadi disebabkan karena adanya proses sedimentasi pada dasar bak. Hal ini dapat terjadi karena kontaminan bahan organik yang terdapat pada limbah dalam keadaan kekurangan oksigen sehingga menyebabkan terjadinya pengendapan (Oktavia *et al.*, 2016).

Selain itu, pada perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18) yang berisi tanaman Mansiang mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu remediasi pada air limbah. Penurunan yang terjadi pada reaktor kontrol tidak signifikan dibandingkan dengan reaktor yang berisikan tanaman mansiang. Waktu yang dibutuhkan untuk air limbah berada pada baku mutu yang ditetapkan yaitu pada hari ke 10. Setiap perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18) sudah mampu menurunkan limbah di bawah baku mutu.

جامعة الرانيري

A R - R A N I R Y





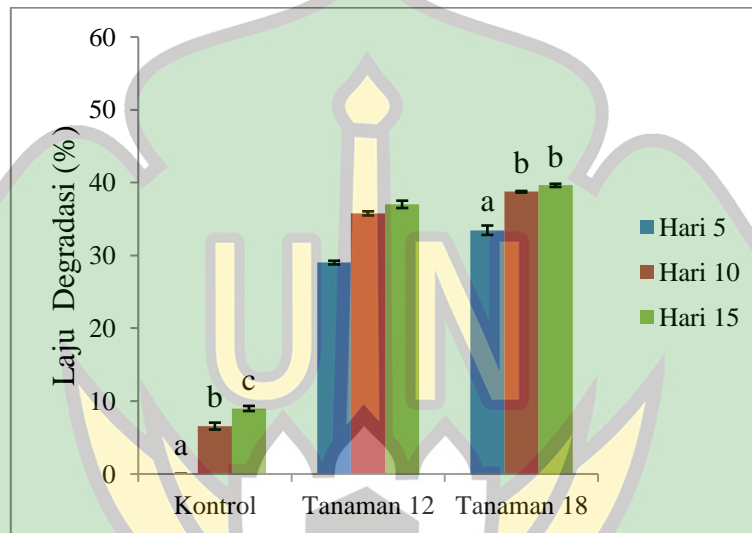
**Gambar 4.5** Pengaruh Laju Degradasi Parameter TSS terhadap Waktu Remediasi

Berdasarkan gambar 4.5 diatas diketahui bawa ada perbedaan waktu remediasi (hari) terhadap penurunan parameter TSS. Penurunan nilai TSS terbesar terdapat pada hari 15 dengan kontrol sebesar  $10,060 \pm 1,361$ , perlakuan jumlah tanaman 12 sebesar  $34,955 \pm 1,296$  dan perlakuan jumlah tanaman 18 sebesar  $40,676 \pm 0,758$ .

Hasil analisis uji beda nyata kecil terdapat perbedaan waktu remediasi (hari) terhadap penurunan parameter TSS menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (beda nyata) antara perbedaan waktu remediasi (hari) terhadap penurunan parameter TSS. Pada perlakuan control hari ke lima, sepuluh dan lima belas berbeda tidak nyata ( $P > 0,05$ ), sedangkan pada perilaku jumlah tanaman 12 hari kelima dengan hari ke sepuluh berbeda nyata ( $P < 0,05$ ), hari kelima dengan hari ke lima belas berbeda sangat nyata ( $P < 0,05$ ), sedangkan hari ke sepuluh dengan hari ke limabelas berbeda sangat nyata ( $P < 0,05$ ). Pada perlakuan jumlah tanaman 18 pada hari lima, sepuluh dan lima belas memiliki beda yang sama dengan jumlah tanaman 12 dan memiliki nilai signifikan ( $P < 0,05$ ).

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

Hasil analisis kadar COD dalam limbah cair kelapa sawit setelah dilakukannya perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.5. Kadar COD mengalami penurunan setiap waktu remediasi yang telah ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu remediasi maka semakin menurun kadar COD yang terdapat pada limbah cair kelapa sawit (Risky *et al.*, 2017).



**Tabel 4.6** Pengaruh Laju Degradasi Parameter COD terhadap Waktu Remediasi

Berdasarkan gambar 4.6 diatas diketahui bawa ada perbedaan waktu remediasi (hari) terhadap penurunan parameter COD. Penurunan nilai akhir parameter COD pada kontrol sebesar  $8,995 \pm 0,349\%$ , pada perilaku jumlah tanaman 12 sebesar  $37,019 \pm 0,505\%$ , sedangkan pada perilaku jumlah tanaman 18 sebesar  $39,627 \pm 0,220\%$ .

Perbedaan rerata perlakuan terhadap waktu remediasi (hari) terhadap penurunan parameter COD tersebut secara statistik dapat diketahui setelah dilakukannya uji ANOVA, setelah itu dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BTN) yang berfungsi untuk mengetahui adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan. Hasil uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang nyata perlakuan terhadap lama waktu remediasi (hari), hal ini ditunjukkan dari nilai  $P < 0,05$ .

Hasil analisis uji beda nyata kecil terdapat perbedaan waktu remediasi (hari) terhadap penurunan parameter COD menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (beda nyata) antara perbedaan perlakuan terhadap lama waktu perlakuan (hari). Pada perlakuan kontrol hari ke lima, sepuluh dan lima belas berbeda sangat nyata ( $P > 0,05$ ), sedangkan pada perilaku jumlah tanaman 12 hari kelima dengan hari ke sepuluh tidak berbeda nyata ( $P < 0,05$ ), hari kelima dengan hari ke lima belas tidak berbeda nyata ( $P < 0,05$ ), sedangkan hari ke sepuluh dengan hari ke limabelas tidak berbeda nyata pula ( $P < 0,05$ ). Pada perlakuan jumlah tanaman 18 pada hari lima, sepuluh dan lima belas memiliki signifikan ( $P < 0,05$ ). Berdasarkan hasil uji statistik tersebut menunjukkan bahwa terdapat beda perlakuan terhadap lama waktu remediasi (hari) berpengaruh terhadap penurunan parameter COD.

#### **4.6 Efektivitas Tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) dalam menurunkan Parameter COD, TSS, dan pH**

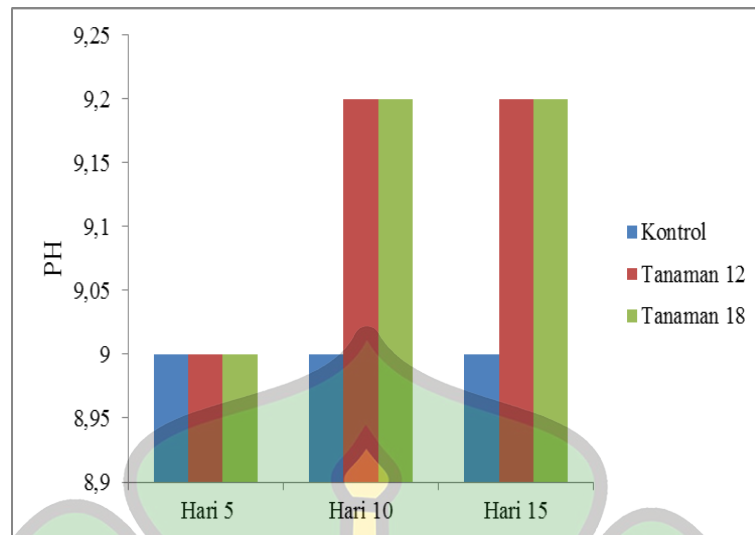
Berdasarkan dari hasil eksperimen yang telah dilakukan bahwa tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) memiliki efektivitas dalam menurunkan parameter COD dan TSS pada limbah cair kelapa sawit. Adapun perbandingan perlakuan yang digunakan pada eksperimen ini kontrol dan perlakuan (tanaman 12 dan tanaman 18). Berikut efektivitas tanaman Mansiang dalam menurunkan kadar COD dan TSS dapat dilihat pada Tabel 4.7

**Tabel 4.7** Efektivitas Tanaman Mansiang dalam Menurunkan Parameter Limbah

	Waktu Remediasi (Hari)	COD (mg/L)		TSS (mg/L)		pH
		Hasil	EP (%)	Hasil	EP (%)	Hasil
Perlakuan	5	531	0	303	4	9
	10	524	6,5	299	8,2	9
	15	518	8,9	226	10	9
<b>Efektivitas Rata-rata</b>		<b>5,1</b>		<b>7,4</b>		
Tanaman 12	5	406	29	250	25,2	9
	10	369	35,7	231	29,5	9,2
	15	338	37	205	34,9	9,2
<b>Efektivitas Rata-rata</b>		<b>33,9</b>		<b>29,9</b>		
Tanaman 18	5	349	33,4	229	30	9
	10	323	38,7	295	36,9	9,2
	15	315	39,6	176	40,6	9,2
<b>Efektivitas Rata-rata</b>		<b>37,2</b>		<b>35,8</b>		

(Sumber: Analisis Data, 2022)

Nilai pH menunjukkan adanya konsentrasi ion  $H^+$  dan ion  $OH^-$  pada limbah cair kelapa sawit. Kekurangan ion tersebut menyebabkan air limbah cair kelapa sawit bersifat basa karena memiliki pH yang tinggi. Kondisi ini didukung oleh pemeriksaan uji pendahuluan nilai pH pada limbah cair kelapa sawit yaitu 8,44. Hasil analisis pH selama pengolahan menunjukkan bahwa nilai pH air limbah dalam reaktor mengalami peningkatan pada kisaran 9 - 9,2. Semakin lama waktu pemaparan, pH pada masing-masing reaktor tidak mengalami penurunan. Berdasarkan data dari Tabel 4.3 maka dapat dibuat grafik perubahan nilai parameter pH.

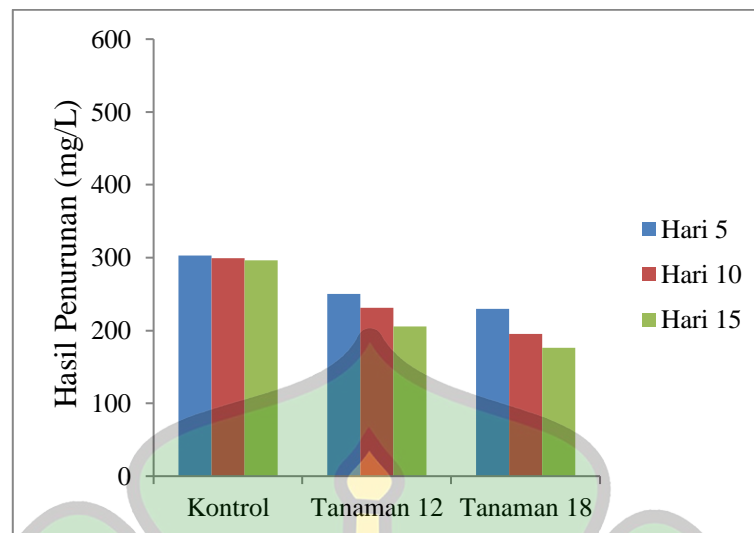


**Gambar 4.7** Perubahan Nilai Parameter pH

Dari hasil pengukuran nilai pH selama 15 hari menghasilkan bahwa aerasi pada setiap perlakuan memiliki pengaruh yang besar terhadap kenaikan nilai pH. Banyaknya oksigen yang masuk akibat proses aerasi terus menerus membuat difusi kadar  $\text{CO}_2$  menjadi ion karbonat berkurang sehingga mampu menaikkan nilai pH (Novita *et al.*, 2022). Pada perlakuan kontrol yang tidak menggunakan tanaman Mansiang kenaikan kadar pH terjadi karena banyaknya oksigen yang masuk akibat aerasi secara terus menerus yang menyebabkan peningkatan nilai pH. Tidak adanya tanaman Mansiang pada bak kontrol mengakibatkan tidak adanya pelepasan  $\text{CO}_2$  (Hidayah *et al.*, 2018).

Uji efektivitas tanaman mansiang dalam proses degradasi limbah cair kelapa sawit dengan menggunakan sistem hidroponik rakit apung menghasilkan perbedaan penurunan kadar TSS berdasarkan jumlah tanaman. Pada perlakuan tanaman yang berjumlah 18 mengalami penurunan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan jumlah tanaman 12. Perlakuan jumlah tanaman 18 mengalami penurunan tertinggi mencapai 40,6% dengan rerata 176 mg/L, sedangkan jumlah tanaman 12 mengalami penurunan tertinggi mencapai 34,9% dengan rerata 205 mg/L. Berdasarkan data dari Tabel 4.3 maka dapat dibuat grafik hasil penurunan efektivitas Mansiang terhadap kadar TSS.





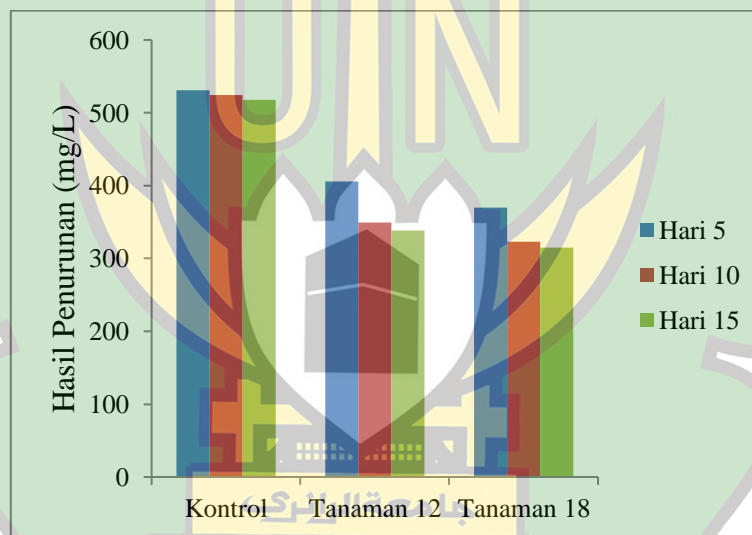
**Gambar 4.8** Hasil Penurunan Kadar TSS

Tanaman mansiang yang digunakan sebagai agen fitoremediator memiliki kemampuan hidup dan tumbuh berkembang pada lingkungan tercemar limbah cair kelapa sawit. Hal ini disebabkan karena tanaman mansiang sebagai agen fitoremediator memanfaatkan bahan-bahan organik yang terdapat dalam limbah cair kelapa sawit sebagai sumber nutrisi untuk melakukan proses fotosintesis. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Musapana *et al.*, (2020) menyatakan bahwa minyak bumi yang telah terurai dan diserap oleh tanaman dengan agen fitoremediator berfungsi sebagai nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Sehingga, semakin banyak tumbuhan yang terdapat pada reactor maka semakin cepat pula penurunan parameter TSS pada limbah cair tersebut.

Penurunan TSS juga disebabkan oleh aktivitas mikroba pada akar yang dikenal dengan istilah proses rhizofiltrasi. Proses adalah proses penyerapan zat kontaminan yang berlebihan pada bagian akar tanaman (Sibore, 2019). Pada saat berlangsungnya proses rhizofiltrasi akar tanaman akan menyerap zat kontaminan yang terkandung dalam limbah. Selanjutnya, terjadi juga proses fitodegradasi dimana zat kontaminan berkurang akibat adanya metabolisme mikroba. Fitodegradasi merupakan proses mikroba yang berada sekitar akar tanaman dalam menguraikan zat kontaminan pada limbah (Widyasari, 2020). Setelah itu, zat kontaminan yang sebelumnya telah

diserap akan dilepaskan ke lingkungan melalui bagian daun tanaman, proses ini disebut dengan fitovolatisasi. Fitovolatisasi adalah proses tanaman menyerap zat kontaminan pada limbah dan mengubahnya agar tidak berbahaya lagi kemudian akan dilepaskan ke atmosfer (Irwanto, 2016).

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa efektivitas fitoremediasi Mansiang terhadap parameter COD menunjukkan hasil yang beragam antara 531-315 mg/L. Hasil penurunan efektivitas tertinggi terdapat pada perlakuan tanaman 18 dengan penurunan kadar COD mencapai 39,6% dengan nilai rerata 315 mg/L, sedangkan hasil penurunan terendah terdapat pada perlakuan tanaman 12 dengan penurunan kadar COD 37% dengan nilai rerata 338 mg/L. Berdasarkan data dari Tabel 4.3 maka dapat dibuat grafik hasil penurunan efektivitas Mansiang terhadap kadar COD.



**Gambar 4.9** Hasil Penurunan Kadar COD

Nilai COD menunjukkan kadar oksigen yang terdapat pada sampel limbah cair yang dapat dioksidasi secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis mampu yang sukar didegradasi secara biologis (Fandya dan Soewondo, 2011). Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kecenderungan penurunan konsentrasi COD mengalami penurunan setiap harinya mengindikasikan bahwa bahan organik yang terdapat pada limbah cair kelapa sawit sebagian besar terdiri dari bahan organik yang bersifat *biodegradable* (dapat terdegradasi secara biologis). Bahan organik yang

terkandung pada limbah akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi. Hasil proses biodegradasi oleh mikroorganisme dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara selama masa pertumbuhan (Muhajir, 2013).

Penurunan COD dapat terjadi dalam proses fotosintesis, pada proses fotosintesis akan menghasilkan oksigen yang akan dilepaskan ke dalam air limbah yang akan mengoksidasi senyawa organik (Dwi *et al.*, 2015). Selain dengan proses fotosintesis, proses penyerapan bahan organik lainnya diduga diserap oleh tanaman mansiang melalui akarnya. Akar akan menyerap bahan organik yang terdapat pada limbah dibantu mikroorganisme untuk dimanfaatkan sebagai nutrisi. Mikroorganisme rhizofer merupakan mikroorganisme yang terdapat pada akar memiliki kemampuan untuk melakukan mengakumulasi atau pengendapan terhadap bahan organik yang terdapat pada limbah (Raissa, 2017; Hamdan *et al.*, 2019).

Pada perlakuan jumlah tanaman 12 dan tanaman 18 terjadi penurunan konsentrasi COD limbah cair kelapa sawit. Hal ini terjadi karena proses degradasi mulai efektif ketika mikroorganisme yang terdapat pada akar tanaman mansiang mulai tumbuh dalam jumlah yang banyak. Hal ini diduga karena tanaman mansiang memperoleh banyak nutrisi dari limbah cair kelapa sawit. Menurut Simamora, (2018) menyatakan bahwa proses pengolahan air limbah cair kelapa sawit yang terjadi pada setiap perlakuan adalah filtrasi, absorpsi oleh mikroorganisme dan adsorpsi bahan organik yang dilakukan oleh akar-akar tumbuhan. Mikroorganisme akan mengubah bahan organik yang terdapat pada limbah cair menjadi senyawa yang lebih sederhana yang akan dimanfaatkan tumbuhan menjadi nutrisi, sedangkan bagian akar akan menyediakan oksigen untuk proses metabolisme mikroorganisme.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan rumusan masalah dan pembahasan diatas maka dapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah tanaman mempengaruhi konsentrasi COD dan TSS, dimana semakin banyak tanaman penurunan konsentrasi COD dan TSS semakin bagus. Nilai akhir COD perlakuan kontrol, perlakuan jumlah tanaman 12 dan tanaman 18 secara berturut-turut sebesar 9%; 37%; 39,62%, dan Nilai TSS secara berturut-turut yaitu 10%; 34,9%; 40,6%.
2. Waktu remediasi mempengaruhi konsentrasi COD dan TSS, dimana semakin lama waktu remediasi penurunan konsentrasi COD dan TSS semakin bagus. Konsentrasi TSS signifikan terjadi pada perlakuan 18 tanaman pada hari 5, hari 10, hari 15 secara berturut-turut yaitu 33,4%; 38,75%; 40,6% dan konsentrasi COD penurunan tertinggi terjadi pada perlakuan jumlah tanaman 18 secara berturut-turut yaitu 33,4%; 38,7%; dan 39,62%.
3. Pengolahan limbah cair kelapa sawit dengan tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) pada sistem hidroponik rakit apung mampu menurunkan nilai COD sebesar 39,62%, TSS sebesar dan nilai pH dari 8,44 menjadi 9,2 .

#### **5.2 Saran**

Adapun saran dan masukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui efektivitas tanaman mansiang (*Scirpus grossus*) dengan pemeliharaan dan perawatan lebih diperhatikan agar performa tumbuhan lebih meningkat.
2. Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan tanaman mansiang (*Scirpus grossus*) sebagai agen fitoremediator sehingga memperoleh tingkat kejenuhan tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adinata, Candra. 2020. Efektivitas Tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) Dalam Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung. *Skripsi*. Banda Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Andika, B., Wahyuningsih, P., & Fajri, R. 2020. Penentuan nilai BOD dan COD sebagai parameter pencemaran air dan baku mutu air limbah di pusat penelitian kelapa sawit (PPKS) Medan. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. 2(1). 14-22.
- Anggreni, M. W. 2012. Pengelolaan Limbah Padat Sebagai Bagian Penerapan Konsep Green Building. Studi Kasus: Kantor Pusat PT. Pertamina, Jakarta. *Skripsi*. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Arita, S., Rifqi, M., Nugroho, T., Agustina, T. E., & Hadiah, F. 2020. Pembuatan biodiesel dari limbah cair kelapa sawit dengan variasi katalis asam sulfat pada proses esterifikasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 26(1): 1-11.
- Atmaja, N. A. 2022. Fitoremediasi Air Limbah Laundry dengan Tanaman Kana (*Canna indica*) Pada *Constructed Wetland*. *Skripsi*. Jambi: Universitas Batanghari.
- Belami L, I.M.Y., B. Boy R Sidharta. 2011. Pemanfaatan Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*) Untuk Menurunkan Kadar Merkuri (Hg) Pada Air Bekas Penambangan Emas Rakyat, Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya: Yogyakarta.
- Dairi, P. C. D. K., & Tumanggor, D. S. 2008. Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Cokelat di Kabupaten Dairi. *Tesis*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Daniel, D., Zahrah, S., & Fathurrahman, F. 2017. Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dan Npk Organik Pada Tanaman Timun Suri (*Cucumis sativus L.*). *Dinamika Pertanian*. 33(3): 261-274.



- Dwi Adhi Suastuti, N., Suarsa, I., & Kurnia Putra R, D. 2015. Pengolahan Larutan Deterjen Dengan Biofilter Tanaman Kangkungan (*Ipomoea Crassicaulis*) Dalam Sistem Batch (Curah) Teraerasi. *Jurnal Kimia*. 9(1). 98– 104.
- Elystia S, Darmayanti I, Muria SR. 2019. Pengaruh Variasi Konsentrasi Bead *Alga Chlorella sp.* dalam Flat-Fotobioreaktor untuk Menyisihkan Nutrient pada *Palm Oil Mill Effluent* (POME). *Jurnal Sains dan Teknologi*, 18(1): 14-20.
- Elystia, S. 2014. Pengolahan kandungan COD limbah cair pabrik kelapa sawit oleh *Typha latifolia* dengan metode fitoremediasi. *Jurnal Dampak*. 11(2): 88-95.
- Erika. 2019. Respon Pertumbuhan Tanaman Pak Choi (*Brassica Rapa L*) Dari Berbagai Jenis Larutan dan Ketinggian Air dengan Metode Hidroponik Sistem Rakit Apung. *Skripsi*. Sumatera Utara: Program Studi Keteknikan Pertanian.
- Evasari J. 2012. Pemanfaatan Lahan Basah Buatan Dengan Menggunakan Tanaman *Typha latifolia* Untuk Mengelola Limbah Cair Domestik (Studi Kasus: Limbah Cair Kantin Fakultas Teknik Universitas Indonesia). *Skripsi Sarjana*. Depok: Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Indonesia.
- Fandya, A., & Soewondo, P. 2011. Efisiensi Penyisihan Organik Air Sodetan Sungai Citarum Menggunakan Constructed Wetland dengan Tanaman *Typha Sp.* dan *Scirpus grossus* (Studi Kasus: Desa Daraulin, Kabupaten Bandung *Organic Removal Efficiency In Citarum River. Using Construct*. 17. 56–67.
- Frengky Karoba, Suryani, Reni Nurjismi. 2015. Pengaruh Perbedaan pH Terhadap | H. 111 Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*) Sistem Hidroponik.
- Ghani, Ilmanafian Adzani., Ema, L., Fitria, K., 2020. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Metode Filtrasi dan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 21(2): 244-253.

- Hamdan, A. M., Bijaksana, S., Tjoa, A., Dahrin, D., & Kirana, K. H. 2019. *Magnetic characterizations of nickel hyperaccumulating plants (Planchonella oxyhedra and Rinorea bengalensis) from Halmahera, Indonesia. International journal of phytoremediation.* 21(4): 364-371.
- Harahap, Fumi., dkk. 2018. *Opportunities to Optimize the Palm Oil Supply Chain in Sumatra, Indonesia. Energies.*
- Harahap, M. S. 2019. Analisis Efisiensi Tata Niaga Tandan Buah Segar Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) Kebun Rakyat di Desa Mananti Kecamatan Hutaraja Tinggi Kabupaten Padang Lawas. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Hidayati. N. 2005. Fitoremediasi dan Potensi Tumbuhan Hiperakumulator. Ulasan Hayati, 12(1): 35-40.
- Ibrahim, H *et al.*, 2018. Unjuk Kerja Sistem Pembangkit Listrik Menggunakan Biogas Limbah Cair Pada Pabrik Kelapa Sawit. *Journal Of Mechanical Engineering Manufactures Materials And Energy.* 2(2): 78-85.
- Ichtiakhiri, T. H., Sudarmaj. 2015. Pengelolaan Limbah B3 dan Keluhan Kesehatan Pekerja di PT. Inka (Persero) Kota Madiun. *Jurnal kesehatan Lingkungan.* 8(1).
- Irwanto R. 2010. Fitoremediasi Lingkungan Dalam Tanaman Bali, UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi. LIPI, 2(4): 29-35.
- Jainudin, M. 2016. Hubungan Antara Ketersediaan Buku Referensi Perpustakaan Dengan Peningkatan Minat Baca Siswa Pada Perpustakaan SMPN 17 Kendari. *Jurnal Ilmu Komunikasi UHO: Jurnal Penelitian Kajian Ilmu Komunikasi dan Informasi.* 1(2).
- Jenny C dan Guido, 2015. Fitoremediasi logam timbale Pb menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada limbah industri peleburan tembaga dan kuning. *Teknik Lingkungan.* 3: 733-744.

- Mirnandaulia, M., Rachmiadji, I., & Exadius, G. 2019. Pemanfaatan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) Sebagai Alternatif Energi Terbarukan di Salah Satu Perusahaan Kelapa Sawit Sumatera Utara. *Ready Star*. 2(1).25-29.
- Mirnandaulia, M., Rachmiadji, I., & Exadius, G. 2019. Pemanfaatan *Palm Oil Mill Effluent* (POME) Sebagai Alternatif Energi Terbarukan Di Salah Satu Perusahaan Kelapa Sawit Sumatera Utara. *Ready Star*. 2(1).25-29.
- Muhajir, Mika Septiawan. 2013. Penurunan Limbah Cair BOD dan COD pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (*Typha angustifolia*) dengan Sistem *Constructed Wetland*. *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.
- Musapana, S., Dewi, E. R. S., & Rahayu, R. C. 2020. Efektivitas Semanggi Air (*Marsilea crenata*) Terhadap Kadar TSS Pada Fitoremediasi Limbah Cair Tahu. *Florea: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*. 7(2). 92-97.
- Nila, Kandi Ravika. 2019. Fitoremediasi Limbah Cair Kelapa Sawit Menggunakan Kangkung Air (*Ipomoea aquatic Forsk*). *Skripsi*. Banda Aceh. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Ni'mah, L., Anshari, M. A., & Saputra, H. A. 2019. Pengaruh Variasi Massa dan Lama Kontak Fitoremediasi Tumbuhan Parupuk (*Phragmites karka*) Terhadap Derajat Keasaman (pH) dan Penurunan Kadar Merkuri Pada Perairan Bekas Penambangan Intan Dan Emas Kabupaten Banjar. *Jurnal Konversi*. 8(1): 8.
- Oktavia, Z., Budiyono, B., & Dewanti, N. A. Y. 2016. Pengaruh Variasi Lama Kontak Fitoremediasi Tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta*) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Pada Limbah Cair Home Industry Batik "X" Magelang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(5), 238-245.
- Pangesti, A. W. M. 2021. Analisis Karakteristik Limbah Cair Laundry di Kecamatan Medan Selayang Kota Medan Tahun 2020. Sumatera Utara: Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat.

- Panisah, S. 2020. Aplikasi Hidroponik Nft Untuk Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Terung Ungu (*Solanum Melongena L.*) Pada Berbagai Konsentrasi Ab Mix Dan Media Tanam Organik. *Skripsi*. Pekan Baru: Program Studi Agroteknologi.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Tahun 2004 Tentang Standar Baku Mutu Limbah Cair Kelapa Sawit.
- Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Pulungan, Anis Syafira. 2017. Analisis Pengelolaan Limbah Cair Kelapa Sawit Di Pabrik PT. X Tahun 2017. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Purbajanti, E. D., Slamet, W., & Kusmiyati, F. 2017. *Hydroponic Bertanam Tanpa Tanah*. Semarang: EF Press Digimedia.
- Purwanti, P., Elystia, S., & Sasmita, A. 2014. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Metode Fitoremediasi Menggunakan *Typha latifolia*. *JOM FTEKNIK*. 1(2).
- Puspanti, A. 2013. Kajian Fitoremediasi Sebagai Salah Satu Pendukung Kegiatan Pengelolaan Lahan Paska Penambangan Batubara. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian*. 149-155. جامعة الرانري
- Raisa, D, G,. 2017. Fitoremediasi Air yang Tercemar Limbah Laundry dengan Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*). TUGAS AKHIR – RE 141581. Universitas Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Rangian, S. D., Pelealu, J. J., & Baideng, E. L. 2017. Respon Pertumbuhan Vegetatif Tiga Varietas Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) pada Kultur Teknik Hidroponik Rakit Apung. *Jurnal MIPA*. 6 (1): 26-30.

- Rasdy, N. F. A., Sanagi, M. M., Ibrahim, W. A. W., & Abu Naim, A. 2008. *Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in palm oil mill effluent by soxhlet extraction and gas chromatography-flame ionization detection. Malaysian J. Anal. Sci.* 12:16-21.
- Relf D. 1996. *Plant Actually Clean the Air*. Blacksburg: Consumer Horticulture, Virginia Tech.
- Rizky, N., Budiyo, O. Setiani. 2017. Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman *Azolla microphylla* Terhadap Penurunan Kadar Fosfat Dan COD Pada Limbah Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 5(1): 465-472 : ISSN : 2356-3346.
- Roidah, I. S. 2014. Pemanfaatan Lahan dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. *Jurnal Bonorowo*. 1(2).43-49.
- Sari, F. D. N. 2013. Fitoremediasi Limbah Rumah Tangga oleh Tanaman Wlingen (*Scirpus Grossus*), Kiapu (*Pistia Stratiotes*), dan Teratai (*Nymphaea Firecrest*). Tesis. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Sibero, N. H. B. T., Wijayanti, N. P. P., & Perwira, I. Y. 2019. Fitoremediasi Logam Berat Timbal (Pb) oleh Tanaman Kiapu (*Pistia stratiotes*) Berdasarkan Analisis *Mass Balance*. *Current Trends in Aquatic Science II*. 2. 87-93.
- Silalahi, B. M. 2017. Pengelolaan Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*) di Angsana Estate, Kalimantan Selatan. *Buletin Agrohorti*. 5(3):373-383.
- Simamora, D. 2018. Uji Kemampuan *Cyperus rotundus* dan *Scirpus grossus* dalam Mengolah Limbah Cair Tempe dengan Sistem *Subsurface Flow Constructed Wetlands*, *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Simanjuntak, D. S. 2019. Penurunan Kadar Tss Pada Limbah Cair Tahu Menggunakan Rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides L.*). *Ready Star*. 2(1). 70-73.



- Siregar, J., Triyono., Suhandy. 2015. Pengujian Beberapa Nutrisi Hidroponik pada Selada (*Lactuca sativa* L.) dengan Teknologi Hidroponik Sistem Terapung (THST) Termodifikasi. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 4(1).
- SNI 19-2454-2002 Tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah.
- Trisakti, B., Vincent, M., & Tandean, Y. 2012. Pengolahan lanjut limbah cair kelapa sawit secara aerobik menggunakan *effective microorganism* guna mengurangi nilai TSS. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 1(2), 27-30.
- Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah.
- Wahyudi, W., Akmal & Neliyati.2017. Pengaruh Pemberian Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai Edamame (*glycine max* (L.)Merril) Pada Tanah Ultisol. *Agroekoteknologi*.
- Warsito, J., Sabang, S. M., & Mustapa, K. 2016. Pembuatan Pupuk Organik Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Akademika Kimia*. 5(1).8-15.
- Widyasari, N. L. 2021. Kajian Tanaman Hiperakumulator pada Teknik Remediasi Lahan Tercemar Logam Berat. *Jurnal Ecocentrism*. 1(1). 17-24.
- Zulfa, M. 2019. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Terhadap Pertumbuhan Bayam Merah (*Alternantera amoena voss*) Dalam Kultur Hidroponik Rakit Apung. *Skripsi*. Lampung: Program Studi Pendidikan Guru.
- Zulfahmi, I., Muliari, M., & Mawaddah, I. 2017. Toksisitas limbah cair kelapa sawit terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linneus 1758) dan ikan bandeng (*Chanos chanos* Froskall 1755). *Agricola*. 7(1).44-55.

## LAMPIRAN I

## SURAT PERMOHONAN PENELITIAN



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH**  
**PRODI TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh

Telepon : 0651-7552921 – 7551857 Fax. 0651-7552922

E-mail: [tekniklingkungan.fst@ar-raniry.ac.id](mailto:tekniklingkungan.fst@ar-raniry.ac.id) | Web : [www.fst.ar-raniry.ac.id](http://www.fst.ar-raniry.ac.id)

Nomor : B-645/Un.08/TL/PP.00.9/09/2022 Banda Aceh, 19 September 2022  
 Sifat : Biasa  
 Hal : Permohonan Penelitian

Yth.  
 Pimpinan PT. BSP (Beurata Subur Persada)  
 di-  
 Tempat

Assalamualaikum Wr. Wb.

Sehubungan akan dilakukannya Penelitian sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh, maka dengan ini kami memohon izin agar Mahasiswa kami dapat melakukan pengujian sampel untuk keperluan penelitian Tugas Akhir. Pengujian sampel akan dilakukan mulai tanggal 26 September s/d 26 Desember 2022. Adapun Mahasiswa yang akan melakukan penelitian:

Nama Mahasiswa : Adinda Salsabila Navis  
 NIM : 180702029  
 Judul Tugas Akhir : Efektivitas Tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) dalam Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung

Demikian surat ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Wassalam,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan,



**LAMPIRAN II**  
**SURAT PENGEMBALIAN MAHASISWA**



**PT. BEURATA SUBUR PERSADA**

PT BEURATA SUBUR PERSADA

Desa Babah Dua Kec. Tadu  
Raya Kab. Nagan Raya  
Aceh - Indonesia

Nagan Raya, 06 Oktober 2022

Nomor : 005.TU/PKS.BSP/X/2022  
Perihal : **Pengembalian Mahasiswa**

Kepada Yth,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
di -

Tempat

Dengan Hormat,

Berdasarkan Surat Nomor : B-645/Un.08/TL/PP.00.9/09/2022 Tanggal 19 September 2022 Perihal Permohonan Penelitian Pengujian Sampel untuk Keperluan Tugas Akhir. Bersama ini kami sampaikan Surat Pengembalian Mahasiswa berikut atas pelaksanaan penelitiannya sejak tanggal 03-06 Oktober 2022 di perusahaan kami, dengan data berikut.

Nama : Adinda Salsabila Navis  
NIM : 180702029  
Judul Tugas Akhir : Efektivitas Tanaman Mansiang (*Scirpus grossus*) dalam Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit dengan Sistem Hidroponik Rakit Apung

Demikian surat ini kami sampaikan. Atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami ucapkan terima kasih.


Hormat Kami,  
PT. BEURATA SUBUR PERSADA

جامعة الرانيري  
AR - RANIRY

**BSP**  
PT. BEURATA SUBUR PERSADA  
Adriansyah Muktar Lubis  
Mill Manager

Cc :  
- KTU  
- HRD  
- Arslp

**LAMPIRAN III**  
**KARAKTERISTIK LKCS AWAL**



**BSP**  
PT BEURATA SUBUR PERSADA

Jl. Meulaboh – T. Tuan Desa Babah Dua  
Kec. Tadu Raya Kab. Nagan Raya - Aceh

---

**REPORT OF ANALYSIS**  
**PT. BEURATA SUBUR PERSADA**

**Dari Contoh** : Air Limbah  
**Kode Contoh** : BSP Outlet ( Kolam 8 )  
**Tanggal Analisis** : 09 Agustus 2022

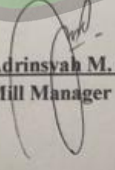
NO	PARAMETER UJI	METODE UJI	SATUAN	HASIL UJI
1	pH	SNI 06-6989.11:2019	-	8,44
2	BOD	SNI 6989.72:2009	Mg/L	154,74
3	COD	SNI 06-6989.15:2004	Mg/L	531,19
4	ZAT PADAT TERSUSPENS (TSS)	SNI 06-6989.3:2019	Mg/L	306
5	MINYAK DAN LEMAK	SNI 06-6989.10:2011	Mg/L	211
6	TOTAL NITROGEN	IK 5.04.01.17 (Proksimat)	Mg/L	60,77

\*Data Hasil Uji ini hanya berlaku untuk contoh tersebut diatas

\*Dilarang menggandakan dan mempublikasikan tanpa izin tertulis dari Management PT. Beurata Subur Persada Nagan Raya




جامعة الرانري  
**AR - RANTRY**

Hormat Kami,  
PT. Beurata Subur Persada




  
**Adriansyah M. Lubis**  
 Mill Manager



**LAMPIRAN IV**  
**DOKUMENTASI PENELITIAN**

GAMBAR	KETERANGAN
	<p>Pengambilan sampel limbah cair kelapa sawit pada kolam ke 8 di PT. Beurata Subur Persada</p>
	<p>Proses pengambilan tanaman mansiang di habitatnya</p>
	<p>Proses aklimatisasi tanaman mansiang selama 14 hari</p>



GAMBAR	KETERANGAN
	<p>Pengujian nilai pH pada limbah cair kelapa sawit menggunakan multiparameter</p>
	<p>Proses pengecekan TSS pada limbah cair kelapa sawit menggunakan vacuum filtrasi</p>
	<p>Hasil penimbangan kertas saring setelah dilakukan pengolahan</p>

GAMBAR	KETERANGAN
	<p>Proses pembuatan larutan COD untuk limbah cair kelapa sawit</p>
	<p>Sampel COD yang sudah dilakukan pemanasan dengan suhu 150<sup>0</sup>C selama 2 jam</p>
	<p>Proses analisis nilai COD di Laboratorium Biologi</p>

## LAMPIRAN V

### Hubungan Antara Jumlah Tanaman Dengan Parameter

#### 1. Parameter COD

Hari ke 5 Treatment	Ulangan		Rata-rata	STD
	1	2		
Kontrol	0,000	0,000	0,000	0,000
12 Tanaman	28,770	29,278	29,024	0,254
18 Tanaman	34,111	32,821	33,466	0,645

#### ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1321.398	2	660.699	2062.360	.000
Within Groups	.961	3	.320		
Total	1322.359	5			

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Tanaman 12	-29.02400*	.56600	.000	-30.8253	-27.2227
	Tanaman 18	-33.46600*	.56600	.000	-35.2673	-31.6647
Tanaman 12	Kontrol	29.02400*	.56600	.000	27.2227	30.8253
	Tanaman 18	-4.44200*	.56600	.004	-6.2433	-2.6407
Tanaman 18	Kontrol	33.46600*	.56600	.000	31.6647	35.2673
	Tanaman 12	4.44200*	.56600	.004	2.6407	6.2433

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hari ke 10	Ulangan		Rata-rata	STD
Treatment	1	2		
Kontrol	6,102	7,050	6,576	0,474
12 Tanaman	36,062	35,493	35,777	0,284
18 Tanaman	38,636	38,857	38,746	0,111

## ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1264.322	2	632.161	2983.520	.000
Within Groups	.636	3	.212		
Total	1264.958	5			

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Tanaman 12	-29.20150*	.46031	.000	-30.6664	-27.7366
	Tanaman 18	-32.17050*	.46031	.000	-33.6354	-30.7056
Tanaman 12	Kontrol	29.20150*	.46031	.000	27.7366	30.6664
	Tanaman 18	-2.96900*	.46031	.008	-4.4339	-1.5041
Tanaman 18	Kontrol	32.17050*	.46031	.000	30.7056	33.6354
	Tanaman 12	2.96900*	.46031	.008	1.5041	4.4339

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hari ke 15	Ulangan		Rata-Rata	STD
Treatment	1	2		
Kontrol	8,646	9,345	8,995	0,349
12 Tanaman	37,524	36,514	37,019	0,505
18 Tanaman	39,847	39,408	39,627	0,220

## ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1153.627	2	576.813	2034.111	.000
Within Groups	.851	3	.284		
Total	1154.478	5			

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Tanaman 12	-28.02350*	.53251	.000	-29.7182	-26.3288
	Tanaman 18	-30.63200*	.53251	.000	-32.3267	-28.9373
Tanaman 12	Kontrol	28.02350*	.53251	.000	26.3288	29.7182
	Tanaman 18	-2.60850*	.53251	.016	-4.3032	-.9138
Tanaman 18	Kontrol	30.63200*	.53251	.000	28.9373	32.3267
	Tanaman 12	2.60850*	.53251	.016	.9138	4.3032

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 2. Parameter TSS

Hari ke 5	Ulangan		Rata-rata	STD
	Treatment	1		
Kontrol		0,000	8,049	4,025
12 Tanaman		25,328	25,085	0,121
18 Tanaman		30,108	29,892	0,108

## ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	764.254	2	382.127	35.332	.008
Within Groups	32.446	3	10.815		
Total	796.700	5			



### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Tanaman 12	-21.18200*	3.28867	.008	-31.6480	-10.7160
	Tanaman 18	-25.97550*	3.28867	.004	-36.4415	-15.5095
Tanaman 12	Kontrol	21.18200*	3.28867	.008	10.7160	31.6480
	Tanaman 18	-4.79350	3.28867	.241	-15.2595	5.6725
Tanaman 18	Kontrol	25.97550*	3.28867	.004	15.5095	36.4415
	Tanaman 12	4.79350	3.28867	.241	-5.6725	15.2595

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hari ke 10		Ulangan		Rata-rata	STD
Treatment	1	2			
Kontrol	6,565	9,875	8,220	1,655	
12 Tanaman	29,017	30,108	29,563	0,545	
18 Tanaman	37,810	36,055	36,932	0,877	

### ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	889.485	2	444.742	175.252	.001
Within Groups	7.613	3	2.538		
Total	897.098	5			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Tanaman 12	-21.34250*	1.59303	.001	-26.4122	-16.2728
	Tanaman 18	-28.71250*	1.59303	.000	-33.7822	-23.6428
Tanaman 12	Kontrol	21.34250*	1.59303	.001	16.2728	26.4122
	Tanaman 18	-7.37000*	1.59303	.019	-12.4397	-2.3003
Tanaman 18	Kontrol	28.71250*	1.59303	.000	23.6428	33.7822
	Tanaman 12	7.37000*	1.59303	.019	2.3003	12.4397

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Hari ke 15 Treatment	Ulangan		Rata-rata	STD
	1	2		
Kontrol	8,699	11,422	10,060	1,361
12 Tanaman	33,659	36,252	34,955	1,296
18 Tanaman	39,918	41,433	40,676	0,758

### ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1059.838	2	529.919	193.476	.001
Within Groups	8.217	3	2.739		
Total	1068.055	5			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kontrol	Tanaman 12	-24.89500*	1.65497	.001	-30.1619	-19.6281
	Tanaman 18	-30.61500*	1.65497	.000	-35.8819	-25.3481
Tanaman 12	Kontrol	24.89500*	1.65497	.001	19.6281	30.1619
	Tanaman 18	-5.72000*	1.65497	.041	-10.9869	-.4531
Tanaman 18	Kontrol	30.61500*	1.65497	.000	25.3481	35.8819
	Tanaman 12	5.72000*	1.65497	.041	.4531	10.9869

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### Hubungan Antara Waktu Remediasi Dengan Parameter

#### 1. Parameter COD

Kontrol	Ulangan		Rata-rata	STD
	1	2		
Waktu remediasi (Hari)				
5	0,000	0,000	0,000	0,000
10	6,102	7,050	6,576	0,474
15	8,646	9,345	8,995	0,349

#### ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	86.678	2	43.339	187.438	.001
Within Groups	.694	3	.231		
Total	87.372	5			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Hari 5	Hari 10	-6.57600*	.48085	.001	-8.1063	-5.0457
	Hari 15	-8.99550*	.48085	.000	-10.5258	-7.4652
Hari 10	Hari 5	6.57600*	.48085	.001	5.0457	8.1063
	Hari 15	-2.41950*	.48085	.015	-3.9498	-.8892
Hari 15	Hari 5	8.99550*	.48085	.000	7.4652	10.5258
	Hari 10	2.41950*	.48085	.015	.8892	3.9498

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Tanaman 12		Ulangan		Rata-rata	STD
Waktu remediasi (Hari)	1	2			
5	28,770	29,278		29,024	0,254
10	36,062	35,493		35,777	0,284
15	37,524	36,514		37,019	0,505

### ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	70.664	2	35.332	1.873	.297
Within Groups	56.597	3	18.866		
Total	127.261	5			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Hari 5	Hari 10	-1.74850	4.34345	.714	-15.5713	12.0743
	Hari 15	-7.99500	4.34345	.163	-21.8178	5.8278
Hari 10	Hari 5	1.74850	4.34345	.714	-12.0743	15.5713
	Hari 15	-6.24650	4.34345	.246	-20.0693	7.5763
Hari 15	Hari 5	7.99500	4.34345	.163	-5.8278	21.8178
	Hari 10	6.24650	4.34345	.246	-7.5763	20.0693

Tanaman 18		Ulangan		Rata-rata	STD
Waktu remediasi (Hari)	1	2			
5	34,111	32,821		33,466	0,645
10	38,636	38,857		38,746	0,111
15	39,847	39,408		39,627	0,220

### ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	44.416	2	22.208	69.922	.003
Within Groups	.953	3	.318		
Total	45.369	5			



### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Hari 5	Hari 10	-5.28050*	.56357	.003	-7.0740	-3.4870
	Hari 15	-6.16150*	.56357	.002	-7.9550	-4.3680
Hari 10	Hari 5	5.28050*	.56357	.003	3.4870	7.0740
	Hari 15	-.88100	.56357	.216	-2.6745	.9125
Hari 15	Hari 5	6.16150*	.56357	.002	4.3680	7.9550
	Hari 10	.88100	.56357	.216	-.9125	2.6745

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### 2. Parameter TSS

Kontrol	Ulangan		Rata-rata	STD
	1	2		
Waktu remediasi (Hari)				
5	0,000	8,049	4,025	4,025
10	6,565	9,875	8,220	1,655
15	8,699	11,422	10,060	1,361

### ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38.282	2	19.141	1.381	.376
Within Groups	41.579	3	13.860		
Total	79.861	5			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Hari 5	Hari 10	-4.19550	3.72284	.342	-16.0432	7.6522
	Hari 15	-6.03600	3.72284	.203	-17.8837	5.8117
Hari 10	Hari 5	4.19550	3.72284	.342	-7.6522	16.0432
	Hari 15	-1.84050	3.72284	.655	-13.6882	10.0072
Hari 15	Hari 5	6.03600	3.72284	.203	-5.8117	17.8837
	Hari 10	1.84050	3.72284	.655	-10.0072	13.6882

Tanaman 12		Ulangan		Rata-rata	STD
Waktu remediasi (Hari)	1	2			
5	25,328	25,085	25,206	0,121	
10	29,017	30,108	29,563	0,545	
15	33,659	36,252	34,955	1,296	

### ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	95.401	2	47.701	35.897	.008
Within Groups	3.986	3	1.329		
Total	99.388	5			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Hari 5	Hari 10	-4.35600*	1.15275	.032	-8.0246	-.6874
	Hari 15	-9.74900*	1.15275	.003	-13.4176	-6.0804
Hari 10	Hari 5	4.35600*	1.15275	.032	.6874	8.0246
	Hari 15	-5.39300*	1.15275	.018	-9.0616	-1.7244
Hari 15	Hari 5	9.74900*	1.15275	.003	6.0804	13.4176
	Hari 10	5.39300*	1.15275	.018	1.7244	9.0616

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Tanaman 18		Ulangan		Rata-rata	STD
Waktu remediasi (Hari)	1	2			
5	30,108	29,892	30,000	0,108	
10	37,810	36,055	36,932	0,877	
15	39,918	41,433	40,676	0,758	

### ANOVA

Hasil

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	117.357	2	58.679	64.935	.003
Within Groups	2.711	3	.904		
Total	120.068	5			

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hasil

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Hari 5	Hari 10	-6.93250*	.95061	.005	-9.9578	-3.9072
	Hari 15	-10.67550*	.95061	.002	-13.7008	-7.6502
Hari 10	Hari 5	6.93250*	.95061	.005	3.9072	9.9578
	Hari 15	-3.74300*	.95061	.029	-6.7683	-.7177
Hari 15	Hari 5	10.67550*	.95061	.002	7.6502	13.7008
	Hari 10	3.74300*	.95061	.029	.7177	6.7683

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

