



# UNIVERSITAS PGRI **ADI BUANA** SURABAYA

## **TUGAS AKHIR**

**PENURUNAN KADAR BOD DAN TSS LIMBAH INDUSTRI KUE DENGAN  
METODE FITOREMEDIASI TANAMAN KANGKUNG AIR**

**RAHMAN HANIF ALFATTAH NIM  
203800013**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA  
2024**



**UNIVERSITAS PGRI  
ADI BUANA  
SURABAYA**

## **TUGAS AKHIR**

**PENURUNAN KADAR BOD DAN TSS LIMBAH INDUSTRI KUE DENGAN  
METODE FITOREMEDIASI TANAMAN KANGKUNG AIR**

**RAHMAN HANIF ALFATTAH  
NIM 203800013**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA  
2024**







**LEMBAR PENGAJUAN TUGAS AKHIR**

**TUGAS AKHIR**







**PENURUNAN KADAR BOD DAN TSS LIMBAH INDUSTRI KUE DENGAN  
METODE FITOREMEDIASI TANAMAN KANGKUNG AIR**





**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik  
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya**



**RAHMAN HANIF ALFATTAH  
NIM 203800018**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA  
2024**

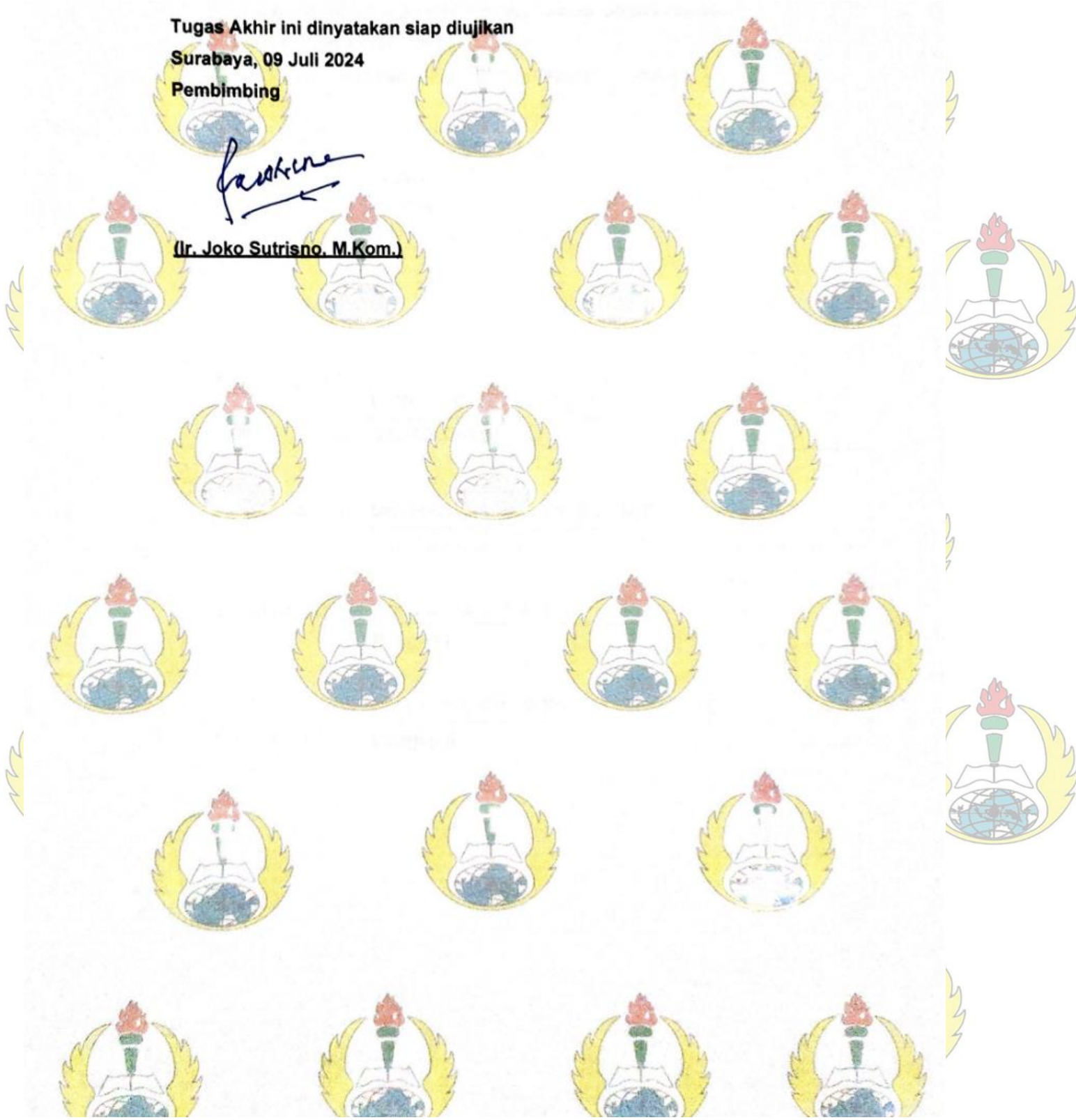




**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Tugas Akhir ini dinyatakan siap diujikan  
Surabaya, 09 Juli 2024  
Pembimbing

(Ir. Joko Sutrisno, M.Kom.)



**LEMBAR PERSETUJUAN PANITIA UJIAN**

**Tugas Akhir ini telah disetujui oleh Panitia Ujian Tugas Akhir Program Studi**

**Teknik Lingkungan**

**Fakultas Teknik Universitas PGRI Adi Buana Surabaya Pada**

**Hari : Senin**

**Tanggal : 22 Juli**

**Tahun 2024**

**Panitia Ujian,**

**Ketua : Dr. Yunia Dwie Nurcahyanie, S.T., M.T, IPU**

**Dekan**

**Sekretaris : Dr. Rhenny Ratnawati, S.T., M.T**

**Ketua Jurusan/Prodi**

**Anggota : Drs. Sugito, S.T., M.T**

**Penguji I**

**: Dian Majid, S.Si., M.Eng**

**Penguji II**



## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Rahman Hanif Alfattah.

NIM : 203800013.

Program Studi : Teknik Lingkungan.

Fakultas : Teknik.

Judul Tugas Akhir : Penurunan Kadar BOD Dan TSS Limbah Industri Kue Dengan Metode Fitoremediasi Tanaman Kangkung Air.

Dosen Pembimbing : Ir. Joko Sutrisno, M.Kom.

Menyatakan bahwa Tugas Akhir tersebut adalah bukan hasil menjiplak Sebagian maupun keseluruhan, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 09 Juli 2024

Dosen Pembimbing,



Ir. Joko Sutrisno, M. Kom.

NIDN. 0701016002

Mahasiswa,



Rahman Hanif Alfattah

NIM. 203800013

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan anugerah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Penurunan Kadar BOD Dan TSS Limbah Industri Kue Dengan Metode Fitoremediasi Tanaman Kangkung Air”. Penyusunan Tugas Akhir ini memiliki tujuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.

Dalam penyusunan proposal penelitian ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, terima kasih sebesar-besarnya diberikan kepada:

1. Orang tua serta keluarga besar yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materil dalam penyusunan proposal penelitian.
2. Ibu Dr. Yunia Dwie Nurcahayanie, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas PGRI Adi Buana Surabaya yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penyusunan proposal penelitian.
3. Ibu Dr. Rhenny Ratnawati, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Lingkungan Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.
4. Bapak Ir. Joko Sutrisno, M.Kom. selaku dosen pembimbing yang telah berkenan memberikan bimbingan, waktu, tenaga, saran serta motivasi dalam penyusunan proposal ini.
5. Teman yang selalu menjadi wadah untuk tempat bertukar pendapat.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini, oleh karena itu diperlukan adanya saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN TUGAS AKHIR.....	2
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	3
HALAMAN PERSETUJUAN PANITIA UJIAN .....	4
SURAT PERNYATAAN.....	5
KATA PENGANTAR .....	6
DAFTAR ISI .....	7
DAFTAR TABEL .....	9
DAFTAR GAMBAR .....	10
ABSTRAK .....	11
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>13</b>
A.    LATAR BELAKANG .....	13
B.    RUMUSAN MASALAH .....	15
C.    TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	15
C.1 TUJUAN PENELITIAN.....	15
C.2 MANFAAT PENELITIAN.....	15
D.    RUANG LINGKUP.....	17
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>18</b>
A.    INDUSTRI KUE .....	18
B.    BAKU MUTU AIR LIMBAH INDUSTRI KUE.....	18
C.    FITOREMEDIASI. ....	19
D.    BOD .....	22
E.    TSS .....	22
F.    PENELITIAN TERDAHULU.....	23
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>26</b>
A.    RANCANGAN PENELITIAN.....	26



B.	VARIABEL PENELITIAN DAN DEFINISI OPERASIONAL VARIABEL.....	27
C.	POPULASI DAN SAMPEL .....	28
D.	METODE PENGUMPULAN DATA.....	28
D.1.	ALAT DAN BAHAN.....	28
D.2.	PENGAMBILAN SAMPEL AIR LIMBAH INDUSTRI KUE.....	29
D.3.	DESAIN REAKTOR PENELITIAN .....	29
D.4.	PROSES AKLIMATISASI .....	29
D.5.	PROSEDUR PELAKSANAAN PENELITIAN .....	34
E.	METODE ANALISIS DATA .....	34
	<b>BAB IV HASIL ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
A.	GAMBARAN UMUM AIR LIMBAH INDUSTRI KUE .....	36
B.	PENYAJIAN DATA.....	36
C.	ANALISIS DATA.....	39
D.	PEMBAHASAN .....	42
	<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>44</b>
A.	KESIMPULAN .....	44
B.	SARAN.....	44
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR TABEL

TABEL 2. 1 BAKU MUTU AIR LIMBAH INDUSTRI KUE PERGUB JAWA TIMUR NOMOR 72 TAHUN 2013.....	18
TABEL 2. 2 HASIL UJI AIR LIMBAH INDUSTRI KUE.....	19
TABEL 2. 3 PENELITIAN TERDAHULU.....	23
TABEL 3. 1 ALAT DAN BAHAN.....	28
TABEL 4. 1 UJI AWAL LIMBAH INDUSTRI KUE.....	36
TABEL 4. 2 PENURUNAN BOD.....	37
TABEL 4. 3 PENURUNAN TSS.....	38
TABEL 4. 4 EFISIENSI PENURUNAN BOD (%).....	39
TABEL 4. 5 EFISIENSI PENURUNAN TSS (%).....	41

## **DAFTAR GAMBAR**

GAMBAR 2. 1 PROSES FITOREMEDIASI .....	20
GAMBAR 2. 2 ILUSTRASI PROSES FITOREMEDIASI.....	21
GAMBAR 3. 1 RANCANGAN PENELITIAN .....	26
GAMBAR 3. 2 DESAIN REAKTOR PENELITIAN.....	30
GAMBAR 3. 3 DIMENSI BAK PENAMPUNG.....	31
GAMBAR 3. 4 BAK REAKTOR PERSEGI.....	31
GAMBAR 3. 5 PENUTUP BAK.....	32
GAMBAR 4. 1 EFISIENSI PENURUNAN BOD.....	40
GAMBAR 4. 2 EFISIENSI PENURUNAN TSS.....	41

## ABSTRAK

Alfattah, Rahman Hanif, 2023, Penurunan Kadar BOD Dan TSS Limbah Industri Kue Dengan Metode Fitoremediasi Tanaman Kangkung Air, Tugas Akhir, Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas PGRI Adi Buana, Surabaya.

Dosen Pembimbing: Ir. Joko Sutrisno, M.Kom.

Air Limbah Industri Kue memiliki kadar BOD dan TSS yang tinggi, sehingga menyebabkan lingkungan sekitar menjadi tercemar jika dibuang sembarangan. Pengolahan air limbah industri kue diperlukan dengan baik supaya lingkungan terhindar dari pencemaran. Tahap awal yang dilakukan yakni pengujian awal untuk mengetahui kadar awal air limbah tersebut dengan hasil nilai kadar BOD 1.237 mg/L dan TSS 1.438 mg/L yang artinya kadar BOD melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Pergub Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013. Tujuan penelitian ini untuk menurunkan kadar BOD dan TSS pada air limbah industri kue. Pengolahan sampel air limbah industri kue menggunakan fitoremediasi tanaman kangkung air. Pada penelitian ini variable bebas yang digunakan jumlah tanaman kangkung air dan waktu tinggal/kontak. Adapun jumlah tanaman yang digunakan yaitu 60 tanaman setiap 20 lubang dan 75 tanaman setiap 25 lubang serta waktu tinggal/kontak 12 dan 24 jam. Hasil yang didapatkan pada penurunan kadar BOD yakni dengan efisiensi penurunan 47,24% pada hari 14. Sedangkan pada penurunan kadar TSS dengan efisiensi penurunan 40,12% pada hari ke 14. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan tanaman kangkung air efektif dalam menurunkan kadar BOD dan TSS pada air limbah industri kue sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan, serta dapat diadopsi dalam industri untuk meningkatkan kualitas pengolahan limbah

**Kata Kunci:** Air Limbah Industri Kue, BOD, Fitoremediasi, dan TSS.

## ABSTRACT

Alfattah, Rahman Hanif, 2023, *Reducing BOD and TSS levels in cake industry waste using the phytoremediation method for water spinach plants*, Thesis, Environmental Engineering, Faculty of Engineering, PGRI Adi Buana University, Surabaya.

*Supervisor:* Ir. Joko Sutrisno, M.Kom.

*Cake Industry Wastewater has high BOD and TSS levels, causing the surrounding environment to become polluted if it is disposed of carelessly. Processing wastewater from the cake industry is necessary so that the environment is protected from pollution. The initial stage carried out was initial testing to determine the initial level of waste water with results of BOD levels of 1,237 mg/L and TSS of 1,438 mg/L, which means that BOD levels exceed the quality standards set by East Java Gubernatorial Regulation Number 72 of 2013. Research objectives This is to reduce BOD and TSS levels in cake industry wastewater. Processing wastewater samples from the cake industry using phytoremediation from water spinach plants. In this study, the independent variables used were the number of water spinach plants and residence/contact time. The number of plants used was 60 plants per 20 holes and 75 plants per 25 holes and residence/contact times of 12 and 24 hours. The results obtained in reducing BOD levels were with a reduction efficiency of 47.24% on day 14. Meanwhile, reducing TSS levels with a reduction efficiency of 40.12% on day 14. This research shows that the use of water spinach plants is effective in reducing BOD levels and TSS in cake industry wastewater is in accordance with established quality standards, and can be adopted in industry to improve the quality of waste processing.*

**Keywords:** *Cake Industry Wastewater, Phytoremediation, BOD and TSS.*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Pengolahan Kue terbuat dari tepung terigu, gula, telur ayam, air, dan emulsifier dicampur sampai mengembang kemudian diselesaikan dengan cara dikukus. Kue kukus juga merupakan makanan tradisional yang digemari oleh semua kalangan masyarakat (Sejati & Mulyono, 2022). Pengolahan Kue ini menghasilkan sumber air limbah industri yang mengandung senyawa organik, minyak dan lemak, serta polutan yang terkandung dalam air limbah industri kue dan berasal dari sisa olahan produksi.

Air merupakan salah satu sumber daya alam (SDA) yang dapat diperbaharui (*renewable resources*). Air bersih yang bagus dan netral berada diantara pH 6-8 sesuai standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan higiene sanitasi sesuai dengan PERMENKES Nomor 32 Tahun 2017 mengenai Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi. Perairan yang asam cenderung menyebabkan kematian pada makhluk hidup demikian juga pada pH yang mempunyai nilai kelewat basa. (Mahmudi & Musa, 2020)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik dalam kondisi aerobik (Sisnayati et al., 2021). Dengan kata lain dapat diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik yang mudah terurai (*biodegradable organics*) yang terdapat dalam perairan. Hal-hal yang mempengaruhi kandungan BOD yaitu kandungan bahan organik dan jenis bahan organik, temperatur, oksigen terlarut, densitas plankton, pH, dan keberadaan mikroba. Jika kandungan BOD tinggi, maka oksigen terlarut akan menurun melalui proses penguraian bahan organik pada kondisi aerobik dan akan menurunkan nilai pH (Yelli Kurnianti et al., 2020).

*Total Suspended Solid (TSS)* adalah partikel yang berukuran lebih besar dari dua mikron, yang biasa ditemukan di lingkungan aquatic. Sedangkan partikel yang ukurannya lebih kecil dari kebanyakan ukuran filter pada umumnya yaitu dua mikron dianggap sebagai padatan terlarut. Partikel-partikel yang

keberadaannya berpengaruh terhadap konsentrasi *Total Suspended Solid (TSS)* yaitu berupa Kerikil, pasir, lanau, tanah liat, serta alga (Harahap et al., 2020). Metode yang bagus dan ekonomis untuk menurunkan kontaminan yang terkandung pada air limbah yaitu dengan metode fitoremediasi (Novita et al., 2022).

Pengolahan limbah cair secara umum dapat dilakukan secara fisika, kimia dan biologi. Seluruh proses tersebut bertujuan untuk menghilangkan kandungan padatan tersuspensi, koloid dan bahan-bahan organik dan anorganik yang terlarut. Proses pengolahan yang termasuk pengolahan fisika antara lain pengolahan dengan menggunakan screening, sedimentasi, filtrasi, sentrifugasi dan flotasi (Indrayani, 2018). Proses pengolahan biologi salah satunya adalah proses fitoremediasi (*phytoremediation*) dimana tanaman tertentu dalam media (tanah, koral dan air) dapat mengubah zat kontaminan (pencemar) menjadi berkurang atau tidak berbahaya bahkan bisa berubah menjadi bahan yang berguna secara ekonomi. Fitoremediasi memiliki keuntungan dibandingkan dengan proses yang lainnya karena biaya yang murah.. Pengoprasian serta perawatannya lebih mudah, mempunyai efesiensi yang cukup tinggi, dapat menghilangkan zat pencemar berupa logam-logam dan bahan organik, serta dapat memberikan keuntungan seperti memberi keuntungan secara ekologis (Kencana & Radityaningrum, 2022).

Dalam penelitian terdahulu untuk mengurangi pencemaran air berasal dari limbah cair, upaya yang dilakukan adalah melakukan Fitoremediasi dengan menggunakan tanaman air seperti Eceng Gondok, Kayu Apu, dan Kangkung Air. Salah satu tanaman tersebut yakni Kangkung Air yang dapat memberikan pengaruh dalam memperbaiki kualitas Limbah Cair kelapa sawit (Anwar, 2016). Dari hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa tumbuhan kangkung air memiliki efektifitas pengurangan BOD, COD, TSS, DO, TDS dan Kekeruhan. Berdasarkan uji awal pada karakteristik limbah cair industry kue, didapatkan hasil BOD sebesar 1.237 mg/L dan TSS 1.438 mg/L, maka perlu dilakukan pengolahan untuk air limbah di Industri kue menggunakan metode fitoremediasi untuk menurunkan kadar BOD dan menghilangkan kadar TSS agar limbah yang dibuang dapat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan.

## **B. RUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, maka penulis merumuskan masalah sebagai berikut :

Berapa efisiensi dari proses fitoremediasi BOD dan TSS pada air limbah industri kue?

## **C. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **C.1 TUJUAN PENELITIAN**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini untuk mengkaji :

1. Besar efisiensi penurunan dari proses Fitoremediasi BOD dan TSS pada air limbah industri kue.
2. Hasil penurunan BOD dan TSS dengan metode fitoremediasi apakah sudah sesuai baku mutu PerGub Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang “Baku Mutu Air Limbah Industri Kue”
3. Ketahanan tanaman kangkung air dapat bertahan berapa hari dalam melakukan penurunan kadar BOD dan TSS dengan metode fitoremediasi.

### **C.2 MANFAAT PENELITIAN**

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, manfaat penelitian yang diharapkan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

#### **C.2.1 MANFAAT UNTUK PENGAMBIL KEPUTUSAN**

1. Mengurangi pencemaran dan memberikan alternatif pengolahan air limbah pada industri kue yang lebih efektif
2. Mencegah bahaya kandungan BOD dan TSS yang dapat ditimbulkan melalui pencemaran air limbah industri kue.
3. Dapat diaplikasikan sebagai proses pengolahan limbah cair di industri kue.



### **C.2.2 MANFAAT UNTUK MASYARAKAT**

Hasil penelitian ini dapat membantu masyarakat dalam memenuhi sarana/prasarana lingkungan teknologi terbarukan pengolahan air limbah. Hasilnya juga bisa dimanfaatkan bagi masyarakat pada umumnya. Dikarenakan proses yang mudah jadi bagus untuk masyarakat supaya bisa dikembangkan lagi oleh masyarakat

### **C.2.3 MANFAAT UNTUK ILMU PENGETAHUAN**

1. Penelitian ini dapat membuat inovasi yang lebih unggul lagi dan lebih terbarukan untuk bisa lebih efisien dalam mengelola air limbah.
2. Bisa digunakan oleh peneliti sebelumnya untuk mengembangkan penelitian ini dengan metode yang terbarukan .

#### **D. RUANG LINGKUP**

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah :

1. Sampel air limbah Industri kue yang akan diteliti diambil dari output pengolahan limbah Industri kue.
2. Penelitian untuk menurunkan kadar BOD dan TSS pada air limbah Industri kue di uji di Laboratorium.
3. Media yang digunakan untuk penelitian menggunakan tanaman kangkung air.
4. System aliran yang digunakan dalam penelitian adalah kontinyu.

## BAB II LANDASAN TEORI

### A. INDUSTRI KUE

Menteri Perindustrian Indonesia, Airlangga Hartarto (2016-2019) mengatakan bahwa sektor industri makanan dan minuman mempunyai peran yang cukup besar dalam pertumbuhan ekonomi di Indonesia (Siregar, 2020). PDB di industri ini mencapai 6,77% berada diatas angka pertumbuhan nasional yaitu 5,07 %. Meskipun terjadi perlambatan pertumbuhan ekonomi Indonesia sepanjang tahun 2019, terbukti bahwa industri makanan dan minuman tetap mampu bertahan dan mengalami pertumbuhan penjualan. Industri bakery merupakan salah satu bagian di dalam industri makanan dan minuman. Produk bakery merupakan olahan makanan yang sangat dikenal masyarakat yang mana produknya terbuat dari bahan dasar tepung terigu, yeast (ragi), garam, margarine, tepung, air, dan bahan lainnya, baik dalam bentuk adonan beragi (yeast raised dough) maupun dalam bentuk adonan pasta (butter) dan melalui proses pengovenan.

### B. BAKU MUTU AIR LIMBAH INDUSTRI KUE

Ketentuan air limbah industry kue diatur dalam Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang baku mutu air limbah industry.

*Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Industri Kue PerGub Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013*

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
BOD	mg/L	85
TSS	mg/L	80

Sampel dilakukan pengecekan awal untuk mengetahui kadar awal dari air limbah industri kue. Parameter yang diujikan yakni, *Biological Oxygen Demand (BOD)* dan *Total Suspended Solid (TSS)*.

Tabel 2. 2 Hasil Uji Air Limbah Industri Kue

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
BOD	mg/L	1237
TSS	mg/L	1438

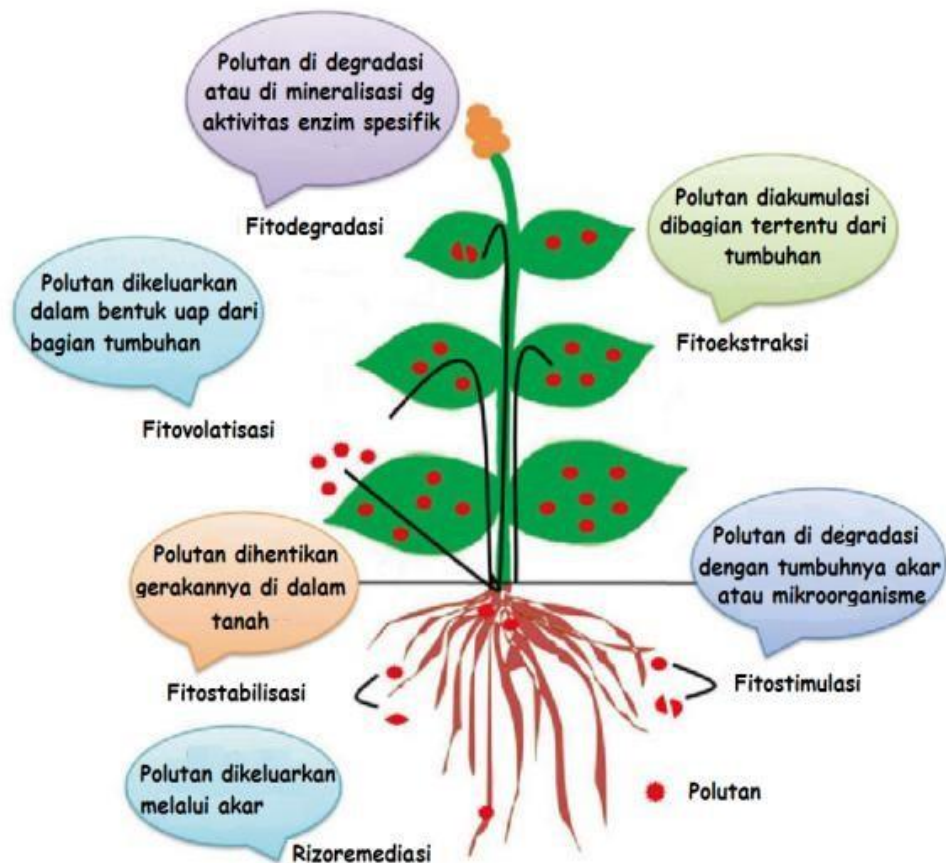
### C. FITOREMEDIASI.

Fitoremediasi merupakan pengolahan secara biologis dengan menggunakan tumbuhan atau mikroorganisme yang mampu menghilangkan kontaminan dari lingkungan. Proses fitoremediasi dilakukan secara aerob yang artinya mengola air limbah dengan memanfaatkan tumbuhan atau mikroorganisme aerobik yang menggunakan oksigen sebagai energi yang dimetabolisme oleh Tumbuhan dan bakteri (Anggraini & Purnomo, 2022). Pada dasarnya fitoremediasi memanfaatkan inisiatif manusia untuk mempercepat proses peluruhan secara alamiah sebuah area yang terkontaminasi, dan dengan demikian merupakan penghubung antara sebuah teknologi buatan manusia dengan proses alamiah. Oleh karena fitoremediasi ketergantungan pada hubungan yang sinergis, dan alamiah antara tanaman, mikroorganisma dan lingkungannya, maka dia tidak membutuhkan teknologi yang sangat intensif, atau drastis, seperti pengerukan tanah. Berikut ini merupakan komponen komponen dari fitoremediasi yaitu terdapat beberapa proses yang berkaitan dengan fitoremediasi antar :

1. Fitoekstraksi yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi di sekitar akar tumbuhan, proses ini juga disebut hiperaccumulation.
2. Rhizofiltrasi (rhizo-akar) adalah proses adsorbs atau pengendapan zat-zat kontaminan pada akar (menempel pada akar).
3. Fitostabilisasi yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap kedalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan dibawa oleh aliran air dalam media.
4. Rhizodegradasi / fitostimulais (enhancerhizosphere biodegradation)

yaitu penguraian zat-zat kontaminan dengan aktivitas mikroba yang berada di sekitar akar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi dan bakteri.

5. Fitodegradasi (phytotransformation) yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi 11 pertumbuhan tanaman itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau diluar di sekitar perakaran dengan bantuan enzim berupa bahan kimia yang mempercepat proses degradasi.
6. Fitovolatilisasi yaitu proses menarik dan transpirasi zat-zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya diupkan ke atmosfer.

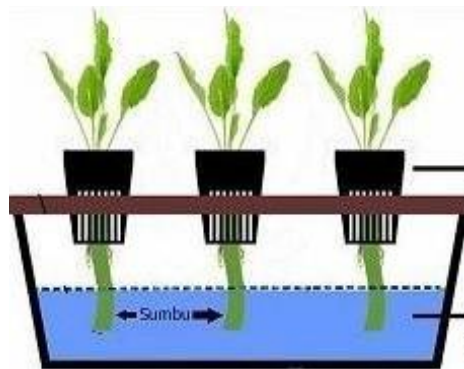


Gambar 2. 1 Proses Fitoremediasi

Tanaman kangkung (*Ipomoea Aquatica Forsk*) merupakan tanaman air yang tumbuh disaluran pembuangan sekitar pemukiman penduduk,

tanaman ini sangat mudah beradaptasi dan dapat hidup dalam kondisi iklim yang berbeda dan habitat yang berbedabeda. Dalam penelitian(Kade Fandy Rajendra Suta et al., 2023) ,Tanaman kangkung air memiliki fungsi sebagai biofilter karena kangkung air mempunya kemampuan untuk mengurai benda organik dan anorganik disekitar akarnya. Batang dan akar tanaman kangkung air mempunyai jaringan yang khas yang disebut aerenchima yang berfungsi sebagai alat transportasi okesigen ke perakaran.

Tanaman kangkung tidak memerlukan persyaratan tumbuh yang sulit, tetapi membutuhkan sinar matahari yang cukup. Faktor yang juga sangat penting dalam pertumbuhan kangkung adalah kekeruhan. Kekeruhan merupakan penggambaran sifat air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik berupa plankton dan mikroorganisme lain.



*Gambar 2. 2 Ilustrasi Proses Fitoremediasi*

Pada gambar diatas merupakan sketsa yang sama dengan system hidroponik dari reaktor fitoremediasi, dengan komponen reaktor meliputi bak dan ada penutupnya yang digunakan sebagai pembatas antar tanaman, untuk media yang digunakan adalah air sebagai nutrisi untuk tanaman, dan tumbuhan yang digunakan yakni tanaman kangkung air.

#### **D. BOD**

*Biological Oxygen Demand (BOD)* menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurangi bahan organik dalam kondisi aerobik, atau jumlah oksigen yang digunakan mikroorganisme dalam mengurangi bahan organik. Pengukuran BOD memerlukan kecermatan karena variasi sampel sehingga memerlukan penetralan pH, pengenceran, aerasi, dan penumbuhan populasi mikroorganisme. Metode yang digunakan untuk penurunan kandungan BOD yakni dengan proses pengolahan air limbah biologis dimana penggunaan mikroorganisme digunakan sebagai pengurai bahan organik dalam limbah, ada metode oksidasi yang dimana penggunaan bahan kimia seperti klorin untuk mengoksidasi bahan organik dalam air limbah, yang ketiga aerasi, metode ini digunakan dengan cara penambahan oksigen ke air limbah melalui aerasi yang membantu mikroorganisme untuk lebih efektif menguraikan bahan organik, lalu ada filtrasi yang berguna untuk menyaring partikel-partikel organik yang tersuspensi, dan ada penyaringan membrane. Hal-hal yang mempengaruhi kandungan BOD yaitu kandungan bahan organik, temperature, oksigen terlarut, dan keberadaan mikroba. Kadar BOD pada air limbah industri kue adalah 1.237 mg/L. Metode yang digunakan dalam penurunan BOD sesuai dengan SNI 6989. 72-2009.

#### **E. TSS**

Total Suspended Solid (TSS) adalah bahan-bahan tersuspensi yang tertahan pada saringan mili-pore dengan diameter pori 0,45 $\mu$ m. Berdasarkan SNI 06-6989-2004 uji TSS dilakukan dengan metode gravimetri. Dimana prinsip dalam pengujian ini adalah contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas saring yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai mencapai berat konstan pada suhu 103-105 °C. Kenaikan berat saringan mewakili padatan tersuspensi total (TSS). Jika TSS menghambat saringan dan memperlama penyaringan, diameter pori-pori saringan perlu diperbesar dan mengurangi volume. Metode untuk penurunan kandungan TSS ini dapat dilakukan dengan cara pengendapan dimana Proses ini melibatkan penggunaan tangki

pengendapan di mana air limbah diam selama periode waktu tertentu. Selama waktu ini, partikel-padat akan turun ke dasar tangki karena gravitasi, membentuk lumpur yang kemudian dapat dihapus. Proses ini disebut sedimentasi, Penyaringan Saringan kasar atau halus digunakan untuk menyaring partikel padat dari air. Saringan ini dapat berupa saringan pasir, saringan karbon aktif, atau saringan lainnya yang disesuaikan dengan ukuran partikel yang perlu disaring, dan Penyaringan media kasar Media kasar seperti kerikil, batu apung, atau serat sintetis dapat digunakan untuk memfilter air dan menangkap partikel-partikel padat yang tersuspensi sebelum air tersebut masuk ke tahap pengolahan yang lebih lanjut. Metode yang bagus dan ekonomis untuk menurunkan kontaminan yang terkandung pada air limbah yaitu dengan metode fitoremediasi (Novita et al., 2022).

#### F. PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian ini sebagai acuan penulis di dalam melakukan penelitian sehingga memperkaya akan memperkaya teori yang akan digunakan dalam mengkaji penelitian yang akan dilakukan. Berikut ini merupakan beberapa penelitian terdahulu.

*Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu*

No	Nama/Tahun	Judul	Hasil
1	(Musapana et al., 2020)	Efektifitas Semanggi Air (Marsilea crenata) Terhadap Kadar TSS pada Fitoremediasi Limbah Cair Tahu	Fitoremediasi (phytoremediation) suatu sistem dimana tanaman tertentu dalam media (tanah, koral dan air) dapat mengubah zat kontaminan (pencemar) menjadi berkurang atau tidak berbahaya bahkan bisa berubah menjadi bahan yang berguna secara ekonomi.
2	(Ruzzi et al., 2023)	Uji Efektivitas	Efektifitas kangkung air



No	Nama/Tahun	Judul	Hasil
		Tanaman <i>Salvinia</i> Molesta dan <i>Eichhornia</i> Crassipes dalam Menurunkan Kadar BOD, COD, Dan TSS pada Limbah Cair Tahu.	( <i>Ipoemoea aquatica</i> ) mampu menurunkan nilai BOD hingga 41 mg/L yang awalnya nilai BOD 720 mg/L nilai TSS hingga 63,49 mg/L yang awalnya nilai TSS 740,573 mg/L. Tanaman Kangkung air sangat efektif untuk penurunan kadar BOD dan TSS dengan melakukan waktu penelitian selama 15 hari.
3	(Kade Fandy Rajendra Suta et al., 2023)	Efektifitas Kombinasi Filtrasi dan Fitoremediasi dengan Tanaman Kangkung Air pada Limbah Tempe	Perbandingan efektifitas pengolahan limbah cair tempe 3 kali pemeriksaan selang waktu 3 hari pengambilan dengan metode yang digunakan kombinasi filtrasi dan fitoremediasi tanaman kangkung air parameter BOD sebesar 55%, 70%, 78%, setelah dilakukan pengolahan limbah dengan metode kombinasi filtrasi dan fitoremediasi tanaman kangkung air BOD menjadi 67%, 82%, 87%.
4	(Marya Mistar et al., n.d., 2022)	Efektifitas Tanaman	Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi kangkung

No	Nama/Tahun	Judul	Hasil
		Kangkung Air (Ipomoea aquatic forsk) Sebagai Media Penyerap Merkuri (Hg)	air dalam menghilangkan Hg dalam air limbah. Hal ini terbukti pada saat proses fitoremediasi selama 7 hari berhasil menurunkan konsentrasi Hg dari 3 mg/L menjadi 1.037 mg/L.
5	(Najwa et al., n.d., 2023)	Efektivitas Metode Fitoremediasi Dengan Jenis Tanaman Kangkung Air (Ipomoea Aquatica Forsk) Terhadap Pengolahan Air Limbah Industri Tahu di Desa Ledok Kulon	Setelah dilakukan fitoremediasi dengan tanaman kangkung air, bisa dilihat perbedaan dari tanaman kangkung air dari hari 0 sampai ke 6 yang semula berwarna hijau berubah menjadi kuning, dan pada air limbah juga mengalami perubahan yang semula kuning kekeruhan menjadi abu-abu lalu hitam. Hal ini bisa dipastikan bahwa metode fitoremediasi kangkung air efektif untuk menurunkan kandungan TSS dan BOD.

Berdasarkan hasil dari penelitian terdahulu metode fitoremediasi memiliki efektifitas untuk menurunkan kandungan BOD dan TSS pada air limbah industry. Kandungan tersebut bisa turun karena proses dari fitoremediasi yang berjalan dengan variable hari yang ditentukan oleh penelitian terdahulu dan factor yang bisa merubah kondisi tanaman dari segi daun, batang, hingga penumbuhan kecambah baru dalam proses fitoremediasi tersebut.

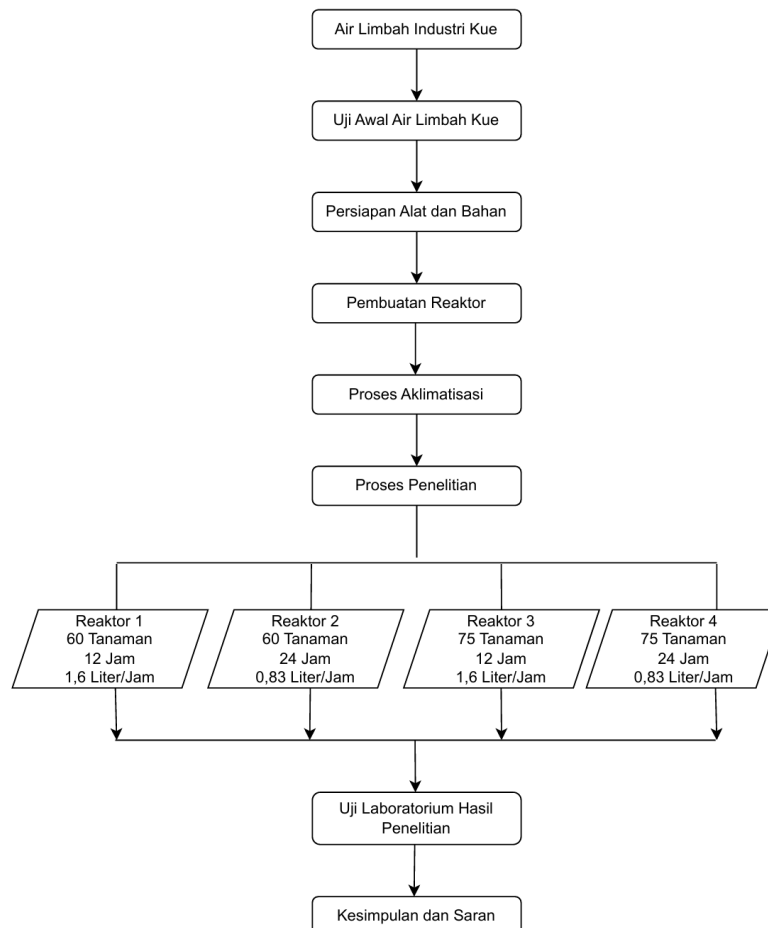
### BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### A. RANCANGAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui penurunan kadar BOD dan TSS dalam air limbah industri kue dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air. Metode ini dimulai dengan pengambilan sampel air limbah Industri kue . Setelah pengambilan sampel selanjutnya dilakukan uji pada laboratorium untuk mengetahui kadar BOD dan TSS.

Setelah pengujian, selanjutnya melakukan proses aklimatisasi tanaman kangkung air terhadap air. Berikutnya, lakukan pembuatan reactor fitoremediasi.



Gambar 3. 1 Rancangan Penelitian

## **B. VARIABEL PENELITIAN DAN DEFINISI OPERASIONAL VARIABEL.**

### **B.1. Variabel Penelitian**

Terdapat tiga jenis variable yang digunakan yaitu :

1. Variabel bebas :
  - a) Jumlah Tanaman Kangkung Air.
  - b) Waktu Tinggal Fitoremediasi
2. Variabel terikat :
  - a) Kadar BOD dan TSS.
3. Variabel control :
  - a) Debit Air Limbah.

### **B.2. Definisi Operasional Variabel**

Definisi Operasional Variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Operasional Variabel Bebas.

Variabel bebas merupakan suatu nilai yang dapat diubah -ubah dan mempengaruhi variable terikat. Dalam penelitian ini Variabel bebas yang digunakan yaitu :

Jumlah tanaman yang digunakan yakni 60 dan 75 tanaman kangkung air yang dimasukan ke lubang penutup bak. Untuk 60 tanaman kangkung air dimasukan kedalam bak yang memiliki penutup berlubang 20 dan setiap lubangnya diisi 3 tanaman kangkung air. Untuk 75 tanaman kangkung air dimasukkan ke dalam bak yang memiliki penutup berlubang 25 dan setiap lubangnya diisi 3 tanaman kangkung air. Dan waktu tinggal dari bak yang penutupnya berlubang 20 yaitu 12 jam, sedangkan waktu tinggal yang penutupnya berlubang 25 yaitu 24 jam. Dalam waktu proses selama 14 hari ditemukan adanya pertumbuhan kecambah baru pada tanaman kangkung air dengan usia 2 minggu.

#### 2. Operasional Variabel Terikat.

Variabel terikat merupakan suatu nilai yang tidak dapat diubah nilainya karena dijadikan sebagai acuan penelitian. Dalam penelitian ini variable terikat yaitu kandungan BOD dan TSS pada

limbah air Industri kue. Kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) akan dianalisa berdasarkan SNI. 6989.72:2009. Sedangkan untuk kadar TSS (*Total Suspended Solid*) akan dianalisis berdasarkan SNI 6989. 3:2019.

### 3. Operasional Variabel Control

Variabel control merupakan suatu nilai yang dijadikan standart dari segala tahap proses penelitian agar didapatkan hasil penelitian yang stabil dan akurat. Dalam penelitian ini variable control yaitu debit air limbah 1,6 liter/jam dan 0,83 liter/jam

## C. POPULASI DAN SAMPEL

Pada penelitian ini populasi dan sampel penelitian meliputi :

### 1. Populasi

Populasi penelitian ini adalah air limbah industri kue di PT. X yang berada di Desa Berbek, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo.

### 2. Sampel

Sampel penelitian ini adalah limbah cair industry kue yang terletak di Surabaya. Titik pengambilan sampel air limbah cair industry kue diambil dari bak pengumpul limbah yang keluaran dari outlet industry tersebut. Pengambilan sampel dapat dilakukan sewaktu-waktu dikarenakan produksi dari industry kue tersebut berjalan selama 24 jam, dan sampel tersebut dalam kondisi belum dilakukan pengolahan. Pengujian sampel dilakukan di laboratorium pihak ketiga.

## D. METODE PENGUMPULAN DATA

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian sebagai berikut:

### D.1. ALAT DAN BAHAN

*Tabel 3. 1 Alat dan Bahan*

No.	Alat	Jumlah	Satuan
1.	Bak Plastik	4	Buah
2.	Drum Tabung	1	Buah
3.	Penutup Bak	4	Buah
4.	Potongan Selang	2	Buah
5.	Kran Plastik	2	Buah

No.	Alat	Jumlah	Satuan
6.	Tempeh/Wadah plastic	4	Buah
7.	Cutter	1	Buah
8.	Trashbag	-	Buah
9.	Botol Bekas Aqua	8	Buah
10.	Air isi ulang	1	Buah
11.	Air limbah Industri kue		
12.	Tanaman kangkung air		

## **D.2. PENGAMBILAN SAMPEL AIR LIMBAH INDUSTRI KUE**

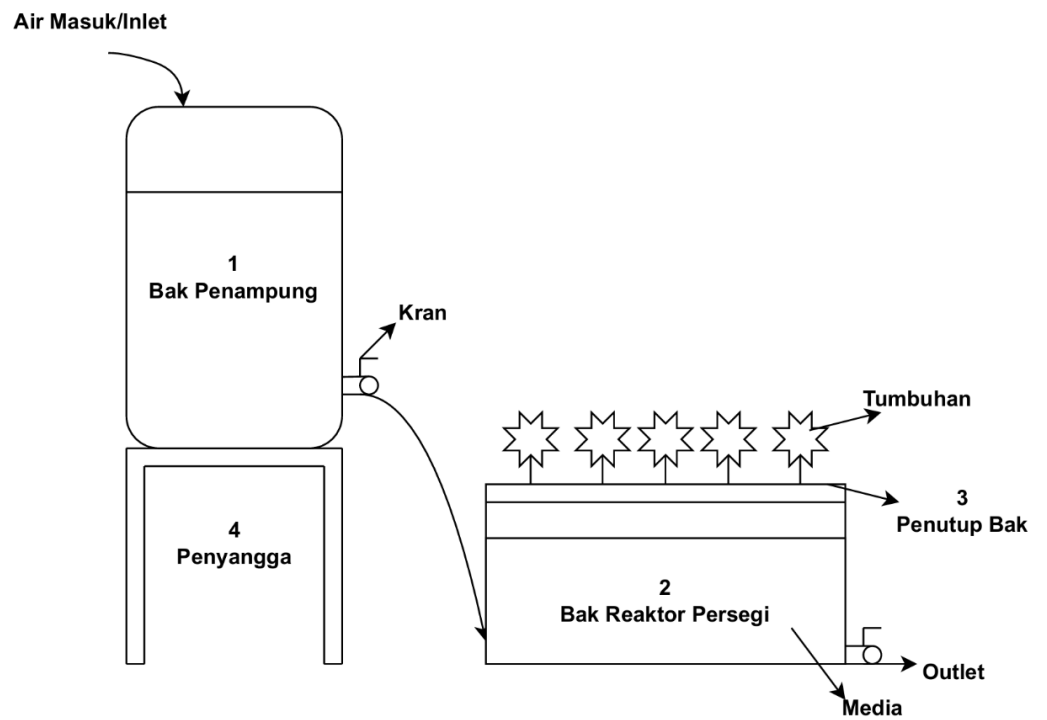
Rancangan penelitian dimulai dengan mengambil sampel air limbah industri kue yang berlokasi di Desa Berbek, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo.

## **D.3. DESAIN REAKTOR PENELITIAN**

Desain reaktor penelitian ini dilakukan melalui proses pengolahan aklimatisasi dalam metode fitoremediasi yaitu dengan menggunakan 4 reaktor yang terbuat dari bahan plastic berbentuk persegi.

## **D.4. PROSES AKLIMATISASI**

Aklimatisasi adalah proses adaptasi tumbuhan terhadap lingkungan sekitar sebelum dapat hidup pada lingkungan dengan kondisi, suhu, iklim, serta hal lain yang sering berubah (Najwa et al., 2023). Tanaman memiliki sifat totipotensi yang merupakan kemampuan dari sel, apabila diletakkan di lingkungan yang sesuai akan tumbuh menjadi tanaman sempurna. Oleh karena itu aklimatisasi diperlukan agar tanaman kangkung bisa hidup di lingkungan baru serta melakukan pembiasaan terhadap tumbuhan yang akan digunakan sebagai media penelitian (Marya Mistar et al., 2022). Menurut penelitian (Hafiz, 2023) Tahap aklimatisasi dilakukan dengan pemberian air limbah selama 7 hari dimulai dari 100 ml serta tambahan air isi ulang sebanyak 600 ml, setelah tanaman kangkung berumur kurang dari 3 minggu dan tidak mengalami kematian maka proses aklimatisasi ini telah berhasil.



*Gambar 3. 2 Desain Reaktor Penelitian*

Keterangan Gambar Komponen Reaktor :

1 : Bak Penampung

2 : Bak Reaktor Persegi

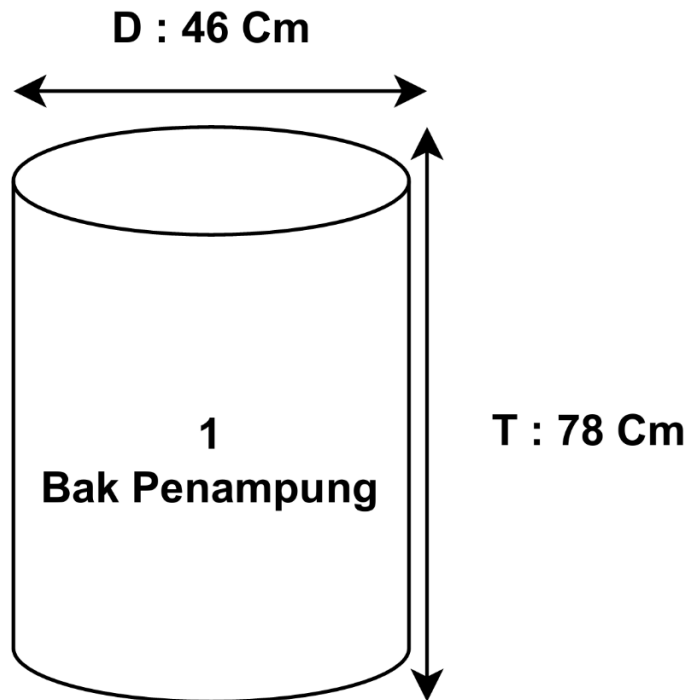
3 : Penutup Bak

4 : Penyangga Bak Penampung/Kursi

Kran

Tumbuhan

**1. Bak Penampung**



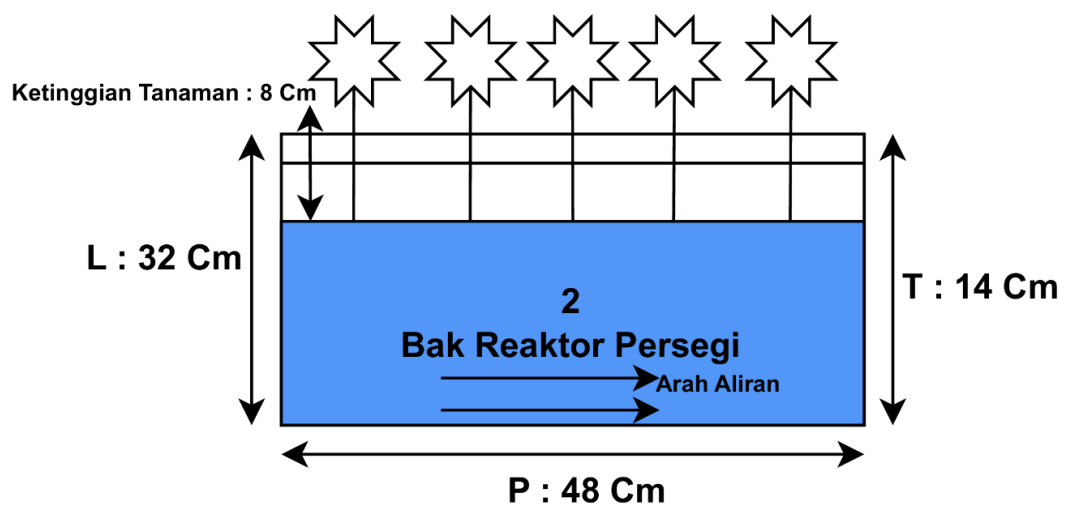
*Gambar 3. 3 Dimensi Bak Penampung*

Keterangan Gambar Bak Penampung :

Diameter Bak : 46 Cm

Tinggi Bak : 78 Cm

**2. Bak Reaktor Persegi**



*Gambar 3. 4 Bak Reaktor Persegi*



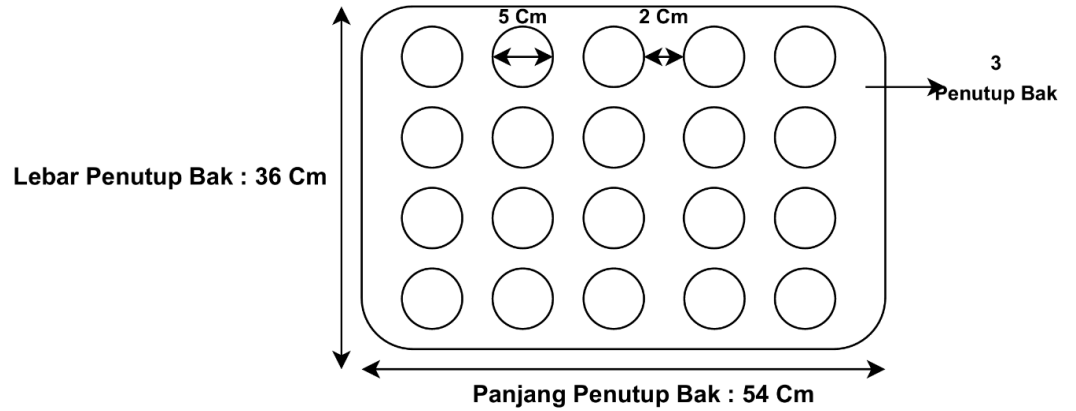
Keterangan Bak Reaktor Persegi :

Panjang Bak : 48 Cm

Lebar Bak : 32 Cm

Tinggi Bak : 14 Cm

### 3. Penutup Bak



Gambar 3. 5 Penutup Bak

Keterangan Penutup Bak Reaktor :

- Jarak antar lubang : 2 Cm

- Diameter Lubang : 5 Cm

- Panjang Penutup Bak : 54 Cm

- Lebar Penutup Bak : 36 Cm

#### D.4.1. Perhitungan Perencanaan Dimensi Reaktor :

- Dimensi Volume Bak Reaktor 1 :

Bak Reaktor fitoremediasi :

Panjang = 38 cm

Lebar = 25 cm

Tinggi = 21 cm

$$V = p \times l \times t$$

$$= 38 \times 25 \times 21$$

$$= 20 \text{ liter} = 0,02 \text{ m}^3$$

Waktu Detensi (td) :

Pada penelitian ini waktu tinggal yang digunakan adalah 12 jam dan 24 jam.(Al Kholif, 2021)

$$T_d = 12 \text{ jam}$$

$$V = 20 \text{ liter}$$

$$Q = V/t_d$$

$$= 20 \text{ liter} / 12 \text{ jam}$$

$$= 1,6 \text{ liter/jam}$$

- Dimensi Volume Bak Reaktor 2 :

Bak Reaktor fitoremediasi :

Panjang = 38 cm

Lebar = 25 cm

Tinggi = 21 cm

$$V = p \times l \times t$$

$$= 38 \times 25 \times 21$$

$$= 20 \text{ Liter} = 0,02 \text{ m}^3$$

Waktu Detensi (td) :

Pada penelitian ini waktu tinggal yang digunakan adalah 12 jam dan 24 jam.(Al Kholif, 2021)

$$t_d = 24 \text{ jam}$$

$$V = 20 \text{ Liter}$$

$$Q = V/t_d$$

$$= 20 \text{ Liter} / 24 \text{ Jam}$$

$$= 0,83 \text{ Liter/Jam.}$$

## **D.5. PROSEDUR PELAKSANAAN PENELITIAN**

Adapun Langkah-langkah dalam penelitian sebagai berikut:

1. Mengambil sampel air limbah hasil produksi kue untuk di uji nilai kandungan BOD dan TSS awal.
2. Siapkan benih tanaman kangkung air yang sudah dipotong setengah lalu letakkan pada nampan yang berisi air untuk penumbuhan kangkung baru.
3. Setelah tanaman kangkung air berumur 3 minggu, lakukan tahap aklimatisasi selama 7 hari.
4. Setelah melalui proses aklimatisasi selama 7 hari, hal ini digunakan agar tanaman kangkung air layak digunakan untuk fitoremediasi.
5. Selanjutnya ambil tanaman yang telah masuk dalam proses aklimatisasi dan letakkan pada netpot.
6. Mengisi tiap reaktor bak cat dengan air limbah dan reaktor persegi dengan air isi ulang.
7. Masukkan tanaman kangkung air kedalam bak reaktor persegi.
8. Kemudian proses fitoremediasi dilakukan dengan dimulai di hari pertama setelah aklimatisasi.
9. Jika sudah dilakukan proses fitoremediasi, ambil limbah yang ada pada reaktor persegi untuk dilakukan uji parameter BOD dan TSS.
10. Selanjutnya sampel yang diambil akan melalui proses di laboratorium.

## **E. METODE ANALISIS DATA**

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, maka akan didapatkan data penurunan kandungan BOD dan TSS pada air limbah Industri kue dengan metode fitoremediasi tanaman kangkung air. Data hasil pengujian parameter BOD dan TSS pada air limbah Industri kue dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan untuk mengetahui tingkat penurunan setiap parameter, dengan rumus efisiensi BOD dan TSS sebagai berikut:

Efisiensi Penurunan BOD :

$$Efisiensi [BOD] = \frac{[BOD_i - BOD_f]}{BOD_i} \times 100\%$$

$Ef$  : Efisiensi Penurunan

$BOD_i$  : Konsentrasi BOD Awal

$BOD_f$ : Konsentrasi BOD Akhir

Efisiensi Penurunan TSS :

$$Efisiensi [TSS] = \frac{[It - Ot]}{It} \times 100\%$$

Keterangan :

$Ef$  : Efisiensi Penurunan

$It$  : Konsentrasi TSS Awal

$Ot$  : Konsentrasi TSS Akhir

Untuk mengetahui variasi media yang lebih efisien dalam menurunkan kadar BOD dan TSS, data akan menggunakan analisis deskriptif disajikan dalam bentuk table dan grafik.

## BAB IV

### HASIL ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan disajikan pembahasan mengenai hasil dari percobaan penelitian yang telah dilakukan. Pembahasan ini dimulai dari gambaran umum pengambilan air limbah industri kue serta mencakup semua proses penelitian dari persiapan alat, bahan dan kinerja reaktor fitoremediasi dalam menurunkan kadar BOD dan TSS. Dari keseluruhan proses penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil penelitian parameter BOD dan TSS dalam bentuk tabel dan grafik sehingga mudah dianalisis dan memperoleh hasil dan pembahasan. Hasil yang diperoleh akan dijabarkan melalui penyajian data dan analisis data di bawah ini.

#### A. GAMBARAN UMUM AIR LIMBAH INDUSTRI KUE

Air limbah industri kue yang dijadikan sampel penelitian didapatkan dari industri kue di Berbek, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Air limbah yang diambil berupa limbah cair yang berasal dari proses pembuatan kue.

Dilihat dari kondisi fisiknya air limbah industri kue berwarna keabuan dan airnya sedikit lebih kental serta ada gumpalan dan memiliki bau yang menyengat berbeda dengan air murni lainnya.

#### B. PENYAJIAN DATA

##### 1. Pengukuran Kadar Awal Air Limbah Industri Kue

Pada pengambilan air limbah tahu dilakukan satu kali sebanyak 80 liter menggunakan jirigen ukuran 25 liter. Setelah itu diambil sebanyak 500 ml untuk dilakukan uji awal. Pengujian awal dilakukan untuk mengetahui kandungan awal limbah sesuai dengan parameter air limbah industri kue. Penyajian Data ini mengacu pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Hafiz, 2023).

*Tabel 4. 1 Uji Awal Limbah Industri Kue*

Parameter	Satuan	Hasil Uji Awal	Baku Mutu
BOD	mg/L	1237	85
TSS	Mg/L	1438	80

Berdasarkan hasil uji awal air limbah tahu yang diperoleh yaitu

nilai BOD sebesar 1237 mg/L dan TSS sebesar 1438 mg/L. Nilai BOD dan TSS yang diperoleh di uji awal masih melebihi dari baku mutu bagi industri kue menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur no. 72 tahun 2013. Kandungan BOD dan TSS yang tinggi ini disebabkan oleh senyawa organik yang cukup tinggi, yaitu senyawa protein yang kompleks. Protein yang tinggi ini berasal dari bahan dasar kue.

## 2. Proses Fitoremediasi

Proses Fitoremediasi berfungsi untuk menurunkan kadar BOD dan TSS yang ada pada air limbah tahu yang digunakan. Dalam memilih tanaman yang digunakan dalam proses fitoremediasi harus disesuaikan dengan lokasi dan juga dapat bertahan pada ekosistem yang telah terkontaminasi oleh zat-zat tercemar pada badan air. Pada proses fitoremediasi pada air tercemar biasanya menggunakan proses fitoremediasi dengan prinsip rizhofiltrasi yaitu dimana akar tanaman lebih toleransi dengan menyerap zat-zat pencemar yang lain dibandingkan batang dan juga daun.

## 3. Penurunan Kadar Bod

Penurunan kadar BOD selama proses fitoremediasi oleh tanaman kangkung air dapat dilihat pada Tabel 4.1 dimana pada kadar awal BOD yaitu sebesar 1237 mg/L. Selama proses penelitian penurunan BOD dengan variasi jumlah tanaman yang berbeda 60 dan 75 tanaman kangkung air. Penurunan kadar BOD pada air limbah industri kue bisa dilihat pada Tabel 4.2.

*Tabel 4. 2 Penurunan BOD*

No	Reaktor	Jumlah Tanaman	Nilai Awal BOD	Perlakuan Hari Ke- Hari ke- 6	Hari ke-14	Satuan
1	R1	60 Tanaman	1237	884	758	mg/L
2	R2	60 Tanaman	1237	833	732	mg/L
3	R3	75 Tanaman	1237	789	698	mg/L
4	R4	75 Tanaman	1237	744	653	mg/L

Berdasarkan penelitian yang dilakukan selama 14 hari bisa dilihat pada tabel 4.2 bahwa terjadi penurunan pada kadar BOD. Penurunan kadar BOD paling efisien terjadi pada hari ke-14 pada jumlah 75 tanaman yaitu dengan nilai sebesar 653 mg/L.

*Biological Oxygen Demand (BOD)* menunjukkan jumlah oksigen terlarut

yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurangi bahan organik dalam kondisi aerobik, atau jumlah oksigen yang digunakan mikroorganisme dalam mengurangi bahan organik. Pengukuran BOD memerlukan kecermatan karena variasi sampel sehingga memerlukan penetralan pH, pengenceran, aerasi, dan penumbuhan populasi mikroorganisme. Hal-hal yang mempengaruhi kandungan BOD yaitu kandungan bahan organik, temperature, oksigen terlarut, dan keberadaan mikroba.

Penurunan pada zat pencemar juga dapat diakibatkan oleh proses fitovolatilasi yang merupakan penyerapan plutan oleh tanaman setelah proses diatas dan dikeluarkan dalam bentuk uap air ke atmosfer. Dimana proses ini tepat digunakan untuk kontaminan zat-zat organik.

#### 4. Penurunan Kadar Tss

Penurunan kadar TSS selama proses fitoremediasi oleh tanaman kangkung air dapat diperhatikan pada Tabel 4.1 dengan kadar awal TSS sebesar 1438 mg/L. Selama proses penelitian penurunan kadar TSS dengan variasi jumlah tanaman yang berbeda 60 dan 75 tanaman kangkung air. Penurunan parameter TSS pada air limbah industri kue bisa dilihat pada Tabel 4.3.

*Tabel 4. 3 Penurunan TSS*

No	Reaktor	Jumlah Tanaman	Nilai Awal TSS	Perlakuan Hari Ke-		Satuan
				Hari ke- 6	Hari ke- 14	
1	R1	60 Tanaman	1438	1076	942	mg/L
2	R2	60 Tanaman	1438	1042	916	mg/L
3	R3	75 Tanaman	1438	995	880	mg/L
4	R4	75 Tanaman	1438	986	861	mg/L

Berdasarkan penelitian yang dilakukan selama 14 hari bisa dilihat pada Tabel 4.3 bahwa terjadi penurunan pada kadar TSS. Penurunan kadar TSS paling efisien terjadi pada hari ke-14 pada jumlah 75 tanaman yaitu dengan nilai sebesar 861 mg/L.

*Total Suspended Solid (TSS)* adalah partikel yang berukuran lebih besar

dari dua mikron, yang biasa ditemukan di lingkungan aquatic. Sedangkan partikel yang ukurannya lebih kecil dari kebanyakan ukuran filter pada umumnya yaitu dua mikron dianggap sebagai padatan terlarut. Partikel-partikel yang keberadaanya berpengaruh terhadap konsentrasi *Total Suspended Solid (TSS)* yaitu berupa Kerikil, pasir, lanau, tanah liat, serta alga (Harahap et al., 2020). Metode yang bagus dan ekonomis untuk menurunkan kontaminan yang terkandung pada air limbah yaitu dengan metode fitoremediasi (Novita et al., 2022).

Penurunan konsentrasi TSS tidak terlepas dari kemampuan tanaman kangkung air dalam menahan padatan tersuspensi melalui akar kangkung air. Penyerapan yang dilakukan oleh akar kangkung air menyebabkan padatan tersuspensi mengalami remediasi dan akan menyebabkan kekeruhan dari hasil penyerapan tersebut. (Marya Mistar et al., 2022)

### C. ANALISIS DATA

Tujuan analisis data pada penelitian ini yaitu membahas tentang pengaruh perlakuan fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air di lihat dari jumlah tanaman dan pengamatan terhadap pengaruh dalam presentase penurunan BOD dan TSS yang terkandung pada air limbah industri kue dalam bentuk presentase dan grafik. Dari data yang dihasilkan pada parameter BOD dan TSS dalam pengamatan selama 14 hari pada Tabel.

#### 1. Efisiensi Penurunan BOD

Data penurunan yang terjadi pada BOD selama perlakuan fitoremediasi akan dilakukan perhitungan nilai efisiensi.

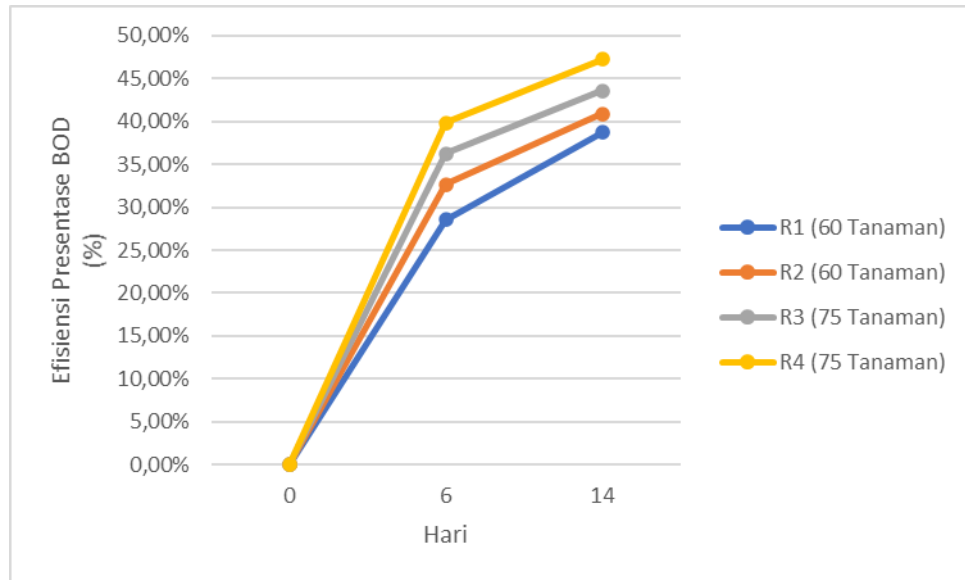
Efisiensi penurunan (%) dalam penurunan parameter BOD yang dapat dilihat pada table

*Tabel 4. 4 Efisiensi Penurunan BOD (%)*

No	Reaktor (Jumlah Tanaman)	Perlakuan Hari Ke-	
		Hari ke- 6	Hari ke- 14
1	R1 (60 Tanaman)	28,52%	38,71%
2	R2 (60 Tanaman)	32,68%	40,84%
3	R3 (75 Tanaman)	36,24%	43,55%
4	R4 (75 Tanaman)	39,83%	47,24%



Berdasarkan Tabel menunjukkan bahwa tingkat efisiensi perlakuan fitoremediasi terhadap tanaman kangkung air terbukti adanya penurunan parameter BOD yang terjadi. Grafik efisiensi penurunan konsentrasi BOD setelah dilakukannya proses fitoremediasi dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 4. 1 Efisiensi Penurunan BOD

Pada gambar terjadi penurunan pada semua reaktor terhadap parameter BOD oleh tanaman kangkung air. R1 dan R2 yang berisi 60 tanaman kangkung air di dapatkan besar efisiensi penurunan yang paling signifikan pada waktu perlakuan hari ke-14 dengan kadar BOD yaitu 40,84% dan, sedangkan R3 dan R4 yang berisi 75 tanaman kangkung air di dapatkan besar efisiensi penurunan yang paling signifikan pada waktu perlakuan hari ke-14 dengan kadar BOD yaitu 47,24% dan. Diketahui bahwa hasil penurunan terbaik terdapat pada R4 dengan jumlah 75 tanaman kangkung air dengan nilai presentase penurunan sebesar 47,24%.

Nilai BOD dipengaruhi juga oleh adanya tanaman yang menutupi permukaan air limbah. Keberadaan tanaman tersebut dapat menyerap zat organik yang terdapat dalam air limbah. Semakin banyak tanaman maka oksigen yang terlarut dalam air limbah juga semakin banyak karena adanya suplai oksigen dari hasil fotosintesis tanaman. Jadi semakin banyak tanaman, maka nilai kadar BOD semakin kecil yang berarti semakin baik kualitas air limbah tersebut(Sholehah & Yuliansari, 2022).

Sehingga dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penurunan pada kadar BOD dari air limbah industri kue diketahui baik dari R1, R2, R3, dan R4 mengalami penurunan tetapi masih belum bisa memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013.

## 2. Efisiensi Penurunan TSS

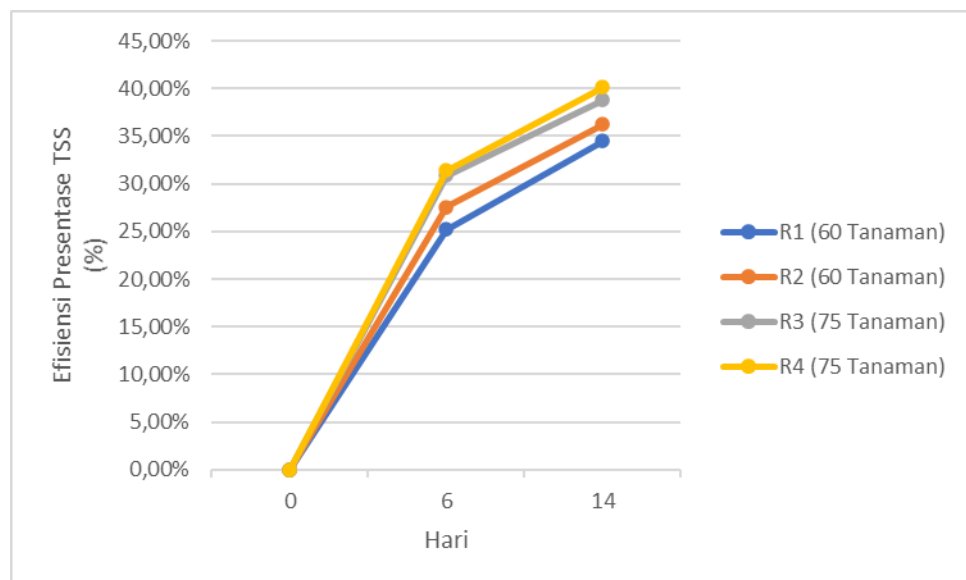
Dari data penurunan yang terjadi pada TSS selama perlakuan fitoremediasi akan dilakukan perhitungan nilai efisiensi.

Efisiensi penurunan (%) dalam penurunan parameter TSS yang dapat dilihat pada table.

*Tabel 4. 5 Efisiensi Penurunan TSS (%)*

No	Reaktor (Jumlah Tanaman)	Perlakuan Hari Ke-	
		Hari ke- 6	Hari ke- 14
1	R1 (60 Tanaman)	25,18%	34,52%
2	R2 (60 Tanaman)	27,54%	36,27%
3	R3 (75 Tanaman)	30,84%	38,80%
4	R4 (75 Tanaman)	31,42%	40,12%

Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan bahwa tingkat efisiensi perlakuan fitoremediasi terhadap tanaman kangkung air terbukti adanya penurunan parameter TSS yang terjadi. Grafik efisiensi penurunan konsentrasi TSS setelah dilakukannya proses fitoremediasi dapat dilihat pada Gambar.



*Gambar 4. 2 Efisiensi Penurunan TSS*

Pada gambar terjadi penurunan pada semua reaktor terhadap parameter BOD oleh tanaman kangkung air. R1 dan R2 yang berisi 60 tanaman kangkung air di dapatkan besar efisiensi penurunan yang paling signifikan pada waktu perlakuan hari ke-14 dengan kadar TSS yaitu 36,27% dan, sedangkan R3 dan R4 yang berisi 75 tanaman kangkung air di dapatkan besar efisiensi penurunan yang paling signifikan pada waktu perlakuan hari ke-14 dengan kadar TSS yaitu 40,12% dan. Diketahui bahwa hasil penurunan terbaik terdapat pada R4 dengan jumlah 75 tanaman kangkung air dengan nilai presentase penurunan sebesar 40,12%.

Penurunan kadar TSS ini terjadi karena sebelumnya tumbuhan diaklimatisasi terlebih dahulu dengan tujuan aklimatisasi adalah agar akar tumbuhan bersih dan maksimal dalam menyerap ion-ion. Maka, semakin banyak tanaman, maka nilai kadar TSS semakin kecil yang berarti semakin baik kualitas air limbah tersebut (Norma Pribadi et al., 2016).

Sehingga dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penurunan pada kadar TSS dari air limbah industri tahu diketahui baik dari R1, R2, R3, R4 mengalami penurunan tetapi masih belum bisa memenuhi baku mutu sesuai dengan Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013.

#### **D. PEMBAHASAN**

Setelah menganalisis data, maka pembahasan selanjutnya dalam penelitian ini yaitu menginterpretasi data. Tujuan dari interpretasi data adalah untuk membandingkan hasil analisis data yang telah didapatkan dengan konsep yang digunakan dalam penelitian.

Berdasarkan dengan acuan hasil penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa metode fitoremediasi dengan tanaman kangkung air sangat mendukung dan efektif dalam menurunkan kandungan BOD dan TSS (Najwa et al., 2023). Dari penelitian yang telah dilakukan dalam mengolah air limbah industri kue dengan proses fitoremediasi oleh tanaman kangkung air untuk menurunkan kadar BOD dan TSS. Dengan hasil analisis awal untuk parameter BOD sebesar 1237 mg/L dan TSS sebesar 1438 mg/L. Jumlah tanaman kangkung air di setiap reaktor di tinjau dari banyaknya tanaman yang di gunakan pada setiap reaktor. Jumlah tanaman yang efisien untuk menurunkan kadar BOD dan TSS

didapatkan pada 75 tanaman di reaktor 3 dan 4 dengan perlakuan selama 14 hari. Berdasarkan hasil penelitian dengan jumlah tanaman yang sedikit dan pengamatan sebentar kurang efisien dalam menurunkan kadar BOD dan TSS. Dengan pengamatan selama 14 hari setelah aklimatisasi masih kurang efisien dikarenakan masih belum memenuhi baku mutu, kondisi tanaman selama proses fitoremediasi juga mengalami perubahan, dari tumbuh kecambah baru, perubahan warna dalam daun tanaman, dan tidak bisa berdiri dengan kokoh selama beberapa hari menjadi faktor dari masih kurang dalam proses fitoremediasi.

Tanaman yang digunakan dalam metode fitoremediasi juga sangat bervariasi. Tanaman tersebut harus memiliki karakteristik yang mampu menyerap kontaminan yang terdapat di dalam limbah. Beberapa tanaman yang mampu dalam mengurangi zat kontaminan yang terdapat pada limbah cair adalah tanaman kiambang, kangkung air dan eceng gondok. Menurut penelitian (Novita et al., 2022) tanaman kangkung air (*Ipomea sp.*) dapat menurunkan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) sebesar 86,2%, kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) sebesar 86,7%, dan kadar TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 63,2% pada limbah cair tahu.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Dari penelitian yang telah dilakukan mengenai pengolahan air limbah industri kue dengan perlakuan fitoremediasi tanaman kangkung air dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai efisiensi penurunan fitoremediasi dengan tanaman kangkung air masing-masing mempunyai nilai kadar BOD 47,24% dan TSS 40,12%.
2. Hasil penurunan BOD dan TSS dengan metode fitoremediasi pada penelitian ini mengalami penurunan tetapi masih belum memenuhi baku mutu Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013.
3. Tanaman kangkung air memiliki ketahanan selama 14 hari dalam melakukan penurunan kadar BOD dan TSS dengan factor perubahan dari kondisi tanaman kangkung yang tumbuh kecambah baru, perubahan daun, dan tanaman yang layu tidak kokoh pada saat hari terakhir dalam proses fitoremediasi.

#### **B. SARAN**

Berdasarkan pada hasil penelitian dan pembahasan, terdapat beberapa hal yang harus disarankan yakni debit yang dikeluarkan harus stabil, mendapatkan sinar matahari yang cukup agar tanaman kangkung air tidak layu, dan pemantauan secara berkala bila terjadi error dalam proses penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Kholif, M., Istaharoh, I., Sutrisno, J., & Widyastuti, S. (n.d.). *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan Penerapan Teknologi Fitoremediasi untuk Menghilangkan Kadar COD dan TSS pada Air Buangan Industri Tahu*.  
<http://jurnalsaintek.uinsby.ac.id/index.php/alard/index>
- Anggraini, N. A., & Purnomo, Y. S. (2022). *Pengaruh Pemotongan Akar Tanaman Air terhadap Penurunan BOD dan COD Limbah Domestik dengan Metode Fitoremediasi*. <http://esec.upnvjt.com/>
- Hafiz, M. (2023). *PENURUNAN KADAR BOD DAN COD PADA AIR LIMBAH INDUSTRI TAHU DENGAN METODE FITOREMEDIASI TANAMAN KANGKUNG AIR*.
- Harahap, M. R., Amanda, D. L., & Matondang, H. A. (2020). 772-Article Text-3321-1-10-20220220\_2. *AMINA*, 2(2), 79–83.
- Indrayani, L. (2018). *PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK SEBAGAI SALAH SATU PERCONTOHAN IPAL BATIK DI YOGYAKARTA. ECOTROPHIC*, 12(2), 173–184.
- Kade Fandy Rajendra Suta, I., Luh Utari Sumadewi, N., Putu Widya Astuti, N., Studi Kesehatan Masyarakat, P., & Dhyana Pura, U. (2023). Effectiveness of Combination of Filtration and Phytoremediation with Water Kangkung Plants in Tempe Waste in 2022. In *Agustus* (Vol. 02, Issue 02).  
<https://jurnal.undhirabali.ac.id/index.php/jakasakti/index>
- Kencana, E. M., & Radityaningrum, A. D. (2022). Kombinasi Filtrasi dan Fitoremediasi untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Dampak*, 19(2), 56.  
<https://doi.org/10.25077/dampak.19.2.56-65.2022>
- Mahmudi, M., & Musa, M. (2020). *HUBUNGAN pH DENGAN PARAMETER KUALITAS AIR PADA TAMBAK INTENSIF UDANG VANNAMEI (Litopenaeus vannamei)*. <http://jfmr.ub.ac.id>
- Marya Mistar, E., Hasmita, I., Muhammad Zulfikar, T., & Artikel Abstrak, I. (n.d.). *EFEKTIVITAS TANAMAN KANGKUNG AIR (Ipomoea aquatic forsk)SEBAGAI MEDIA PENYERAP MERKURI (Hg)*.  
<https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/perisai>
- Marya Mistar, E., Hasmita, I., Muhammad Zulfikar, T., & Artikel Abstrak, I. (2022). *EFEKTIVITAS TANAMAN KANGKUNG AIR (Ipomoea aquatic forsk)SEBAGAI MEDIA PENYERAP MERKURI (Hg). JURNAL PERISAI*, 1(1), 83–89. <https://jurnal.serambimekkah.ac.id/index.php/perisai>
- 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.  
<https://doi.org/10.25273/florea.v7i2.7645>
- Najwa, S., Callista Elvania, N., Margianti, Y. S., Kunci, K., Fitoremediasi, :, Air, K., & Tahu, L. (2023). *Efektivitas Metode Fitoremediasi Dengan Jenis Tanaman Kangkung Air (Ipomoea Aquatica Forsk) Terhadap Pengolahan Air Limbah Industri Tahu di Desa Ledok Kulon*. <http://envirotek.upnjatim.ac.id/>
- Norma Pribadi, R., Zaman, B., & Purwono. (2016). Pengaruh Luas Penutupan Kiambang (Salvinia molesta) Terhadap Penurunan COD, Amonia, Nitrit, dan Nitrat Pada Limbah Cair Domestik (Grey Water) Dengan Sistem Kontinyu. In *Jurnal Teknik Lingkungan* (Vol. 5, Issue 4). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/tlingkungan>
- Novita, E., Wahyuningsih, S., Safrizal, M. R., Puspitasari, A. I., & Pradana, H. A. (2022). *ARTICLE INFO Kajian Perbaikan Kualitas Air Limbah Pengolahan Kopi Menggunakan Metode Fitoremediasi dengan Tanaman Eceng Gondok (Eichhornia*

- crassipes). *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 11, 192–203. <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v11i1>
- Ruzzi, F., Irawan, A., & Lisha, S. Y. (2023). Uji Efektivitas Tanaman *Salvinia Molesta* dan *Eichhornia Crassipes* dalam Menurunkan Kadar BOD, COD, Dan TSS pada Limbah Cair Tahu. *CIVED*, 10(1), 311. <https://doi.org/10.24036/cived.v10i1.122681>
- Sejati, N. I. P., & Mulyono, R. A. (2022). Karakteristik Bolu Kukus dengan Penambahan Ekstrak dan Kelopak Bunga Telang. *Jurnal Akademika Baiturrahim Jambi*, 11(2), 175. <https://doi.org/10.36565/jab.v11i2.503>
- Sholehah, H., & Yuliansari, D. (2022). FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR KERUPUK KULIT MENGGUNAKAN TANAMAN AIR KAYU APU (*Pistia stratiotes*) PHITOREMEDIATION OF WASTE LIQUID CRACKERS USING APU WOOD (*Pistia stratiotes*) WATER PLANTS. *Jurnal Sanitasi Dan Lingkungan*, 3(1), 238–250. <https://e-journal.sttl-mataram.ac.id>
- Siregar, A. P. H. (2020). *ANALISIS STRATEGI BERSAING TOKO ROTI X BERDASARKAN IE-MATRIKS Ade Putra Halomoan Siregar*.
- Sisnayati, S., Dewi, D. S., Apriani, R., & Faizal, M. (2021). Penurunan BOD, TSS, minyak dan lemak pada limbah cair pabrik kelapa sawit menggunakan proses aerasi plat berlubang Reducing BOD, TSS, oil and greace in palm oil mill effluent by using perforated plate aeration process. *Jurnal Teknik Kimia*, 27(2), 2721–4885. <https://doi.org/10.36706/jtk.v27i1.559>
- Yelli Kurnianti, L., Haeruddin, & Rahman, A. (2020). *ANALISIS BEBAN DAN STATUS PENCEMARAN BOD DAN COD DI KALI ASIN, SEMARANG*. <http://jfmr.ub.ac.id>

## **LAMPIRAN**



Lampiran 1

	
	<p>Proses Fitoremediasi</p>
	
<p>Kondisi dalam malam hari pada saat proses fitoremediasi</p>	<p>Air Limbah Industri Kue dalam bak</p>
	
<p>Air Limbah Industri Kue dalam Drum</p>	<p>Tumbuh Kecambah baru pada saat proses Fitoremediasi</p>

## Lampiran 2



**Lampiran 3**  
**Pembuatan Lubang pada penutup bak dari Sterefoam**



## Lampiran 4

[Nomor Analisa]  
Tanggal: 03 Juli 2024

### LAPORAN ANALISIS

PELANGGAN : Rahman Hanif Alfattah  
CONTOH : Air Sebelum Proses  
JENIS CONTOH UJI : Air Limbah Industri Kue  
KETERANGAN CONTOH : Bentuk : Cairan  
: Volume : 500 ml  
ANALISA / UJI : TSS, BOD  
TEMPAT ANALISA : Laboratorium PT. Lautan Air Indonesia  
TANGGAL ANALISA : 20 Juni - 2 Juli 2024

Hasil Analisa:  
(Result Of Analysis)

Parameter	Satuan	Hasil	Metode
Zat Tersuspensi (TSS)	mg/L	1438	SNI 6989.3.2019
BOD	mg/L	1237	SNI 6989.72.2019

Diterbitkan Di/Tanggal : Gresik, 03 Juli 2024

Laboratorium PT. Lautan Air Indonesia



Lautan Air Indonesia  
Syarif Rahmat

Kepala Laboratorium PT. Lautan Air Indonesia

[Nomor Analisa]  
 Tanggal: 03 Juli 2024

Halaman 2 dari 2  
 Page 2 of 2

PELANGGAN : Rahman Hanif Alfattah  
 CONTOH : Air Setelah Proses  
 JENIS CONTOH UJI : Air Limbah Industri Kue  
 ANALISA / UJI : TSS, BOD  
 TANGGAL TERIMA : 20 Juni - 02 Juli 2024

Hasil Analisa (*Result Of Analysis*) :

Sample		Parameter	
Reaktor	Hari	TSS (mg/L)	BOD (mg/L)
R1	6	1076	884
	14	942	758
R2	6	1042	833
	14	916	732
R3	6	995	789
	14	880	698
R4	6	986	744
	14	861	653

Trusted Solution Partner for a Better World | Part of Lautan Luas Group

(021) 591 8874  
 Head Office & Plant : Kawasan Industri Manis II, Manis II No.9 Km. 8.5 RT.04/RW.01, Desa Kalidu, Kec. Cusug, Kab. Tangerang, Banten, 15818  
 Plant Gresik: Jalan Raya Sukomulyo Km 24, Manyar, Gresik, 61151  
[www.lautanairindonesia.com](http://www.lautanairindonesia.com)














# UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA

Badan Penyelenggara PPLP PT PGRI Surabaya  
Keputusan MENKUMHAM RI NO. AHU-0000485.AH.01.08.Tahun 2019  
Kampus Pusat : Jl. Dukuh Menanggal XII Telp. (031) 8281181 Surabaya 60234  
<http://www.unipasby.ac.id>

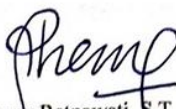
## BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Form Skripsi-03

Nama	: Rahman Hanif Alfattah			
NIM	: 203800013			
Program Studi	: Teknik Lingkungan			
Pembimbing	: Ir. Joko Sutrisno, M.Kom.			
Periode Bimbingan	: <del>Casa</del> /Genap*) Tahun 2023 / 2024			
Judul Skripsi	Penurunan Kadar BOD Dan TSS Limbah Industri Kue Dengan Metode Fitoremediasi Tanaman Kangkung Air			
<b>KEGIATAN KONSULTASI / BIMBINGAN</b>				
No	Tanggal	Materi pembimbingan	Keterangan	Paraf
	25 Juni	Rumusan masalah.	Revisi	
	26 Juni	Sistematika Penulisan.	ACC	
	27 Juni	Bab 1	ACC	
	29 Juni	Bab 2.	Revisi	
	1 Juli	Bab 3.	Revisi	
	3 Juli	Reaktor Penelitian	ACC	
	5 Juli	Bab 4.	Revisi	
	7 Juli	Analisis Data.	Revisi	
	9 Juli	Abstrak.	ACC	
	9 Juli	laporan	ACC.	
Dinyatakan selesai tanggal <u>09 Juli</u> ..... 20.24				

Surabaya, 09 Juli 2024  
Mahasiswa,

Mengetahui,  
Ketua Program Studi,

  
Dr. Rhenny Ratnawati, S.T., M.T.

Pembimbing,

  
Ir. Joko Sutrisno, M.Kom.

  
Rahman Hanif Alfattah



## UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA


Badan Penyelenggara PPLP PT PGRI Surabaya  
Keputusan MENKUMHAM RI NO. AHU-0000485.AH.01.08.Tahun 2019  
Kampus Pusat : Jl. Dukuh Menanggal XII Telp. (031) 8281181 Surabaya 60234  
<http://www.unipasby.ac.id>

### BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

Pada

Hari, tanggal : Rabu, 17 Juni 2024.  
Jam : 0800 - Selesai  
Tempat : Aula 3 LT 3, Teknik

Telah dilaksanakan Ujian Skripsi:

Nama Mahasiswa : Rahman Hanif Alfattah  
NIM : 203800013  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Penurunan Kadar BOD Dan TSS Limbah Industri Kue Dengan Metode Fitoremediasi Tanaman Kangkung Air  
Bidang Keahlian : Air limbah.  
Tanda Tangan : 

Saran-saran perbaikan :

1. Sistematisasi penulisan
2. Kesesuaian masalah, tujuan, kesimpulan
3. Pengelompokan Variabel, Teknik Pengukuran Rebit
4. Perubahan hasil penelitian
5. Rujukan abstract
6. Perbaikan grafik
7. Perbahasan : teori terakhir TSS, BOD
8. Stok.

Tim Penguji

Nama

(Tanda tangan)

1. Sugito
2. Han ulajid



\*) Jangka waktu perbaikan Skripsi dua minggu setelah ujian.

Apabila waktu tersebut tidak dipenuhi, maka nilai Ujian Skripsi dianggap batal dan mahasiswa yang bersangkutan diwajibkan mengulang Ujian lisan



## UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA

Badan Penyelenggara PPLP PT PGRI Surabaya  
Keputusan MENKUMHAM RI NO. AHU-0000485.AH.01.08.Tahun 2019  
Kampus Pusat : Jl. Dukuh Menanggal XII Telp. (031) 8281181 Surabaya 60234  
<http://www.unipasby.ac.id>

### FORM REVISI SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Rahman Hanif Alfattah  
NIM : 203800013  
Fakultas / Progdil : Teknik / Teknik Lingkungan  
Judul Skripsi : Penurunan Kadar BOD Dan TSS Limbah Industri Kue Dengan Metode Fitoremediasi Tanaman Kangkung Air.

Ujian Tanggal :

No Bab.	Tanggal	Materi Konsultasi	Keterangan Catatan	Tanda Tangan Penguji
I	22/7 2024	Sistematis ke penulisan	Dr	
II		masalah - tajuk - konsep		
III	23/7 2024	pendahuluan	fcc.	
IV		Abstrak	pu	
V		Saran ke guru	pu	

Disetujui Dosen Penguji  
Pada Tanggal, ..... 23/7/2024  
Penguji I,

(SUGITO)

Penguji II,

(SUGITO)

- a. Penyelesaian Revisi paling lambat 2 minggu dari pelaksanaan Ujian Skripsi.  
b. Pengetikan, penjilidan, penandatanganan Skripsi dan mengumpulkan Skripsi paling lambat 2 minggu dari revisi.
- Apabila sampai batas waktu tersebut ( point 1,a dan b ) mahasiswa belum menyelesaikan revisi dan tanda tangan, maka **Ujian dinyatakan Gugur.**
- a. Foto copy Form Revisi diserahkan ke Program Studi.  
b. Skripsi yang sudah direvisi diserahkan ke Fakultas tiga eksemplar untuk dijilid.