

**PEMANFAATAN TANAMAN LIDAH MERTUA  
DAN ECENG GONDOK DALAM PENGOLAHAN  
LIMBAH CAIR INDUSTRI KERIPIK SINGKONG  
MENGUNAKAN SISTEM *SUBSURFACE  
CONSTRUCTED WETLAND***

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh  
Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Biologi



Oleh: **Ziya Rosyadatin Nazila**

NIM: 1808016003

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
SEMARANG  
2022**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Ziya Rosyadatin Nazila

NIM : 1808016003

Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**PEMANFAATAN TANAMAN LIDAH MERTUA DAN ECENG  
GONDOK DALAM PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI  
KERIPIK SINGKONG MENGGUNAKAN SISTEM *SUBSURFACE*  
*CONSTRUCTED WETLAND***

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 6 September 2022

Pembuat Pernyataan



**Ziya Kosyadatin Nazila**

**NIM: 1808016003**



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang  
Telp. 024-7601295 Fax.7615387

## PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

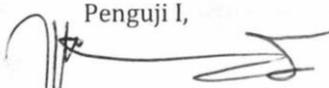
Judul : Fitoremediasi Menggunakan Kombinasi  
Tanaman *Sansevieria trifasciata* dan *Eichhornia  
crassipes* pada Pengolahan Limbah Cair Industri  
Keripik Singkong di Desa Karanggondang Jepara  
Penulis : **Ziya Rosyadatin Nazila**  
NIM : 1808016003  
Jurusan : Biologi

Telah diujikan dalam sidang tugas akhir oleh Dewan  
Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan  
dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh  
gelar sarjana dalam Ilmu Biologi.

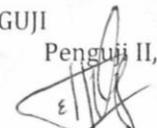
Semarang, 2022

### DEWAN PENGUJI

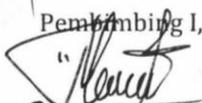
Penguji I,

  
**Dr. Ling. Rusmadi, M.Si**  
NIDN. 2026018302

Penguji II,

  
**Eko Purnomo, M.Si**  
NIP. 198604232019031006

Pembimbing I,

  
**Abdul Malik, M.Si**  
NIP. 198911032018011001

Pembimbing II,

  
**Fajrul Falakh, M.Ling**  
NIP.199107022019031016

## NOTA DINAS

Semarang, 6 September 2022

Yth. Ketua Program Studi Biologi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum wr.wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pemanfaatan Tanaman Lidah Mertua dan Eceng Gondok dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Keripik Singkong Menggunakan Sistem *Subsurface Constructed Wetland*

Nama : **Ziya Rosyadatin Nazila**

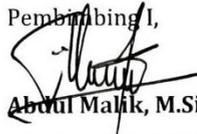
NIM : 1808016003

Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqosyah.

*Wassalamu'alaikum wr.wb.*

Pembimbing I,



Abdul Malik, M.Si

NIP. 198911032018011001

## NOTA DINAS

Semarang, 6 September 2022

Yth. Ketua Program Studi Biologi  
Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Walisongo Semarang

*Assalamu'alaikum wr.wb.*

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pemanfaatan Tanaman Lidah Mertua dan Eceng Gondok dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Keripik Singkong Menggunakan Sistem *Subsurface Constructed Wetland*

Nama : **Ziya Rosyadatin Nazila**

NIM : 1808016003

Jurusan : Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diajukan dalam Sidang Munaqosyah.

*Wassalamu'alaikum wr.wb.*

Pembimbing II,

**Fajrul Falakh, M.Ling**

NIP.199107022019031016

## ABSTRAK

Limbah cair industri keripik singkong merupakan salah satu jenis limbah yang dapat menimbulkan munculnya permasalahan lingkungan apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Kandungan zat-zat organik yang ada dalam limbah cair industri keripik singkong dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan yang dapat mengakibatkan permasalahan lingkungan seperti kematian biota air. Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental dengan desain *Pretest-Posttest Control Group Design*. *Pretest* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi awal sebelum diberikan perlakuan. Sedangkan *Posttest* dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi setelah diberikan perlakuan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi penggunaan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) dalam menurunkan parameter pencemaran limbah cair menggunakan Sistem *Subsurface Constructed Wetland*. Hasil pemeriksaan menunjukkan terdapat efisiensi penurunan nilai sianida (CN) sebesar 72,4%, nilai BOD sebesar 73,3%, nilai COD sebesar 46%, nilai TSS sebesar 93,3%, dan nilai pH sebesar 39,7%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengolahan menggunakan *Subsurface Constructed Wetland* dengan tanaman eceng gondok dan lidah mertua mampu menurunkan kandungan sianida (CN), BOD, dan TSS sampai memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tapioka. Namun pengolahan belum bisa menurunkan COD hingga tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan.

**Kata kunci:** Eceng gondok, Industri, Lahan basah, Lidah mertua, Limbah cair

## TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor : 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sandang (al-) disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	g
ج	J	ف	f
ح	h}	ق	q
خ	kh	ك	k
د	D	ل	l
ذ	z\	م	m
ر	R	ن	n
ز	Z	و	w
س	S	ها	h
ش	sy	ء	'
ص	s}	ي	y
ض	d}		

Keterangan: penulisan kata sandang (al-) dalam teks ditulis menyesuaikan rujukan.

## Lambang Dalam Transliterasi

Lambang/symbol titik dan garis diatas atau dibawah huruf untuk menunjukkan tanda bacaan *mad* (panjang) dalam bahasa Arab itu dibentuk dari jenis *font* (huruf) Times New Arabic. Karena itu, komputer yang mau digunakan menulis teks tersebut harus sudah diinstal jenis huruf tersebut. Lambang-lambang tersebut dalam tombol *keypad* komputer adalah sbb :

### PERBEDAAN SIMBOL ANTARA HURUF TIMES NEW ROMAN DENGAN TIMES NEW ARABIC

Simbol dalam <i>Times New Arabic</i>	Simboldalam <i>Times New Roman</i>	Contoh	Penulisan dengan <i>Times New Roman</i>
Garis diatas huruf kecil	Lebih besar (>)	a>	a>
Garis diatas huruf besar	Lebih kecil (<)	A<	A<
Titik diatas huruf kecil	Garis miring kiri (\)	a\	a\
Titik diatas huruf besar	Garis tegak ( )	A	A
Titik dibawah huruf kecil	Kurung kurawal tutup (})	a}	a}
Titik dibawah huruf	Kurung kurawal buka ({)	A{	A{

Pastikan komputer sudah terinstal font jenis *Times New Arabic*. Kalau pilihan font yang digunakan mengetik/menulis itu jenis *Times New Arabic*, simbol-simbol tersebut otomatis muncul titik/garis di layar ketika menekan/mencet tuts pada *keypad* komputer yang bersimbol <, >, {, }, |, dan \.

Cara Membuat Lambang:

Apabila jenis huruf (*font*) yang digunakan mengetik itu huruf lain (untuk skripsi adalah *Times New Roman*), maka langkah yang harus dilakukan adalah:

1. Ketiklah semua teks/naskah dengan huruf *Times New Roman*. Ketika harus mengetik/menulis simbol garis atau titik diatas huruf atau dibawah huruf, gantilah simbol-simbol tersebut dengan lambang sesuai tabel diatas.
2. Mengganti simbol dalam *Times New Roman* tersebut dengan *Times New Arabic* bisa secara manual (satu-satu) atau dengan program. Cara mengganti dengan program adalah:
  - a. Bukalah *file* naskah yang teksnya ada simbol yang harus dirubah.
  - b. Tekan tombol/ CTRL/ dan huruf/ H/ bersamaan akan muncul window *Findand Replace*.

- c. Pada kolom *Find What*, tuliskan simbol yang mau diganti (pada posisi ini font tidak diformat).
- d. Pada kolom *Replace with*, tuliskan simbol yang sama dengan simbol pada *Find What* tetapi hurufnya diformat menjadi *Times New Arabic*, dengan cara klik *format*, lalu klik *font*, lalu pilih font *Times New Arabic*.
- e. Setelah diseting seperti pada langkah 4, klik *Find Next* maka ditemukan simbol yang tersorot, lalu klik *Replace* untuk mengganti satu-satu atau klik *Replace All* untuk mengganti semua.
- f. Setelah satu simbol selesai terganti menjadi tanda garis atau titik, lakukan cara serupa dengan menulis simbol lain pada *Find What* dan *Replace with* dengan simbol yang sama, lalu klik *Find Next*, lalu klik *Replace All*.
- g. Ulangi langkah ke-6 sampai semua simbol terganti tanda garis dan titik seperti yang ada dalam transliterasi.

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kehadit Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tetap terlimpahkan kepada Nabi Agung Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat serta pengikutnya.

Berkat rahmat dan hidayah yang telah diberikan oleh Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul: **Pemanfaatan Tanaman Lidah Mertua dan Eceng Gondok dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Keripik Singkong Menggunakan Sistem *Subsurface Constructed Wetland***, skripsi ini diajukan guna untuk memenuhi tugas dan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S.1) Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, petunjuk, dan bantuan apapun yang sangat besar bagi penulis. Ucapan terima kasih terutama penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Imam Taufik, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

2. Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Ibu Baiq Farhatul Wahidah, M.Si selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Bapak Dr. Ling. Rusmadi, M.Si selaku Sekretaris Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
5. Bapak Abdul Malik, M.Si selaku Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk mendampingi dan memberikan arahan serta bimbingan selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Fajrul Falakh, M.Ling selaku Pembimbing II yang sudah meluangkan waktunya untuk memberikan arahan, bimbingan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
7. Ibu Tara Puri Ducha Rahmani, M.Sc selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan dukungan motivasi.
8. Bapak Paidi dan Ibu Tafrikah selaku pemilik industri keripik singkong yang telah memberikan izin untuk keperluan penelitian ini.
9. Ibu Wiwik Nurhayati dan Bapak Ahmad Kholil serta Ahmad Nur Rofiqiy selaku orang tua dan kakak yang telah memberikan doa serta dukungan secara moril dan materiil.

10. Sahabat-sahabat yang telah membantu dan memberikan dukungan.
11. Teman-teman seperjuangan Biologi angkatan 2018 (Bio-Sinapsis 18).

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN .....	i
PENGESAHAN.....	ii
NOTA DINAS.....	ii
ABSTRAK .....	v
TRANSLITERASI ARAB-LATIN.....	vi
KATA PENGANTAR .....	x
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR GRAFIK .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian .....	7
BAB II LANDASAN PUSTAKA .....	9
A. Limbah Industri Keripik Singkong .....	9
B. Lahan Basah Buatan (12	
C. Lidah Mertua (14	

D.	Eceng Gondok (17	
E.	Baku Mutu Lingkungan.....	20
F.	Kajian Hasil Penelitian Terdahulu.....	26
G.	Unity of Science .....	30
H.	Kerangka Berpikir.....	34
I.	Hipotesis Penelitian.....	34
BAB III METODE PENELITIAN .....		37
A.	Jenis dan Desain Penelitian.....	37
B.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	38
C.	Teknik Pengambilan Sampel.....	38
D.	Variabel Penelitian.....	39
E.	Metode Pengumpulan Data.....	39
F.	Metode Analisis Data .....	41
G.	Prosedur Penelitian.....	41
H.	Pengujian Akhir Air Limbah .....	44
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		47
A.	Hasil Penelitian.....	47
B.	Pembahasan .....	58
C.	Keterbatasan Penelitian .....	72
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....		73
A.	Simpulan .....	73
B.	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....		74
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....		82

RIWAYAT HIDUP .....87

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2. 1	Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Tapioka	22
Tabel 2. 2	Rumusan Hipotesis	35
Tabel 4. 1	Hasil Pengujian Sampel Air Limbah Keripik Singkong Sebelum Pengolahan	50
Tabel 4. 2	Hasil Pengujian Sampel Air Limbah Keripik Singkong Setelah Pengolahan	53
Tabel 4. 3	Hasil Analisa Laboratorium Sebelum dan Sesudah Perlakuan	56

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2. 1	Struktur pada Constructed Wetland	14
Gambar 2. 2	Lidah Mertua	15
Gambar 2. 3	Eceng Gondok	17
Gambar 3.1	Desain <i>Constructed Wetland</i>	42

## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
Grafik 4. 1.	Penurunan Kadar Sianida (CN)	59
Grafik 4. 2.	Penurunan Kadar BOD	62
Grafik 4. 3.	Penurunan Kadar COD	64
Grafik 4. 4.	Penurunan Kadar TSS	67
Grafik 4. 5.	Penurunan Kadar pH	69

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Hasil Pengujian <i>Pre-Test</i> Sampel Air Limbah	82
Lampiran 2. Hasil Pengujian <i>Post-Test</i> Sampel Air Limbah	84
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian	86
Lampiran 4. Hasil Turnitin	89

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Penelitian ini dilaksanakan di Dukuh Kedung Penjalin yang termasuk salah satu Dukuh di wilayah Desa Karanggondang, Kecamatan Mlonggo, Kabupaten Jepara. Desa Karanggondang termasuk wilayah di pesisir yang luas wilayahnya 1.214 Ha. Desa Karanggondang masih memiliki area persawahan serta perkebunan penduduk. Dari segi perekonomian, mata pencaharian dari sebagian besar masyarakat Desa Karanggondang diantaranya yaitu karyawan swasta, nelayan, buruh tani, hingga pengrajin industri rumah tangga.

Industri berskala rumah tangga menjadi salah satu lahan pekerjaan yang banyak ditekuni oleh masyarakat di Indonesia. Limbah padat, cair maupun gas merupakan jenis limbah produksi yang dihasilkan dari suatu kegiatan industri. Banyak limbah industri yang pembuangannya dilakukan tanpa proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Hal tersebut memicu meningkatnya kadar bahan pencemar yang berada di

badan air (Mulyani dan Prasaja, 2014 dalam Siswoyo *et al.*, 2020).

Industri yang banyak menghasilkan limbah salah satunya yaitu industri keripik singkong. Dampak negatif terhadap lingkungan banyak ditimbulkan oleh limbah cair. Sebelum pembuangan limbah secara langsung ke lingkungan, umumnya limbah cair yang dihasilkan tidak melewati proses pengolahan. Hal tersebut bisa memicu timbulnya pencemaran lingkungan di sekitar tempat pembuangan limbah (Felani dan Hamzah, 2007 dalam Syaifudin & Nazila, 2020).

Penyebab limbah cair dari industri keripik singkong dapat menimbulkan pencemaran lingkungan dikarenakan adanya kandungan senyawa organik yang mudah membusuk. Selain itu juga terdapat kandungan senyawa khas yang berasal dari singkong yaitu senyawa sianida (CN) yang memiliki kadar cukup tinggi. Senyawa sianida (CN) umumnya bersifat racun yang dapat berbahaya terutama bagi kesehatan manusia (Prayitno, 2008).

Bahan organik dan senyawa sianida (CN) yang terkandung di dalam limbah cair industri keripik singkong perlu dilakukan *monitoring*. Tujuan *monitoring* tersebut adalah untuk memantau dan memastikan agar kandungan bahan organik dan senyawa sianida (CN) di dalam limbah

cair industri tapioka berada dalam batas yang aman. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sarajar *et al.* (2018) dalam Damayanti (2021), diketahui bahwa kandungan sianida pada limbah cair yang berasal dari industri tapioka cukup tinggi yaitu 6000-10.200 mg/L. Kadar sianida tersebut melebihi ketentuan baku mutu yang tercantum dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Tahun 2014 yaitu pada batas 0,3 mg/L.

Salah satu langkah untuk pengolahan limbah cair dapat diupayakan dengan menggunakan metode fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan teknologi yang dapat memperbaiki lahan tercemar dengan memanfaatkan bantuan dari tanaman. Disimpulkan oleh Mangkoediharjo dan Samudro (2010) dalam Ratnawati & Fatmasari (2018) bahwa fitoremediasi dapat menjadi alternatif teknologi yang digunakan untuk pengolahan terhadap tanah yang tercemar yang tidak merusak lingkungan, efisien, dan pengeluaran yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan teknik pengolahan lainnya.

Teknik dalam fitoremediasi dapat dilakukan menggunakan teknik lahan basah buatan (*constructed wetlands*) yang dalam teknik ini pengolahan air dilakukan dengan pembuatan kolam yang ditanami tanaman air (Rahi & Faisal, 2019). Dalam sistem tersebut, tumbuhan air

yang hidup memiliki peranan yang krusial dalam pengembalian mutu air (Mardianto *et al.*, 2014 dalam Nadhifah *et al.*, 2019). Penggunaan teknologi *wetland* sering diterapkan dalam pengolahan air limbah karena memiliki banyak keunggulan diantaranya yaitu tekniknya sederhana, murah, mudah serta efisien dalam penurunan kadar pencemar yang terdapat didalam air limbah (Gupta *et al.*, 2016 dalam Kholif *et al.*, 2021).

*Constructed wetlands* diklasifikasikan menjadi sistem *Free Water Surface* (FWS) dan sistem *Subsurface Flow* (SSF). Pada sistem *subsurface* (SSF) *constructed wetland*, air akan mengalir di bawah media tanam dan tidak tergenang di atas media tanam. Salah satu keunggulan dari penerapan sistem ini yaitu tumbuhan dapat beradaptasi lebih bervariasi dan berestetika (Suswati dan Wibisono, 2013 dalam Rahmawati & Talarima, 2017).

Penggunaan tanaman dalam teknik ini adalah menggunakan tanaman yang dapat berperan sebagai agen fitoremediator. Tanaman lidah mertua dapat dijadikan sebagai agen fitoremediator karena memiliki mikroba yang dapat melakukan proses detoksifikasi. Lidah mertua mengandung senyawa glikosida yang mampu menyerap polutan atau gas beracun yang mampu menjadikan udara

lebih bersih. Tanaman lidah mertua memiliki keunggulan diantaranya yaitu resisten terhadap polutan. Berdasarkan penelitian pemaparan polutan tidak mempengaruhi perubahan fisik pada tanaman lidah mertua (Ratnawati & Fatmasari, 2018).

Selain tanaman lidah mertua, eceng gondok juga dapat digunakan sebagai agen fitoremediator. Eceng gondok memiliki kemampuan untuk melakukan penyerapan terhadap sianida dan mengikatnya di dalam daun, batang, dan juga akar yang bersimbiosis dengan mikroorganisme dalam proses pengurangan kadar sianida di dalam limbah cair industri tapioka (Polprasert, 2004 dalam Siswoyo *et al.*, 2020). Hal tersebut telah dibuktikan pada penelitian Nuraini dan Felani (2015) yang menyatakan penggunaan tanaman eceng gondok dapat efektif mengurangi kandungan BOD, COD, dan sianida serta dapat menaikkan pH pada limbah cair industri tapioka.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengkombinasikan variasi dari tanaman lidah mertua dan eceng gondok dalam pengolahan limbah industri keripik singkong menggunakan sistem *subsurface* (SSF) *constructed wetland*. Eko Siswoyo *et al.* (2020) dalam penelitiannya menyatakan bahwa penggunaan sistem *free water surface* (FWS) *constructed wetland* dengan tanaman

eceng gondok dapat mengurangi kadar BOD, COD, TTS, dan sianida yang terkandung dalam limbah cair industri tapioka. Penelitian mengenai kombinasi pemanfaatan tanaman lidah mertua dan eceng gondok dalam melakukan pengolahan pada limbah cair industri keripik singkong belum banyak dilakukan. Oleh sebab itu masih perlu adanya penelitian tentang **“Pemanfaatan Tanaman Lidah Mertua dan Eceng Gondok dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Keripik Singkong Menggunakan Sistem *Subsurface Constructed Wetland*”**.

#### **B. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh pemanfaatan tanaman lidah mertua dan eceng gondok terhadap kandungan pencemar pada limbah limbah cair industri keripik singkong menggunakan sistem *subsurface* (SSF) *constructed wetland*?

#### **C. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh pemanfaatan tanaman lidah mertua dan eceng gondok terhadap kandungan pencemar pada limbah limbah cair industri keripik singkong menggunakan sistem *subsurface* (SSF) *constructed wetland*?

#### **D. Manfaat Penelitian**

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam teori serta menjadi rujukan dan tambahan pengetahuan mengenai pemanfaatan tanaman lidah mertua dan eceng gondok dalam pengolahan limbah cair industri keripik singkong.

## 2. Manfaat Praktis

Bagi pengelola industri rumah tangga keripik singkong, diharapkan dapat mengetahui pentingnya pengolahan limbah hasil olahan industri sebelum dibuang ke lingkungan serta menjadi contoh pengolahan limbah industri yang mudah diterapkan dalam skala rumah tangga. Bagi dinas terkait, diharapkan dapat melakukan pengawasan dan pembinaan kegiatan pengolahan limbah industri rumah tangga serta melakukan pendampingan pengolahan limbah hasil industri terhadap UMKM agar kualitas lingkungan tetap terpelihara dengan baik.



## **BAB II**

### **LANDASAN PUSTAKA**

#### **A. Limbah Industri Keripik Singkong**

Limbah adalah bahan sisa atau buangan dari kegiatan produksi skala industri dan domestik. Limbah terkadang dianggap sebagai sampah mengganggu lingkungan sehingga keberadaannya sering kali tidak dikehendaki. Limbah industri diartikan sebagai hasil sampingan yang berupa semua produk sampingan berupa residu atau buangan yang dihasilkan selama kegiatan industri. Limbah hasil industri merupakan hasil buangan yang bersumber dari kegiatan pengolahan secara langsung ataupun tidak langsung pada kegiatan perindustrian (Arief, 2016).

Menurut Said (2017), air limbah industri (*industrial waste water*) dapat bersumber dari kegiatan produksi di berbagai jenis industri. Di dalam air limbah mengandung zat-zat yang berbeda-beda menyesuaikan dengan bahan baku utama yang digunakan pada masing-masing industri. Berbagai polutan yang terkandung dalam air limbah dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut.

Bahan dasar yang digunakan pada industri keripik singkong berupa umbi kayu atau singkong. Komposisi rata-rata yang terdapat pada umbi tanpa kulit terdiri dari air 65%, pati 32%, protein 1%, lemak 0,4%, serat 0,8%, dan abu 0,4%. Gula serta asam sianida merupakan zat lain yang terkandung pada singkong. Selain mengandung bahan-bahan organik juga terdapat kotoran fisis berupa tanah pada air buangan dari proses pencucian singkong. Limbah cair dari industri tapioka memiliki karakteristik diantaranya yaitu memiliki warna putih kekuningan, terdapat kandungan TSS (*Total Suspended Solid*), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) tinggi, COD (*Chemical Oxygen Demand*) tinggi, pH rendah, dan sedikit sianida (CN) (Prayitno, 2008 dan Damayanti *et al*, 2021).

Senyawa sianida (CN) adalah senyawa khas yang terkandung pada limbah cair keripik singkong yang memiliki sifat racun yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Senyawa beracun berupa senyawa *hydrocyan* atau asam sianida (HCN) bersumber dari daging umbi dan kulit pada singkong. Senyawa asam sianida tidak berdiri sendiri, tetapi terikat dalam rantai sianogenik glikosida yang di dalamnya terdapat glukosa, aseton, dan HCN (Sarajar *et al.*, 2018 dalam Damayanti, 2021).

Berdasarkan kandungan yang terdapat di dalamnya, air limbah yang dihasilkan dari industri keripik singkong memiliki sifat biodegradable atau bahan yang dapat diurai oleh mikroba secara alami. Pada saat air limbah dibuang menuju badan air atau lingkungan akan terjadi proses penguraian atau pembusukan bahan organik yang terkandung di dalamnya. Apabila badan air tidak memiliki daya dukung yang cukup untuk menetralkan kondisi lingkungan maka dapat menyebabkan terjadinya penurunan kualitas yang mempengaruhi fungsi badan air itu sendiri. Dalam proses penguraian bahan organik tersebut akan dihasilkan bau busuk serta zat beracun seperti amoniak dan karbon dioksida yang dapat mengganggu sistem kehidupan dan berbahaya bagi kesehatan masyarakat sekitar (Prayitno, 2008).

Apabila pembuangan limbah cair ke lingkungan tidak mengalami pengolahan terlebih dahulu akan memberikan dampak terhadap lingkungan. Limbah yang dihasilkan dapat mengakibatkan komunitas lingkungan terancam punah akibat adanya kandungan senyawa racun sianida atau asam sianida yang tinggi. Zat-zat dalam limbah cair bisa memicu munculnya gangguan-gangguan seperti perubahan rasa, timbul bau tidak sedap, timbulnya penyakit, mengurangi estetika, serta menurunkan kualitas

air yang berada di sekitar lokasi pembuangan (Sumiyati, 2009 dan Prayitno, 2008).

## **B. Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*)**

Fitoremediasi merupakan salah satu bentuk teknologi pemanfaatan tumbuhan yang menggunakan mikroorganisme untuk mereduksi bahan pencemar pada limbah, sehingga mengurangi masalah pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah terhadap lingkungan. Salah satu bentuk aplikasi fitoremediasi yang mengolah limbah adalah sistem lahan basah buatan yang memiliki sistem mirip lahan basah secara alami. Di lahan basah buatan, proses seperti sedimentasi, filtrasi, transfer gas, adsorpsi, pengolahan kimia dan biologi terjadi. Penggunaan sistem lahan basah buatan membutuhkan tanaman yang mampu mereduksi polutan dan media yang terdiri dari tanah, pasir atau kerikil (Hammer, 1989 dalam Masfiyah, 2016).

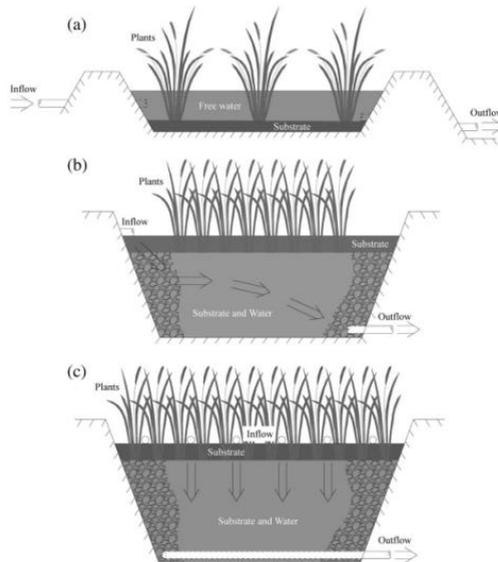
Sistem kerja yang terjadi pada lahan basah buatan adalah bekerja dengan menggunakan hubungan simbiosis atau interaksi antara dua organisme yang terjadi antara mikroorganisme dan akar tanaman-tanaman air untuk mengurai polutan. Akar tanaman menghasilkan oksigen yang menciptakan kondisi aerobik untuk mendukung proses dekomposisi. Dalam hubungan simbiosis ini akan terjadi proses biogeologi dan siklus rantai makanan di

lahan basah terbangun, sehingga sistem tersebut dapat berkelanjutan (Meutia, 2001 dalam Ratnawati & Talarima, 2017). Tumbuhan yang dapat dimanfaatkan adalah eceng gondok, kayu apu, dan tumbuhan lainnya. Namun kemampuan tumbuhan untuk mengurangi polutan bervariasi dari satu tanaman dengan tanaman lainnya (Srilestari & Munawwaroh, 2021).

*Constructed wetland* adalah lahan basah buatan yang dikelola dan dikendalikan serta dirancang untuk menyaring air limbah atau limbah cair menggunakan tanaman, aktivitas mikroba, dan proses alami lainnya. Menurut Tangahu (2001) dalam Safrodin *et al.*, (2016). pengolahan limbah domestik dan industri dapat dibangun dengan lahan basah, dan efisiensi pengolahan mencapai lebih dari 80% dari hasil pengolahan limbah. *Constructed wetland* dibedakan menjadi sistem *Free Water Surface* (FWS) yang didalamnya terdapat kontak antara air limbah dengan atmosfer. Sedangkan lahan basah yang tidak terdapat kontak antara air limbah dengan atmosfer disebut dengan sistem *Subsurface Flow* (SSF) (Vohla *et al.*, 2011 dalam Rahi & Faisal (2019).

Menurut Suswati dan Wibisono (2013) prinsip yang dimiliki sistem *subsurface* (SSF) *constructed wetland*, dimana air tidak menggenang di atas media tumbuh, tetapi

mengalir di bawah media yang digunakan. Kelebihan dari sistem ini antara lain tanaman yang digunakan dapat bervariasi, sehingga dapat memberikan estetika estetika yang baik (Ratnawati & Talarima, 2017). *Constructed wetland* tipe SSF diklasifikasikan menurut pola alirannya menjadi aliran horizontal (HSSF) dan aliran vertikal (VSSF). Kedua jenis ini memiliki perbedaan utama pada tata letak sistem, efisiensi peghilangan polutan, luas area, kompleksitas teknis, dan biaya (Vohla *et al.*, 2011 dalam Rahi & Faisal (2019).



Gambar 2. 1 Struktur pada *Constructed wetland*  
 (a) SF-CW; (b) HSSF-CW; (c) VSSF-CW  
 (Li *et al.*, 2014)

### C. Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*)



Gambar 2. 2 Lidah Mertua  
(Dokumen pribadi)

Klasifikasi tanaman lidah mertua adalah sebagai

berikut:

<i>Kingdom</i>	: Plantae
<i>Subkingdom</i>	: Viridiplantae
<i>Division</i>	: Tracheophyta
<i>Subdivision</i>	: Spermatophytina
<i>Class</i>	: Magnoliopsida
<i>Superorder</i>	: Lilianae
<i>Order</i>	: Asparagales
<i>Family</i>	: Asparagaceae
<i>Genus</i>	: Sansevieria
<i>Spesies</i>	: <i>Sansevieria trifasciata</i> Hort. ex Prain (itis.gov)

Lidah mertua merupakan tanaman hias yang banyak dikenal di Indonesia. Sansevieria memiliki

keanekaragaman yang tinggi serta mudah tumbuh tanpa memerlukan banyak perawatan. Daya hidup yang dimiliki oleh tanaman ini cukup baik bahkan dapat bertahan pada kondisi media yang kurang baik ataupun mengalami kekeringan (Suci, 1991).

Tanaman lidah mertua dapat tumbuh baik pada tanah yang memiliki struktur berpasir seperti di daerah asalnya. Tanaman ini berasal dari lingkungan gurun yang memiliki struktur tanah sangat porus. Tanah di lingkungan gurun umumnya didominasi oleh tanah berpasir, bercampur dengan jenis tanah lainnya. Hal tersebut menjadikan tanaman lidah mertua membutuhkan kondisi tanah yang tidak lembab dan memiliki aerasi yang cukup baik (Syamsul, 2008).

Tanaman lidah mertua mengandung senyawa glikosida yang dapat digunakan untuk mereduksi polutan yang kemudian diubah menjadi asam amino, asam organik serta gula yang tidak beracun serta aman terhadap lingkungan (Wediyanto dkk, 2007; Andres dan Ali, 2004 dalam Harianingsih & Maharani, 2019). Polutan yang telah diserap akan melalui proses detoksifikasi menggunakan zat aktif pregnane glikosid oleh mikroba pada bagian akar. Proses tersebut menghasilkan gula, asam amino, serta asam organik yang diperlukan tanaman. Setelah terjadi

proses detoksifikasi akan menjadikan udara lebih bersih (Larasati, 2016).

**D. Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)**



Gambar 2. 3 Eceng Gondok  
(plantamor.com)

Klasifikasi tanaman eceng gondok adalah sebagai berikut:

<i>Kingdom</i>	: Plantae
<i>Subkingdom</i>	: Viridiplantae
<i>Superdivision</i>	: Embryophyta
<i>Division</i>	: Tracheophyta
<i>Subdivision</i>	: Spermatophytina
<i>Class</i>	: Magnoliopsida
<i>Superorder</i>	: Liliales
<i>Order</i>	: Commelinales
<i>Family</i>	: Pontederiaceae
<i>Genus</i>	: <i>Eichhornia</i>
<i>Spesies</i>	: <i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms

(itis.gov)

Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman asli dari Amerika Selatan (Brazil) yang sering dianggap sebagai pengganggu atau gulma air. Keberadaan eceng gondok sering menimbulkan pengaruh negatif terhadap ekosistem di perairan yang dapat merugikan manusia dikarenakan keberadaannya dapat menyebabkan terjadinya pendangkalan sungai serta penguapan air dan penurunan unsur hara di lingkungan (Sari *et al.*, 2015).

Tempat yang dapat ditumbuhi eceng gondok diantaranya yaitu kolam, sungai, rawa, dan danau. Eceng gondok dapat tumbuh dan menyebar dengan cepat. Kemampuan yang dimiliki eceng gondok diantaranya yaitu dapat beradaptasi di perubahan yang ekstrim seperti laju aliran air yang tinggi, kadar nutrisi, pH, ketinggian air dan kadar polutan dalam air. Pertumbuhan yang pesat pada eceng gondok dapat terjadi pada air yang memiliki kandungan nutrisi tinggi terutama pada daerah dengan kadar nitrogen, fosfat dan potasium yang tinggi. Perkembangan yang cepat didukung dengan cara berkembang biak eceng gondok dapat terjadi secara vegetatif dan generatif (Sahwalita, 2007).

Tumbuhan eceng gondok dapat dimanfaatkan dalam proses fitoremediasi atau pengolahan limbah menggunakan tanaman. Pada akar tanaman eceng gondok terdapat mikroorganisme yang berperan penting dalam proses penurunan kandungan limbah diantaranya yaitu bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrobacter*. Kandungan bahan organik di air limbah akan terurai pada proses denitrifikasi nitrogen di bawah aktivitas mikroorganisme dalam kondisi adanya materi organik yang cukup. Selain itu juga akan terjadi proses adsorpsi fosfat oleh media dan tanaman (Alaerts dan Santika, 1987 dalam Masfiah, 2016).

Menurut Widyaningsih (2007) dalam Masfiah (2016), tumbuhan eceng gondok yang bagian tanamannya berperan penting dalam proses fitoremediasi diantaranya yaitu:

a. Akar

Akar tanaman eceng gondok memiliki fungsi menyerap zat-zat yang berbahaya di dalam air. Akar dapat mengumpulkan partikel yang larut dalam air dan lumpur diantara rambut yang menempel pada akar.

b. Batang

Eceng gondok memiliki batang seperti umbi dengan ruang udara di dalamnya yang memungkinkan

mengapung di atas air. Lapisan terluar dari batang eceng gondok terdiri dari epidermis yang memiliki fungsi untuk menyerap gas dan nutrisi langsung dari air. Bagian pada dalam batang terdiri dari jaringan pengangkut xylem dan floem.

c. Daun

Daun pada eceng gondok memiliki rongga udara di dalamnya yang berfungsi membuat tanaman terapung dan sebagai penyimpan oksigen pada proses fotosintesis. Daun eceng gondok dapat menyerap senyawa seperti nitrogen dan fosfor yang terjandung dalam air yang tercemar.

## **E. Baku Mutu Lingkungan**

Pencemaran lingkungan dapat mempengaruhi dan memiliki berbagai efek tergantung atas jenis, volume, polutan, dan frekuensi pembuangan limbah (Arief, 2016). Diperlukan pengukuran pada parameter kualitas air untuk mengetahui dan mendeteksi dampak pencemar terhadap kualitas air dan lingkungan (Kristanto, 2004 dalam Masfiah, 2016).

Pengukuran terhadap parameter kualitas air harus disesuaikan dengan peraturan yang telah ditetapkan pada baku mutu lingkungan. Baku mutu lingkungan (BML) merupakan batasan bahan pencemar yang diperkenankan

berada di lingkungan dengan tidak mengakibatkan munculnya dampak bagi makhluk hidup, tumbuhan maupun benda lainnya (Arief, 2016). Di dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia, baku mutu air limbah didefinisikan sebagai batasan ukuran atau kadar pencemar dan/atau batas jumlah unsur pencemar yang ada dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam media air di suatu usaha dan/atau kegiatan (Permen LH, 2015).

Baku mutu air limbah untuk kegiatan industri tapioka diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Tapioka

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/L)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/ton)
BOD <sub>5</sub>	150	4,5
COD	300	9
TSS	100	3
Sianida (CN)	0,3	0,009
Ph	6,0 – 9,0	
Debit limbah paling tinggi	30 m <sup>2</sup> per ton produk tapioka	

Beberapa parameter kualitas air yang digunakan untuk menentukan tingkat beban pencemaran oleh Arief (2016).

### 1. *Biochemical Oxigen Demand* (BOD)

Keberadaan zat organik di dalam air limbah atau air buangan seperti unsur karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, hingga belerang justru akan cenderung menggunakan oksigen untuk menguraikan senyawa-senyawa organik. Hal tersebut dapat menyebabkan kondisi oksigen dalam air limbah menjadi dalam keadaan keruh sehingga dapat menimbulkan bau. Pengukuran nilai kadar *Biochemical Oxigen Demand* (BOD) adalah pengukuran kebutuhan oksigen terlarut dalam air limbah dengan bantuan mikroorganisme untuk memecah senyawa organik pada kondisi tertentu. Jika berada pada suhu 20°C,

proses dekomposisi dapat berjalan normal dalam waktu lima hari (Arief, 2016).

Berdasarkan standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh Puslitbang Pengairan, Kualitas Lingkungan di Indonesia, dapat dievaluasi dan digolongkan tingkat pencemaran BOD menjadi konsentrasi BOD < 1 mg/L termasuk pencemaran sangat ringan, BOD 1-3 mg/L termasuk pencemaran ringan, BOD 3-6 mg/L termasuk pencemaran sedang, dan jika BOD > 6 mg/L termasuk pencemaran berat (Yulis, 2018).

## 2. *Chemical Oxigen Demand* (COD)

*Chemical Oxigen Demand* (COD) adalah oksigen yang diperlukan untuk menguraikan semua senyawa terlarut dan bahan organik di dalam air limbah. Tingginya bahan organik yang terdapat di air limbah dapat mengakibatkan rendahnya kadar oksigen terlarut yang dapat menjadikan kadar COD menjadi tinggi. Tingginya kadar COD dalam air limbah menunjukkan tingginya kadar polutan serta mikroorganisme dalam air limbah. Mikroorganisme tersebut mencakup patogen dan non patogen. Apabila mikroorganisme patogen berada dalam jumlah

yang tinggi akan menyebabkan berbagai penyakit terhadap manusia (Arief, 2016).

Berdasarkan standar baku mutu pada Puslitbang Pengairan, Kualitas Lingkungan di Indonesia, dapat dievaluasi dan digolongkan tingkat pencemaran BOD menjadi konsentrasi COD < 5 mg/L termasuk pencemaran sangat ringan, COD 6-9 mg/L termasuk pencemaran ringan, COD 10-15 mg/L termasuk pencemaran sedang dan COD > 16 mg/L termasuk pencemaran berat (Yulis, 2018).

### 3. *Total Suspended Solid (TSS)*

*Total Suspended Solid (TSS)* adalah total dari massa zat tersuspensi yang berupa padatan organik maupun anorganik terlarut, terendapkan dan tersuspensi. Dampak yang ditimbulkan dari adanya padatan ini diantaranya dapat menimbulkan pendangkalan. Jika diendapkan dalam waktu lama dapat memicu pertumbuhan tanaman yang dapat mengganggu kehidupan organisme lainnya. Jumlah padatan di dalam air menandakan banyaknya lumpur yang berada di dalam air (Arief, 2016).

Berdasarkan penginderaan jauh (DEQ, 2016), standarisasi TSS digolongkan menjadi golongan 1 dengan TSS < 20 mg/L termasuk jernih, golongan 2

dengan TSS 40-80 mg/L termasuk keruh, dan golongan 3 dengan TSS > 150 mg/L termasuk kotor. Tingginya kadar TSS dalam air yang dapat menyebabkan terganggunya fotosintesis tumbuhan air sehingga oksigen yang akan dilepaskan menjadi berkurang dan berdampak terhadap kehidupan biota lainnya (Helfinalis *et al.*, 2012 dalam Yonar, 2021)

#### 4. Sianida

Hidrogen sianida (HCN) adalah zat yang dihasilkan oleh tumbuhan singkong dan dikenal sebagai racun biru yang dapat membahayakan kesehatan hingga menyebabkan kematian pada manusia. Kadar sianida yang terkandung dalam singkong berkisar antara 5-10 ppm (Lumbantobing dkk, 2019).

#### 5. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan pengukuran yang dilakukan untuk menentukan keasaman atau kebasaan pada suatu larutan. Air limbah dengan pH yang cenderung tinggi ataupun rendah dapat menyebabkan air menjadi steril dan mematikan mikroba air yang dibutuhkan untuk bertahan hidup. Selain itu dapat membuat organisme lain tidak mungkin hidup di dalamnya. pH rendah pada

air limbah dapat menjadikan korosif pada air. Limbah yang mengandung bahan anorganik akan bersifat basa. Limbah yang bersifat asam berasal dari bahan kimia asam seperti asam klorida, asam sulfat, dan lain-lain (Arief, 2016).

#### **F. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu**

Kajian dari penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini digunakan sebagai pembandingan dan tambahan data dan informasi.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Endang Srilestari dan Anita Munawwaroh dengan judul “Effectiveness of Subsurface Flow-Wetlands to Reducing TSS Levels and Stabilizing pH in Tofu Liquid Waste” tahun 2021. Dalam penelitian ini digunakan berbagai jenis tumbuhan seperti eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) dan lemna minor. Parameter dalam penelitian ini adalah pH dan TSS yang terdapat pada limbah cair tahu. Menurut penelitian yang telah dilakukan, tanaman eceng gondok pada pengolahan *SSF-Wetlands* memiliki penurunan TSS terbesar. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman eceng gondok dapat menetralkan pH dan menyerap atau menyaring sebagian besar zat tersuspensi.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Eko Siswoyo, dkk dengan judul “*Constructed Wetlands* dengan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai Alternatif Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka” tahun 2020. Pada penelitian ini menggunakan jenis tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan jenis reaktor yang digunakan yaitu *Free Water Surface (FWS)* secara *batch*. Parameter pencemar yang diteliti adalah BOD, COD, TSS dan Sianida yang terdapat pada air limbah cair industri tapioka. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penggunaan eceng gondok pada reaktor *constructed wetland* tipe *free water surface* memiliki kemampuan tinggi untuk menurunkan kadar BOD, COD, TTS dan sianida dalam air limbah industri tapioka. Keberadaan mikroorganisme bersimbiosis dengan tumbuhan dalam reaktor memegang peranan yang penting dalam proses penurunan kontaminan dalam air limbah.
3. Penelitian yang dilakukan oleh Retno Wimbaningrum, dkk dengan judul “Evektifitas Tanaman Lembang (*Typha angustifolia* L.) di Lahan Basah Buatan dalam Penurunan Kadar TSS, BOD dan Fosfat pada Air Limbah Industri Laundry” tahun 2020. Pada penelitian ini

menggunakan jenis tumbuhan lembang (*Typha angustifolia* L.) dengan jenis reaktor yang digunakan yaitu *Free Water Surface* (FWS). Parameter pencemar yang diteliti dalam penelitian ini yaitu TSS, BOD dan fosfat. Bak reaktor yang digunakan berisi lempung, pasir, dan kerikil yang telah disterilkan sebagai media tanam. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, tanaman lembang (*Typha angustifolia* L.) dalam lahan basah buatan tipe *free water surface* efektif digunakan dalam pengolahan air limbah industri laundry karena terbukti dapat menurunkan kadar TSS, BOD, dan fosfat berturut-turut sebesar 54%, 22%, dan 39%.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Rhenny Ratnawati dan Aprilia Talarima dengan judul "*Subsurface* (SSF) *Constructed Wetland* untuk Pengolahan Air Limbah *Laundry*" tahun 2017. Pada penelitian ini menggunakan variasi jenis tumbuhan yang terdiri dari melati air (*Echinodorus palaefolius*) dan kayu apu (*Pistia stratiotes* L.) untuk mengkaji penurunan kadar  $\text{NH}_3$  dan  $\text{PO}_4$  pada air limbah *laundry*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat penurunan nilai kadar  $\text{NH}_3$  pada air limbah *laundry* dengan pengolahan menggunakan *SSF constructed wetland* sebesar 70-82%, sedangkan penurunan kadar  $\text{PO}_4$

sebesar 83-88%. Jenis tumbuhan melati air (*Echinodermata palaefolius*) adalah yang paling efektif untuk menurunkan nilai  $\text{NH}_3$  dan  $\text{PO}_4$  menggunakan sistem *SSF constructed wetland*.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Ariani Dwi Astusi, dkk dengan judul “Kinerja Subsurface Constructed Wetland Multilayer Filtration Tipe Aliran Vertikal dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vertivera zozanoides*) dalam Penyisihan BOD dan COD dalam Air Limbah Kantin” tahun 2016. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, air limbah kantin yang diolah menggunakan *subsurface constructed wetland multilayers filtration* tipe aliran vertikal dengan tanaman akar wangi berfungsi sebagai pengolahan biologis lanjutan dan efektif untuk menyisihkan konsentrasi BOD 61,2-70,8% dan COD 69,2-80,0%.
6. Penelitian yang dilakukan oleh Masfiah dengan judul “Kajian Sistem *Constructed Wetland* Menggunakan Eceng Gondok pada Penanganan Limbah Cair Pengolahan Kopi” tahun 2016. Pada penelitian ini menggunakan jenis tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan parameter yang digunakan yaitu COD, BOD, N, P, TSS dan kekeruhan air. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan,

penggunaan sistem *constructed wetland* pada penanganan limbah cair pengolahan kopi menggunakan eceng gondok memiliki rata-rata presentase penurunan parameter tertinggi pada COD sebesar 63,7%, BOD sebesar 63,8%, N sebesar 70%, P sebesar 64%, TSS sebesar 29,8% dan kekeruhan sebesar 33%.

### **G. Unity of Science**

Banyak diantara perbuatan manusia yang memberikan pengaruh baik terhadap lingkungan. Akan tetapi tidak sedikit pula yang memberikan pengaruh buruk terhadap lingkungan. Salah satu contoh perilaku buruk manusia yang berdampak buruk terhadap lingkungan adalah membuang limbah atau bahan sisa dari aktivitas manusia langsung ke lingkungan tanpa mengolahnya terlebih dahulu. Sebagaimana diketahui bahwa jika limbah atau material sisa yang tidak diolah sebelum dibuang ke lingkungan pasti akan berbahaya bagi lingkungan karena mengandung zat yang berpotensi berbahaya.

Firman Allah mengenai kerusakan yang terjadi di alam semesta telah tertulis dalam Al-Qur'an Surat Ar-Rum (30): 41-42 berikut ini:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ  
 الَّذِي عَمَلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾ قُلْ سِيرُوا فِي الْأَرْضِ فَانظُرُوا  
 ﴿٤٢﴾ كَيْفَ كَانَ عَاقِبَةُ الَّذِينَ مِنْ قَبْلُ ۚ كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُشْرِكِينَ

Artinya: "Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). Katakanlah: "Adakanlah perjalanan di muka bumi dan perhatikanlah bagaimana kesudahan orang-orang yang terdahulu. Kebanyakan dari mereka itu adalah orang-orang yang mempersekutukan (Allah)." (QS. Ar-Rum: 41-42).

Tafsir Surat Ar-Rum ayat 41 dan 42 menerangkan bahwa telah terjadi perusakan atau ketidaktaatan terhadap hukum Allah yang terjadi di darat dan di laut. Perusakan tersebut berupa pencemaran alam hingga tindakan penghancuran alam sehingga menjadi tidak bisa diambil manfaatnya kembali. Contoh terjadinya perusakan di daratan yaitu rusaknya kehidupan flora dan fauna, sedangkan contoh terjadinya perusakan di lautan yaitu rusaknya makhluk hidup yang terdapat di lautan. Perusakan yang terjadi tersebut diakibatkan oleh ulah tangan manusia. Akan tetapi perilaku tersebut tidaklah mungkin dilakukan oleh orang yang beriman. Orang beriman tahu bahwa segala sesuatu yang dilakukan akan

dimintai pertanggungjawaban kelak nanti di hadapan Allah.

Manusia sebagai khalifah hendaknya mengikuti serta mematuhi semua hukum yang telah ditetapkan oleh Allah. Salah satunya adalah tidak melakukan perbuatan yang mengarah pada perusakan sumber daya alam dan lingkungan. Manusia juga harus bertanggungjawab terhadap keberlanjutan kehidupan di muka bumi. Pada kenyataan yang telah terjadi, manusia justru menjadi makhluk yang paling sering melakukan perusakan terhadap keseimbangan alam.

Tidak semua akibat buruk yang terjadi karena dampak dari tindakan perusakan alam dirasakan langsung oleh manusia. Allah telah mengatasi beberapa dampak dengan menciptakan sistem yang dapat memulihkan kerusakan pada alam secara alamiah. Dengan penimpaan sebagian akibat dari kerusakan alam yang dilakukan manusia, Allah mengharapakan kesadaran manusia akibat apa yang dilakukannya. Mereka tidak akan melakukan perusakan dan juga tidak mengingkari serta menyekutukan Allah.

## H. Kerangka Berpikir

Berikut ini merupakan bagan yang dapat menggambarkan kerangka berpikir pada penelitian ini.



## I. Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang dirumuskan pada penelitian ini yaitu:

Tabel 2. 2 Rumusan Hipotesis

---

H0	Tidak ada pengaruh pemanfaatan tumbuhan lidah mertua dan eceng gondok terhadap penurunan kandungan pencemar pada limbah cair industri keripik singkong menggunakan sistem <i>subsurface (SSF) constructed wetland</i> .
H1	Terdapat pengaruh pemanfaatan tumbuhan lidah mertua dan eceng gondok terhadap penurunan kandungan pencemar pada limbah cair industri keripik singkong menggunakan sistem <i>subsurface (SSF) constructed wetland</i> .

---



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Jenis dan Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Penelitian kuantitatif sebagaimana didefinisikan oleh Sugiyono (2016) adalah penelitian yang metodenya didasarkan pada filosofi positivis yang meneliti populasi atau sampel tertentu, sampel diambil secara acak, data dikumpulkan menggunakan alat penelitian, analisis data bersifat kuantitatif atau penggunaan statistik yang dirancang untuk menguji hipotesis yang telah ditentukan.

Sugiyono (2016) mendefinisikan metode penelitian eksperimental sebagai metode yang menentukan efek tertentu pada faktor lain di bawah kondisi yang terkendali. Penelitian ini menggunakan desain *true experimental design* atau eksperimen murni. Menurut Sugiyono (2017), *true experimental design* memiliki ciri utama dalam pengambilan sampel dilakukan secara acak pada populasi tertentu.

Desain yang digunakan dalam penelitian eksperimen ini adalah *Pretest-Posttest Control Group Design*. *Pretest* dilakukan untuk mengetahui keadaan awal pada sampel sebelum diberikan perlakuan. Kemudian

setelah diberikan perlakuan dilanjutkan dengan melakukan *posttest* untuk mengetahui pengaruh pemberian perlakuan pada penelitian. Setelah dilakukan *pretest* dan *posttest* kemudian hasil akhir keduanya dibandingkan atau dianalisis perbedaannya. Perbedaan hasil yang signifikan menunjukkan adanya pengaruh perlakuan yang telah diberikan.

### **B. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-Maret 2022 yang bertempat di Desa Karanggondang Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara. Sedangkan analisis kadar pencemar dilakukan di Laboratorium Pengujian Limbah Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI) Semarang.

### **C. Teknik Pengambilan Sampel**

Sampel diambil dari tempat industri keripik singkong yang berada di Dukuh Kedung Penjalin Desa Karanggondang Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan teknik *random sampling*. Menurut Sugiyono (2017), teknik *random sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang dilakukan secara acak dari suatu populasi, tanpa memperhatikan strata yang ada di dalam populasi yang akan diambil.

#### **D. Variabel Penelitian**

Variabel pada penelitian ini terdiri dari tiga jenis variabel yaitu bebas, terikat, dan kontrol.

2. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air limbah industri keripik singkong.
3. Variabel terikat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanaman lidah mertua dan eceng gondok.
4. Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini yaitu parameter pencemar yang digunakan dalam penelitian yang terdiri dari BOD, COD, TSS, Sianida (CN), dan pH.

#### **E. Metode Pengumpulan Data**

Menurut Sugiyono (2005), teknik pengumpulan data merupakan langkah terpenting dalam kegiatan penelitian untuk memperoleh data. Berikut teknik atau metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Studi Pustaka

Pengumpulan data dengan cara studi pustaka sangat dibutuhkan untuk mengumpulkan referensi yang akan digunakan sebagai pedoman untuk penelitian. Teknik ini dilakukan dengan mengumpulkan data berupa teori yang relevan dan

berkaitan dengan judul yang bersumber dari buku maupun jurnal penelitian (Sugiyono, 2005).

## 2. Uji coba

Uji coba merupakan pelaksanaan pengukuran menggunakan instrumen yang sesuai dengan penelitian (Sugiyono, 2005). Dalam penelitian ini dilakukan uji coba untuk menguji kemampuan tanaman lidah mertua dan eceng gondok dalam pengolahan limbah cair industri keripik singkong.

## 3. Observasi

Observasi dilakukan dengan mengamati dengan pengamatan langsung terhadap hal-hal yang relevan dengan penelitian (Sugiyono, 2005). Teknik observasi dilakukan untuk memperoleh hasil yang akurat untuk digunakan dalam menganalisis kemampuan tanaman lidah mertua dan eceng gondok dalam pengolahan limbah cair industri keripik singkong.

## 4. Uji Laboratorium

Bentuk uji laboratorium yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi *pretest* dan *posttest* terhadap parameter yang digunakan dalam penelitian.

## F. Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan melakukan penghitungan nilai efisiensi yang bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi kandungan pencemar pada limbah cair industri keripik singkong setelah diberikan perlakuan. Parameter yang dihitung nilai efisiensinya yaitu BOD, COD, TSS, Sianida (CN), dan pH (derajat keasaman). Persamaan yang digunakan dalam penghitungan nilai efisiensi adalah sebagai berikut: (Kholif dkk, 2021):

$$\text{Eff (\%)} = \frac{\text{Nilai awal} - \text{Nilai akhir}}{\text{Nilai awal}} \times 100\%$$

Keterangan:

Eff = Efisiensi

Nilai awal = Nilai sebelum perlakuan

Nilai akhir = Nilai setelah perlakuan

## G. Prosedur Penelitian

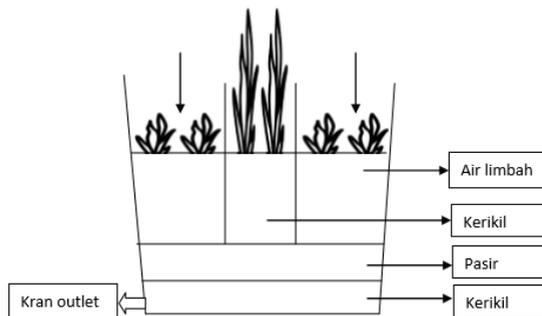
Langkah-langkah dalam penelitian ini akan dijelaskan dibawah ini:

### 1. Persiapan Alat dan Bahan

Media tanam terdiri dari dua bak yaitu bak utama dan bak kedua. Bak utama memiliki panjang 40 cm, lebar 30 cm dengan tinggi 30 cm. Outlet untuk jalan

keluar air limbah dibuat pada bagian samping bawah dengan dipasang kran. Pada bak utama diisi dengan dengan kerikil hingga ketebalan 5 cm dan pasir dengan ketebalan 5 cm. Bak kedua yang digunakan memiliki ukuran diameter 15 cm dengan tinggi 15 cm yang dipotong pada bagian bawah agar bisa menyatu dengan bak utama.

Pada bak kedua diisi dengan kerikil setinggi 10 cm dan ditanami dengan tanaman lidah mertua. Jenis aliran yang digunakan pada sistem *subsurface constructed wetland* yaitu aliran horizontal atau sistem yang memiliki aliran yang berada dibawah permukaan pada tumbuhan. Karakteristik tumbuhan yang digunakan memiliki kondisi awal, umur dan tinggi yang sama. Desain bak *Constructed Wetland* adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Desain *Constructed Wetland*

## 2. Aklimatisasi Tanaman

Aklimatisasi memiliki tujuan agar tumbuhan dapat melakukan penyesuaian atau adaptasi dengan media tumbuh selanjutnya. Waktu yang dibutuhkan untuk aklimatisasi terhadap tumbuhan eceng gondok dilakukan dalam jangka waktu 7 hari menggunakan media air PDAM. Tumbuhan eceng gondok dipilih yang memiliki ukuran seragam lalu dibersihkan kotoran yang menempel pada akar eceng gondok. Kemudian tumbuhan diaklimatisasi dan diamati pertumbuhannya (Ratnawati & Talarima, 2017 dan Nadhifah *et al.*, 2019).

Proses aklimatisasi terhadap tumbuhan lidah mertua dilakukan dengan menumbuhkan lidah mertua di media tanah bebas kontaminan selama 3 minggu agar tanaman tetap stabil. Karakteristik tumbuhan yang akan digunakan untuk penelitian yaitu yang dapat tumbuh subur dan tidak mengalami kematian.

## 3. Pengujian Awal Sampel Air Limbah

Pengujian awal dilakukan untuk mengetahui kandungan awal air limbah sebelum diberikan perlakuan. Tujuan dilakukannya pengujian awal sampel air limbah yaitu untuk memperoleh data awal sebagai pembanding dengan data kadar kandungan

bahan pencemar dalam air limbah setelah diberikan perlakuan fitoremediasi.

#### 4. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan cara mengalirkan air limbah ke dalam media yang telah dibuat. Penelitian utama dilakukan selama 10 hari pada masing-masing bak penelitian dengan pengukuran parameter pencemar pada awal dan akhir perlakuan. Penentuan waktu penelitian didasarkan pada Syuhaida *et al.* (2014) dalam Nadhifah *et al.*, (2019), untuk mengetahui efek akumulasi bahan pencemar terhadap tanaman pada perlakuan fitoremediasi memerlukan penggunaan waktu normal selama 10 hari.

#### 5. Pengujian Akhir Sampel Air Limbah

Pengujian akhir terhadap air limbah setelah dilaksanakan penelitian utama bertujuan untuk memperoleh data kadar kandungan bahan pencemar setelah diberikan perlakuan fitoremediasi. Data yang diperoleh akan digunakan untuk menganalisis perbedaan kadar kandungan bahan pencemar pada air limbah industri keripik singkong sebelum dan setelah perlakuan fitoremediasi. Hasil yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh perlakuan sistem *subsurface* (SSF) *constructed wetland*

terhadap penurunan kandungan bahan organik yang terdapat pada limbah limbah cair industri keripik singkong.



## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Hasil Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di salah satu industri pembuatan keripik singkong berskala rumah tangga yang terletak Dukuh Kedung Penjalin. Dukuh ini merupakan salah satu Dukuh yang berada di Desa Karanggondang, Kecamatan Mlonggo, Kabupaten Jepara. Berdasarkan Buku Profil Desa, topografi Desa Karanggondang termasuk wilayah pesisir pantai yang memiliki luas wilayah seluas 1.214,00 Ha. Desa Karanggondang masih memiliki area persawahan serta perkebunan penduduk. Dari segi perekonomian, mata pencaharian dari sebagian besar masyarakat Desa Karanggondang diantaranya yaitu karyawan swasta, nelayan, buruh tani, hingga pengrajin industri rumah tangga.

Industri rumah tangga menjadi pekerjaan yang cukup banyak ditekuni. Diantaranya yaitu industri rumah tangga yang mengolah umbi singkong menjadi keripik singkong. Pada umumnya, industri keripik singkong skala rumah tangga belum memiliki instalasi limbah yang memadai. Limbah padat yang dihasilkan dari industri ini berupa kulit singkong biasanya dimanfaatkan untuk pakan ternak. Sedangkan untuk limbah cair biasanya

dibuang langsung ke lingkungan sekitar tempat produksi keripik singkong.

Limbah dari industri keripik singkong memiliki karakteristik yang sama seperti pada industri tapioka yaitu dalam pembuatannya menggunakan bahan baku yang sama berupa singkong atau ubi kayu. Singkong yang digunakan merupakan jenis singkong pahit atau biasa disebut dengan singkong markonah yang memiliki kandungan sianida cukup tinggi. Ada dua jenis limbah dalam proses pembuatan keripik singkong yaitu limbah padat yang berupa kulit, batang pohon dan daun singkong serta limbah cair yang berasal dari proses pencucian, perendaman, dan juga perebusan. Jenis limbah yang berpotensi tinggi menimbulkan pencemaran lingkungan yaitu limbah cair.

#### 1. Karakteristik Limbah Cair Industri keripik singkong/tapioka

Air limbah industri keripik singkong memiliki dua karakteristik yaitu fisika dan kimia.

##### a. Karakter Fisika

Karakteristik fisika limbah cair industri keripik singkong/tapioka diantaranya terdiri dari suhu, bau, padatan tersuspensi, dan padatan total.

##### b. Karakter Kimia

Karakteristik kimia limbah cair industri keripik singkong/tapioka mencakup bahan organik, anorganik dan gas. Kandungan bahan organik yang terdapat dalam limbah cair berupa 40-60% protein, karbohidrat 25-50%, dan lemak 10%. Bahan organik di dalam limbah cair tersebut diantaranya yaitu pH, Ca, Pb, Fe, Cu, Na, sulfur, H<sub>2</sub>S, dan lain-lain (Haerun, 2017). Pada air limbah dapat ditemukan gas-gas seperti gas nitrogen (N<sub>2</sub>), oksigen (O<sub>2</sub>), hidrogen sulfida (H<sub>2</sub>S), amonia (NH<sub>3</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan metana (CH<sub>4</sub>). Adanya gas ini berasal dari proses dekomposisi bahan organik yang terkandung dalam air limbah (Said, 2002 dalam Haerun, 2017).

Parameter yang berperan penting dalam penentuan kualitas air limbah industri keripik singkong/tapioka terdiri dari Sianida (CN), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspend Solid* (TSS), dan Derajat Keasaman (pH). Hasil analisa laboratorium terhadap mutu air limbah yang dihasilkan oleh industri keripik singkong sebelum diolah dibandingkan dengan baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2014 Tentang Baku

Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tapioka.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sampel Air Limbah Keripik Singkong Sebelum Pengolahan

No.	Parameter	Satuan	Besaran	Baku Mutu
1	Sianida (CN)	mg/L	0,250	0,3
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	454,5	150
3	COD	mg/L	1384	300
4	TSS	mg/L	302	100
5	pH		6,19	6,0-9,0

Sumber: (Data Primer, 2022)

Berdasarkan Tabel 4.1, hasil analisa karakteristik limbah keripik singkong sebelum dilakukan pengolahan menunjukkan bahwa parameter sianida (CN) hampir mendekati baku mutu yang telah ditetapkan. Tiga parameter lain yaitu BOD, COD, dan TSS telah melewati ambang batas sesuai baku mutu yang ditetapkan. Sementara itu, nilai pH air limbah industri keripik singkong bersifat normal dengan pH 6,19.

Hasil analisa laboratorium terhadap kualitas air limbah yang berasal dari industri keripik singkong setelah diberikan perlakuan kemudian dibandingkan dengan baku mutu yang telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tapioka.

Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Sampel Air Limbah Keripik Singkong Setelah Pengolahan

No.	Parameter	Satuan	Besaran	Baku Mutu
1	Sianida (CN)	mg/L	0,069	0,3
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	120,9	150
3	COD	mg/L	746,6	300
4	TSS	mg/L	20	100
5	pH	-	3,73	6,0-9,0

Sumber: (Data primer, 2022)

Berdasarkan Tabel 4.2, hasil analisa karakteristik limbah keripik singkong sebelum dilakukan pengolahan menunjukkan bahwa parameter sianida (CN), BOD dan TSS sudah berada di bawah baku

mutu yang telah ditetapkan. Sedangkan COD memiliki kandungan sebesar 746,6 mg/L, yang berartimasih berada diatas baku mutu yang telah ditetapkan. Sementara itu nilai pH pada air limbah cenderung bersifat asam yaitu 3,73. Dalam keadaan asam seperti ini dapat menyebabkan limbah cair industri melepaskan zat-zat yang bersifat mudah menguap. Hal tersebut dapat menimbulkan bau busuk yang bersumber dari limbah cair industri keripik singkong.

Nilai derajat keasaman (pH) berfungsi sebagai penentu tingkat keasaman atau kebasaan pada larutan. pH normal pada air berkisar antara 6,5-7,5. Terjadinya perubahan pada air limbah ke arah basa maupun asam dapat menyebabkan terganggunya kehidupan biota yang berada di perairan. Perubahan pH yang terjadi mengindikasikan bahwa telah terjadi proses penguraian bahan-bahan organik menjadi asam yang dilakukan oleh mikroba (Haerun, 2017).

Terdapat perbedaan antara hasil penelitian setelah diberikan perlakuan dengan baku mutu, hal ini disebabkan karena manfaat dari tanaman eceng gondok dan lidah mertua yang dapat mengurangi kadar pencemar yang terdapat pada limbah cair dari industri keripik singkong. Tanaman eceng gondok dan

lidah mertua memiliki kemampuan untuk melakukan fitoremediasi yang dapat digunakan untuk proses pengolahan limbah.

## 2. Sistem Kerja *Subsurface Constructed Wetland*

Pengolahan limbah cair dari industri keripik singkong menggunakan sistem subsurface constructed wetland dikarenakan sistem pengolahan ini memiliki cara kerja yang sederhana, tidak memerlukan biaya yang besar serta mudah dalam penggunaannya. Media yang digunakan adalah ember yang diberikan kran sebagai output dari air limbah yang telah melewati proses pengolahan. Media yang digunakan berisi batu-batu kerikil sebagai lapisan paling bawah dan kemudian lapisan di atasnya berupa pasir.

Tepat di atas pasir diletakkan ember kecil yang telah dibuang pada bagian bawahnya dan diisi dengan tanaman lidah mertua. Setelah semua lapisan tertata kemudian diisi dengan limbah cair dari industri keripik singkong. Banyaknya tanaman eceng gondok dalam penelitian ini berjumlah 10 tanaman yang memiliki ukuran dan umur yang seragam. Sedangkan tanaman lidah mertua yang digunakan berjumlah 5 tanaman yang memiliki umur dan ukuran yang sama.

Volume air limbah dari industri keripik singkong yang digunakan sebanyak 10 liter. Air buangan dari industri keripik singkong dikumpulkan ke dalam bak sedimentasi atau pengendapan awal. Pada bak sedimentasi awal berlangsung proses pengendapan bahan organik tersuspensi. Selain sebagai bak penampungan awal, juga berfungsi untuk memecah senyawa organik padat (*sludge digestion*). Proses sedimentasi awal dilakukan selama kurang lebih 15 jam. Pada proses ini akan memisahkan pati singkong dari airnya sehingga akan terbentuk endapan pati singkong untuk dimanfaatkan sebagai tepung tapioka.

Setelah melalui sedimentasi awal, selanjutnya air limbah dipindahkan ke bak pengolahan. Pada bak pengolahan terjadi proses sedimentasi yang akan mengendapkan partikel organik tersuspensi. Proses sedimentasi berlangsung dengan bantuan kerikil dan pasir yang berada di dalam bak.

Pada penelitian ini, pemberian perlakuan terhadap air limbah keripik singkong dilakukan pada bak pengolahan dengan tanaman eceng gondok dan lidah mertua selama 10 hari. Bak pengolahan yang

telah disusun diletakkan di luar ruangan yang tidak terpapar hujan dan sinar matahari secara langsung.

Proses pembuatan keripik singkong juga menghasilkan bau tak sedap akibat dari proses pembusukan bahan organik yang terkandung pada air buangan yang dihasilkan. Penggunaan tanaman lidah mertua pada penelitian ini dikarenakan tanaman tersebut mampu mereduksi polutan untuk menjadikan udara lebih bersih. Menurut Lestari (2013) dalam Haerani (2016) menjelaskan bahwa secara alamiah tanaman lidah mertua mampu menyerap bahan beracun, sehingga mengurangi pencemaran dari zat beracun yang ada pada limbah.

### 3. Hasil Pengolahan Menggunakan *Subsurface Constructed Wetland*

Analisa terhadap parameter-parameter kualitas air dilakukan pada penelitian untuk mengetahui gambaran mengenai cemaran bahan organik berbahaya pada air limbah. Parameter-parameter tersebut diantaranya yaitu sianida (CN), BOD, COD, TSS dan pH. Pengambilan sampel *pretest* atau sampel sebelum pengolahan diambil pada saat air limbah belum dimasukkan ke dalam bak pengolahan. Sedangkan pengambilan sampel *posttest* atau setelah

perlakuan dilakukan melalui kran outlet pada bak pengolahan yang dilakukan pada hari ke 10 sejak hari pertama pengolahan.

Setelah dilakukan pengambilan sampel *pretest* dan *posttest* selanjutnya dilakukan pengujian terhadap sampel tersebut. Hasil analisa laboratorium terhadap parameter kualitas air limbah keripik singkong diuraikan sebagai berikut :

Tabel 4. 3 Hasil Analisa Laboratorium Sebelum dan Sesudah Perlakuan

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji		Efisiensi (%)
			Pre-Test (mg/L)	Post-Test (mg/L)	
1	Sianida (CN)	mg/L	0,250	0,069	72,4%
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	454,5	120,9	73,3%
3	COD	mg/L	1384	746,6	46%
4	TSS	mg/L	302	20	93,3%
5	pH	-	6,19	3,73	39,7%

Pada tabel 4.3 dapat diketahui adanya hasil yang berbeda pada kandungan pencemar sebelum (*pretest*) serta sesudah (*posttest*) perlakuan. Efisiensi penurunan kandungan pencemar pada limbah cair industri keripik singkong terbesar terjadi pada parameter TSS atau *Total Suspended Solid* sebesar 93,3%. Kadar TSS dari 302 mg/L turun menjadi 20 mg/L mengartikan bahwa kandungan pencemar tersebut telah memenuhi persyaratan. Menurut baku mutu yang ditetapkan dalam Permen LH No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tapioka, nilai yang diperbolehkan untuk kandungan TSS pada limbah cair industri keripik singkong adalah 100 mg/L.

Efisiensi penurunan emisi polutan terbesar selanjutnya diikuti oleh BOD atau *Biological Oxygen Demand*, dan efisiensi penurunannya sebesar 73,3%. Penurunan kadar BOD dari 454,5 mg/L menjadi 120,9 mg/L, yang menunjukkan bahwa kadar tersebut sudah memenuhi syarat. Permen LH No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Tapioka menetapkan nilai yang diperbolehkan untuk kandungan BOD pada limbah cair industri keripik singkong adalah 150 mg/L.

Penurunan kadar pencemar pada sianida (CN) memiliki efisiensi sebesar 72,4% dengan penurunan kadar pencemar dari 0,250 mg/L menjadi 0,69 mg/L. Kadar sianida sebelum diberikan perlakuan menunjukkan kadar yang masih berada dibawah baku mutu yaitu 0,250 mg/L, sedangkan kadar maksimal yang telah ditentukan yaitu 0,3 mg/L.

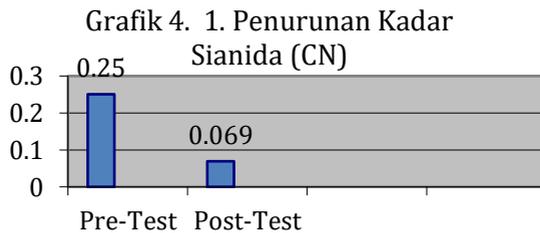
Penurunan kadar pencemar pada COD atau *Chemical Oxygen Demand* sebesar 46% dengan penurunan kadar pencemar dari 1384 mg/L menjadi 746,6 mg/L. Hasil tersebut belum memenuhi syarat baku mutu yang telah ditetapkan. Nilai maksimal yang diperbolehkan untuk kandungan COD pada limbah cair industri tapioka adalah 300 mg/L.

Efisiensi penurunan kadar pH atau derajat keasaman air sebesar 39,7% dengan penurunan pH dari 6,19 menjadi 3,17. pH pada limbah cair industri keripik singkong berubah dari pH normal menjadi asam. Setelah beberapa hari memang akan terjadi penurunan tingkat keasaman sekitar 4 yang diakibatkan oleh adanya aktivitas mikroba yang merubah zat-zat organik menjadi asam. Nilai yang diperbolehkan untuk kadar pH pada limbah cair industri keripik singkong adalah 6,0-9,0.

## B. Pembahasan

### 1. Sianida (CN)

Sianida (CN) adalah senyawa khas yang terkandung pada singkong atau ketela pohon yang bersifat racun (toksik) alami. Kandungan sianida pada singkong dapat berbahaya bagi kesehatan manusia dan menyebabkan keracunan hingga berakibat fatal apabila dosis konsumsi melebihi 0,5-3,5 mg HCN/Kg dari berat badan (Winarno, 2016).



Berdasarkan grafik 4.1 dapat diketahui bahwa kadar sianida mengalami penurunan setelah diberikan perlakuan. Pemeriksaan awal (*Pre-Test*) terhadap sianida (CN) pada limbah cair industri keripik singkong menunjukkan kadar sianida 0,250 mg/L yang memiliki arti bahwa kandungan tersebut hampir mendekati baku mutu yaitu sebesar 0,3 mg/L. Kadar sianida setelah perlakuan (*Post-Test*) turun menjadi 0,069 mg/L.

Efisiensi penurunan sianida pada penelitian ini sebesar 72,4%. Berdasarkan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh Eko Siswoyo (2020), kemampuan *constructed wetland* dengan tumbuhan eceng gondok dapat menurunkan kadar sianida pada air limbah mencapai 99,87%. Penurunan sianida pada limbah cair industri keripik singkong terjadi dikarenakan tanaman eceng gondok yang digunakan pada reaktor memiliki akar, batang dan daun yang mampu untuk menyerap dan mengikat sianida. Selain kemampuan tersebut juga diakibatkan adanya simbiosis yang terjadi antara mikroorganisme dengan tumbuhan pada reaktor (Polprasert, 2004 dalam Siswoyo, 2019).

## 2. *Biochemical Oxygen Demand* (BOD)

BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah parameter dalam pengukuran keperluan jumlah oksigen oleh mikroorganisme dalam proses penguraian bahan organik dalam air buangan. Menurut Mara (2004), BOD merupakan oksigen yang keberadaannya diperlukan oleh mikroorganisme untuk oksidasi air limbah. BOD menggambarkan jumlah bahan-bahan organik di perairan yang dapat diurai (*biodegradable organics*) (Atima, 2015).

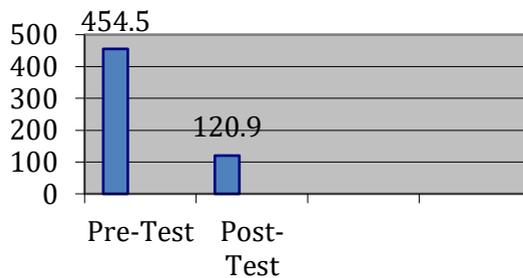
Parameter BOD dapat menunjukkan tingkatan penurunan dari kualitas air yang diakibatkan oleh tingginya jumlah polutan organik yang mengalami penguraian di lingkungan akibat adanya aktifitas bakteri. Proses penguraian akan menghabiskan sejumlah oksigen yang dapat mempengaruhi kualitas air. Jika kandungan zat organik di dalam perairan semakin banyak, maka akan menyebabkan kebutuhan oksigen juga bertambah tinggi. Hal tersebut dapat menyebabkan oksigen terlarut yang terdapat di dalam air semakin rendah (Haerun, 2017).

Penurunan jumlah kadar oksigen yang terlarut dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada kualitas air sehingga dapat menurunkan daya dukung lingkungan. Terjadinya penurunan daya dukung lingkungan dapat menimbulkan permasalahan seperti kematian biota air, menghambat pertumbuhan tanaman lain, terjadinya alga blooming hingga menimbulkan bau serta sebagai media untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri (Haerun, 2017).

Pengukuran terhadap BOD dilakukan dengan tujuan untuk menentukan beban kandungan polutan pada air limbah di suatu industri. Pengukuran BOD

menjadi pangkal pendeteksi kemampuan senyawa organik untuk mendegradasi atau mengurai secara biologis di dalam air. Dari nilai BOD yang telah diperoleh dapat diketahui beban bahan organik yang menggambarkan banyaknya oksigen yang akan terpakai dalam proses dekomposisi.

Grafik 4. 2. Penurunan Kadar BOD



Berdasarkan grafik 4.2, dapat diketahui bahwa kadar BOD mengalami penurunan setelah diberikan perlakuan. Pemeriksaan awal (*Pre-Test*) terhadap parameter BOD pada limbah cair industri keripik singkong menunjukkan kadar BOD 454,5 mg/L yang memiliki arti bahwa kandungan tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu 150 mg/L. Kadar BOD pada limbah cair industri keripik singkong setelah perlakuan (*Post-Test*) turun menjadi 120,9 mg/L. Berdasarkan standar pada baku mutu Puslitbang

Pengairan, Kualitas Lingkungan di Indonesia, nilai BOD setelah perlakuan termasuk kategori pencemaran berat karena memiliki nilai lebih dari 6 mg/L.

Efisiensi penurunan BOD pada penelitian ini sebesar 73,3%. Menurut Sugito (2011) dalam Haerun (2017), terjadinya penurunan BOD dikarenakan adanya keberadaan bakteri pada reaktor. Selain itu juga disebabkan karena terjadinya pengendapan partikel organik tersuspensi yang dapat dilihat dari keberadaan endapan yang ada di dasar bak. Berdasarkan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh Eko Siswoyo (2020), kemampuan tumbuhan eceng gondok dalam menurunkan kadar BOD pada air limbah yang bersumber dari industri tapioka mencapai 97,9%.

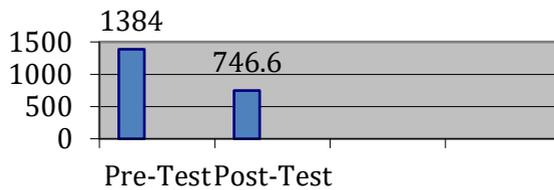
### 3. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah parameter dalam pengukuran jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi atau penguraian zat organik secara kimia. Menurut Wang & del Valle (2021), definisi COD yaitu keperluan terhadap jumlah molekul oksigen untuk melakukan proses oksidasi kimia pada semua senyawa organik di dalam air limbah hingga terbentuk karbon dioksida dan air. Proses

dekomposisi akan mengakibatkan oksidasi bahan organik.

Peran pengukuran nilai COD adalah untuk menentukan jumlah keperluan oksigen yang akan digunakan untuk oksidasi zat-zat organik dalam air limbah. Nilai COD menjadi ukuran kontaminasi zat organik dalam limbah, yang akan dioksidasi oleh mikroorganisme secara alami sehingga oksigen terlarut akan menjadi lebih sedikit (Haerun, 2017).

Grafik 4. 3. Penurunan Kadar COD



Berdasarkan grafik 4.3, dapat diketahui bahwa kadar COD mengalami penurunan setelah diberikan perlakuan. Pemeriksaan awal (*Pre-Test*) terhadap parameter COD pada limbah cair industri keripik singkong menunjukkan bahwa kadar COD sebesar 1348 mg/L yang mengartikan bahwa kandungan tersebut melebihi ketentuan baku mutu yaitu 300 mg/L. Kadar COD pada limbah cair industri keripik singkong setelah perlakuan (*Post-Test*) turun menjadi

746,6 mg/L. Sesuai dengan standar baku mutu Puslitbang Pengairan, jumlah COD setelah perlakuan masih termasuk ke dalam jenis pencemaran berat karena memiliki nilai di atas 16 mg/L.

Efisiensi penurunan COD pada penelitian ini sebesar 46%. Berdasarkan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh Eko Siswoyo (2020), kemampuan tumbuhan eceng gondok dalam menurunkan kadar COD pada air limbah industri tapioka menggunakan *constructed wetland* mencapai 84,4%. Penurunan kadar COD disebabkan terjadinya pengendapan partikel organik tersuspensi. Terjadinya pengendapan dapat mempengaruhi berkurangnya kebutuhan oksigen untuk proses oksidasi yang terjadi secara kimiawi. Selain pengendapan juga diakibatkan terjadinya proses oksidasi secara biokimia oleh bakteri. Lama waktu tinggal juga akan mempengaruhi proses oksidasi. Kebutuhan waktu tinggal yang semakin lama akan menyebabkan bahan organik yang mengendap dan teroksidasi semakin banyak (Haerun, 2017).

Terjadinya penurunan pada COD yang terdapat pada limbah cair industri keripik singkong setelah diberikan perlakuan memiliki nilai yang masih berada

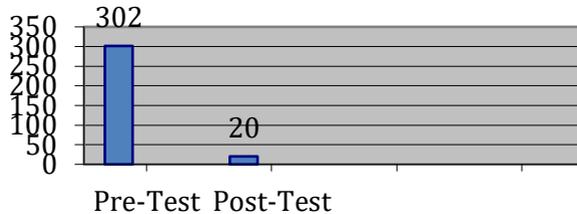
di atas baku mutu yang ditetapkan. Penyebab nilai COD yang masih dikarenakan adanya penurunan jumlah bahan organik maupun anorganik yang bersumber dari limbah cair. Kandungan COD tinggi dalam limbah cair menyebabkan minimnya kandungan oksigen dalam limbah cair sehingga dapat mengakibatkan biota air tidak akan hidup di dalamnya (Supriyantini, 2017; Mulyaningsih; 2013 dalam Andika dkk, 2020).

#### 4. *Total Suspended Solid (TSS)*

Padatan tersuspensi atau *Total Suspended Solid* merupakan zat berdiameter kurang dari 1  $\mu\text{m}$  yang tersuspensi dan tersangkut pada saringan *miliopore*. TSS terdiri dari jasad-jasad renik, lumpur serta pasir halus. Murphy (2007) dalam Jiyah (2016) menyatakan bahwa nilai konsentrasi TSS yang tinggi dapat mempengaruhi serta menurunkan kemampuan fotosintesis pada tumbuhan air (mikro maupun makro) yang dapat menyebabkan berkurangnya oksigen yang dilepaskan. Sehingga apabila konsentrasi TSS pada badan air terus bertambah dalam selang waktu yang cukup lama akan memicu terjadinya penurunan kualitas perairan. Menurut Tarigan dan Edward (2003) TSS dapat membentuk endapan dan

dapat mengganggu pembuatan zat-zat organik di suatu perairan.

Grafik 4. 4. Penurunan Kadar TSS



Berdasarkan grafik 4.4, dapat diketahui bahwa kadar TSS mengalami penurunan setelah diberikan perlakuan. Pemeriksaan awal (*Pre-Test*) terhadap TSS pada limbah cair industri keripik singkong menunjukkan kadar TSS 302 mg/L yang memiliki arti bahwa kandungan tersebut melebihi baku mutu yaitu 100 mg/L. Kadar TSS setelah perlakuan (*Post-Test*) turun menjadi 20 mg/L. Berdasarkan penginderaan jauh, kadar TSS tersebut masih termasuk ke dalam golongan 1 atau termasuk jernih karena memiliki nilai 20 mg/L.

Efisiensi penurunan TSS pada penelitian ini sebesar 93,3%. Berdasarkan penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh Eko Siswoyo (2020),

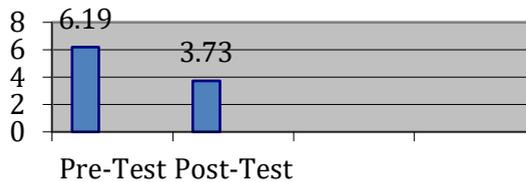
*constructed wetland* dengan tumbuhan eceng gondok memiliki kemampuan untuk menurunkan nilai TSS limbah cair industri tapioka mencapai 45,6%. Terjadinya penurunan TSS dikarenakan tersaringnya kandungan TSS melalui celah-celah media filter pada reaktor yang digunakan. Selain itu juga dikarenakan kemampuan mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik pada air limbah (Sembiring, 2020).

#### 5. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman atau pH menjadi variabel penting untuk menyatakan tingkat keasaman ataupun kebasaan pada larutan. pH menjadi salah satu karakteristik penting dari air limbah. pH pada air limbah akan memiliki nilai yang berbeda-beda menyesuaikan komponen kimia yang terdapat dalam air limbah tersebut.

Kehidupan biologis di perairan dan lingkungan sangat dipengaruhi oleh nilai pH. Larutan yang memiliki pH lebih rendah dari 7 disebut dengan larutan asam, sedangkan pH larutan lebih dari 7 disebut dengan larutan basa (Ramayanti, 2019). Berdasarkan hasil penelitian dapat menunjukkan terjadinya perubahan kadar pH pada air limbah keripik singkong dari pH netral menjadi asam.

Grafik 4. 5. Penurunan Kadar pH



Berdasarkan grafik 4. 5 dapat dilihat bahwa kadar pH mengalami perubahan keadaan menjadi asam setelah diberikan perlakuan. Kadar pH pada limbah cair industri keripik singkong setelah perlakuan (*Post-Test*) turun menjadi 3,73. Pemeriksaan awal (*Pre-Test*) terhadap pH pada limbah cair industri keripik singkong menunjukkan kadar pH 6,19 yang memiliki arti bahwa pH tersebut tidak melebihi batas pH yang telah ditetapkan yaitu pada ambang 6,0-9,0. Hasil penelitian tersebut berbanding terbalik dengan penelitian yang dilakukan oleh Endang dan Anita (2021), justru terjadi peningkatan pH pada pengolahan limbah cair tahu. Hal tersebut terjadi akibat adanya aktivitas dari mikroorganisme yang menguraikan zat organik yang terdapat pada media.

Air limbah dari industri tapioka yang masih dalam keadaan segar memiliki pH sekitar 6-6,5 dan setelah beberapa hari akan turun sekitar 4. Hal tersebut dikarenakan terjadinya proses fermentasi yang tidak memungkinkan untuk biota air hidup di dalamnya. Keadaan yang asam akan menyebabkan zat yang memiliki sifat mudah menguap menjadi terlepas sehingga dapat menjadikan air limbah mengeluarkan bau yang busuk. Penurunan pH menunjukkan bahwa aktivitas mikroorganisme yang telah mengubah bahan organik dalam air limbah yang mudah terurai menjadi asam-asam. Perubahan keasaman yang terjadi pada limbah cair dapat mengganggu kehidupan biota di perairan (Prayitno, 2008).

#### 6. Perubahan Morfologi Tanaman Setelah Perlakuan

Morfologi tanaman eceng gondok sebelum diberikan perlakuan memiliki kondisi akar, batang dan daun yang segar dan juga batang serta daun berwarna hijau. Setelah pemberian perlakuan pada air limbah, menunjukkan perubahan pada morfologi tanaman eceng gondok berupa daunnya berubah mejadi berwarna cokelat dan mengering. Pada batang eceng gondok mengalami perubahan morfologi menjadi berwarna cokelat dan mulai membusuk. Pada akar

eceng gondok berubah menjadi busuk dan mudah hancur.

Morfologi tanaman lidah mertua tidak terjadi perubahan yang signifikan. Tanaman eceng gondok dapat bertahan hidup hingga selesai perlakuan. Perubahan yang terjadi pada tanaman lidah mertua yaitu pada daun tanaman berubah menjadi sedikit layu dan berkeriput serta kondisi akar yang mulai sedikit membusuk. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ratnawati dan Fatmasari (2018), tanaman lidah mertua lebih resisten terhadap polutan dan selama penelitian tidak menunjukkan perubahan fisik pada tanaman.

Penggunaan tanaman eceng gondok pada penelitian ini dikarenakan tanaman tersebut memiliki kemampuan untuk melakukan proses fitoremediasi. Kemampuan tersebut diperoleh dari mikroba rhizosfera yang terdapat pada bagian akar yang memiliki kemampuan untuk mendegradasi materi organik dari limbah cair industri keripik singkong. Materi organik yang terlarut dalam limbah akan direduksi oleh mikroba rhizosfera dengan cara menyerap dari perairan dan sedimen kemudian diakumulasikan ke batang dan daun (Marianto, 2001

dalam Hariyanti, 2016). Menurut Eko Siswoyo, dkk (2020) dalam penelitiannya, penggunaan tanaman eceng gondok mampu menurunkan polutan yang terkandung di limbah cair industri tapioka. Keberadaan mikroorganisme berperan penting dalam penurunan kontaminan pada air limbah.

### **C. Keterbatasan Penelitian**

Peneliti tidak memberikan variasi konsentrasi kandungan air limbah sehingga tidak dapat diketahui pada konsentrasi air limbah berapa persen tanaman eceng gondok bisa bertahan pada air limbah.

## **BAB V**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Simpulan**

Kesimpulan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan yaitu adanya pengaruh terhadap penggunaan sistem *subsurface constructed wetland* menggunakan tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*) yang dapat menurunkan kandungan pencemar pada limbah cair industri keripik singkong. Berdasarkan hasil analisa laboratorium yang telah dilaksanakan dan setelah dibandingkan dengan baku mutu lingkungan, dapat diketahui bahwa kadar sianida, BOD dan TSS berada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan. Kadar COD sudah turun akan tetapi masih berada di atas baku mutu lingkungan. Sedangkan kadar pH berubah menjadi asam dan melewati baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan. Efisiensi penurunan kadar sianida sebesar 72,4%, BOD sebesar 73,3%, COD sebesar 46%, dan TSS sebesar 93,3%. Sedangkan pH memiliki efisiensi sebesar 39,7%.

#### **B. Saran**

Penelitian selanjutnya dapat ditambahkan parameter-parameter penting yang lain seperti suhu agar mampu memberkan kesimpulan yang lebih valid.

Sebaiknya dilakukan pula penelitian mengenai penggunaan konsentrasi pada limbah cair industri keripik singkong. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai variasi tanaman, jenis media, susunan media, luas lahan hingga debit air limbah yang digunakan agar memperoleh hasil akhir yang memenuhi syarat sesuai baku mutu lingkungan yang telah ditetapkan. Bagi pelaku industri keripik singkong sebaiknya lebih memperhatikan kondisi limbah sebelum dibuang ke badan air untuk mencegah terjadinya penurunan kualitas lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andika, B., Wahyuningsih, P., dan 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*. Vol. 2, No. 1, hal: 14-22.
- Arief, Latar Muhammad. 2016. *Pengolahan Limbah Industri Dasar Pengetahuan dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Astuti, A. D., Lindu, M., Yanidar, R., & Kleden, M. M. 2016. Kinerja Subsurface Constructed Wetland Multylayer Filtration Tipe Aliran Vertikal dengan Menggunakan Tanaman Akar Wangi (*Vetivera zozanoides*) dalam Penyisihan Bod dan Cod Dalam Air Limbah Kantin. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah*. 1(2): 91–108.
- Atima, W. 2015. BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science dan Education*. 4(1): 83-93.
- Damayanti, H.O., Husna, M., & Harwanto, D. 2021. Limbah Cair Tapioka, Pencemaran dan Teknik Pengolahannya. *Jurnal Litbang*. 12(1): 73-84.
- Erniwati, I., Wahyu, A., Hasan, A. A., Daud, A., Syam, A., & Bintara, A. 2020. BOD Decreasing of Liquid Waste Tofu Using a Constructed Wetland System. *International*

*Journal of Science and Healthcare Research*. 5(1): 165–170.

- Fajarwati, Putri. 2018. Fitoremediasi dengan *Wetland System* dan Pengembangannya sebagai Buku Panduan Praktikum Pengolahan Air Limbah Domestik untuk Siswa Kelas X SMA/MA. *Skripsi*. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Haerani, dkk. 2016. Inovasi Produk *Sansevieria* Sebagai Pengharum dan Penyerap Asap. *Jurnal Pena*. 3(2): 516–523.
- Haerun, Ridwan. 2017. Efisiensi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Penambahan Efektif Mikroorganisme 4 dengan Sistem *Up Flow*. *Skripsi*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Harianingsih, & Maharani, F. 2019. Pemanfaatan Lidah Mertua (*Sansivieria sp*) sebagai Adsorbent Fe, Pb, dan Cr pada Limbah Batik. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*. 4(1): 40–43.
- Hariyanti, Fika. 2016. Efektifitas *Subsurface Flow-Wetlands* dengan Tanaman Eceng Gondok dan Kayu Apu dalam Menurunkan Kadar COD dan TSS pada Limbah Pabrik Saus. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Kholif, M. Al, Istaharoh, I., Pungut, Sutrisno, J., & Widyastuti, S. 2021. Penerapan Teknologi Fitoremediasi untuk

- Menghilangkan Kadar COD dan TSS pada Air Buangan Industri Tahu. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(2): 77-85.
- Larasati, dkk. 2016. Pengaruh Berbagai Luas Permukaan Daun Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata* 'Golden Hahnii') terhadap Penurunan Radiasi Komputer Ruang Kerja di RS. Kia Sadewa, Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 8(1): 16-21.
- Li, Y., Zhu, G., Ng, W. J., & Tan, S. K. 2014. A Review on Removing Pharmaceutical Contaminants from Wastewater by Constructed Wetlands: Design, Performance and Mechanism. *Science of the Total Environment*. nd (nd): 908-932.
- Lumbantobing, R., Napitupulu, M., & Jura, M. R. 2019. Analisis Kandungan Asam Sianida dalam Singkong (*Manihot esculenta*) Berdasarkan Lama Penyimpanan. *Jurnal Akademi Kimia*. 8(3): 180-183.
- Mara, Duncan. 2004. Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. EarthScan: UK and USA.
- Masfiah. 2016. Kajian Sistem Constructed Wetland Menggunakan Eceng Gondok pada Penanganan Limbah Cair Pengolahan kopi. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknik Pertanian Universitas Jember.
- Nadhifah, I. I., Fajarwati, P., & Sulistiyowati, E. 2019. Fitoremediasi dengan Wetland System menggunakan

- Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*), Genjer (*Limnocharis flava*), dan Semanggi (*Marsilea crenata*) untuk Mengolah Air Limbah Domestik. *Al-Kaunyah: Journal of Biology*. 12(1): 38–45.
- Nuraini, Y., & Felani, M. 2015. Phytoremediation of Tapioca Wastewater Using Water Hyacinth Plant (*Eichhornia crassipes*). *Journal of Degraded and Mining Lands Management*. 2(2), 295-302.
- Pasaribu, G. dan Salwahita. 2007. *Pengolahan Eceng Gondok sebagai Bahan Baku Kertas Seni*. Sumatera: Balai Litbang Kehutanan Sumatera.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Prayitno, Hermain T. 2008. Pemisahan Padatan Tersuspensi Limbah Cair Tapioka dengan Teknologi Membran sebagai Upaya Pemanfaatan dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan. *Tesis*. Semarang: Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- Rahi, M. A., & Faisal, A. A. H. 2019. Using Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland System in The Treatment of Municipal Wastewater for Agriculture Purposes. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*. 50(4): 1208-1217.
- Ramayanti, D dan Amna, U. 2019. Analisis parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan pH (*potential Hydrogen*)

- Limbah Cair di PT. Pupuk Iskandar Muda (PT. PIM) Lhokseumawe. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. 2(1): 14-22.
- Ratnawati, R., & Fatmasari, R. D. 2018. Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trifasciata*) dan Jengger Ayam (*Celosia plumosa*). *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*.3(2): 62-69.
- Ratnawati, R., & Talarima, A. 2017. Subsurface (SSF) Constructed Wetland untuk Pengolahan Air Limbah Laundry. *Jurnal Teknik Waktu*. 15(2): 1-6.
- Safroodin, A., Mangkoedihardjo, S., & Yuniarto, A. 2016. Desain IPAL Subsurface Flow Constructed Wetland Di Rusunawa Grudo Surabaya. *Simposium I Jaringan Perguruan Tinggi Untuk Pembangunan Infrastruktur Indonesia*. 2(nd): 198-207.
- Said, Nusaidaman. 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: Erlangga.
- Sembiring, Ribka S. 2020. Studi Penurunan COD dan TSS pada Limbah Cair Tapioka Menggunakan Media Biofilter Sarang Tawong Secara Anaerob-Aerob. *Skripsi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Siswoyo, E., Faisal, Kumalasari, N., & Kasam. 2020. Constructed Wetlands dengan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia*

- crassipes*) sebagai Alternatif Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*.12(1): 59–67.
- Srilestari, E., & Munawwaroh, A. 2021. Effectiveness of Subsurface Flow-Wetlands to Reducing TSS Levels and Stabilizing pH in Tofu Liquid Waste. *Jurnal Biologi Tropis*. 21(1): 15–21.
- Sudjiono, Anas. 2010. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Press.
- Sumiyati. 2009. Kualitas Nata de Cassava Limbah Cair Tapioka dengan Penambahan Gula Pasir dan Lama Fermentasi yang Berbeda. *Skripsi*. Surakarta: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Surati. 2013. Kandungan Serat Kasar, Bahan Kering, dan Air Daun Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Difermentasi dengan EM-4 pada Level dan Waktu yang Berbeda. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Syaifudin, A., & Nazila, Z. R. 2020. Alternatif Remediasi Limbah Cair Industri Keripik Singkong (*Manihot utilissima*) menggunakan Tanaman Air dan Tawas. *Jurnal Litbang Edusaintech*. 1(1): 44–50.
- Wang, Qing and del Valle, M. 2021. Determination of Chemical Oxygen Demand (COD) Using Nanoparticle-Modified

Voltammetric Sensors and Electronic Tongue Principles.  
*Chemosensors*. 9 (nd): 46.

- Wimbaningrum, R., Arianti, I., & Sulistiyowati, H. 2020. Efektivitas Tanaman Lembang (*Typha angustifolia* L.) di Lahan Basah Buatan dalam Penurunan Kadar TSS, BOD dan Fosfat pada Air Limbah Industri Laundry. *Jurnal Berkala Sainstek*. 8(1): 25–28.
- Yonar, M., Luthfi, Oktiyas M., Isdianto, A. 2021. Dynamics of Total Suspended Solid (TSS) Around Coral Reef Beach Damas, Trenggalek. *Journal of Marine and Coastal Science*. 10(1): 48-57.
- Yulis, Putri A. R., Desti., Febliza, Asyti. 2018. Analisis Kadar DO, BOD, dan COD Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin. *Jurnal Bioterdidik*.

# LAMPIRAN-LAMPIRAN

## Lampiran 1. Hasil Pengujian *Pre-Test* Sampel Air Limbah



BADAN STANDARISASI DAN KEBIJAKAN JASA INDUSTRI  
BALAI BESAR TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENYEMARAN INDUSTRI  
CENTER OF INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION TECHNOLOGY  
LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI BBTPPI  
BBTPPI TESTING AND CALIBRATION LABORATORY  
Jl. Kramagungarkoro No. 6 Telp. 814315 Fax. (024) 8144811  
E-mail : bbtppi.kemempertin@gmail.com Tromol Pos. 829  
Semarang-50136

Halaman : 1 dari 2  
Page

### LAPORAN PENGUJIAN REPORT OF ANALYSIS

Nomor Contoh : 18180.2022.LA2.4331  
Sample Number

Jenis Contoh : Air Limbah  
Material

Cap merk :

Kode : Pre-Test  
Code

Parameter : -  
Parameters

Asal Contoh : Ziya Rosyadati Nazila  
Sample's Origin : Universitas Islam negeri Walisongo Fakultas Sains dan Biologi

Dibuat Untuk : Ziya Rosyadati Nazila  
Executed : Universitas Islam negeri Walisongo Fakultas Sains dan Biologi

Tgl. Pengambilan Contoh : -  
Sample Taken on

Tgl. Penerimaan Contoh : 13/04/2022  
Sample Received on

HASIL PENGUJIAN  
TEST RESULT

Nomor Contoh : 18180.2022/LA2.4331  
 Sample's Number

Halaman : 2 dari 2  
 Page

### HASIL PENGUJIAN

Kode Contoh : Pre-Test  
 Asal Contoh : Ziya Rosyadatin Nazila  
 Dibuat Untuk : Ziya Rosyadatin Nazila  
 Tanggal Diterima : 13/04/2022

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
1	Sianida (CN)	mg/L	0.250	MU 2.13 (Discrete Photometry)
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	454.5	SM 5210 B, 23 <sup>rd</sup> Edition: 2017
3	COD	mg/L	1384	SM 5220 D, 23 <sup>rd</sup> Edition : 2017
4	TSS	mg/L	302	SM 2540 A.D, 23 <sup>rd</sup> Edition : 2017

#### KETERANGAN :

1. Contoh dikirim
2. Parameter uji sesuai permintaan pengirim contoh
3. Pengirim contoh bertanggungjawab atas kebenaran prosedur pengambilan dan penanganan contoh sebelum diterima Laboratorium Pengujian.

Semarang, 28 April 2022  
 Koordinator Laboratorium  
 Air, Air Limbah & B3



Eni Susana  
 198312312006042001

- Dilarang mengutip/mencopy dan/atau mempublikasikan sebagian laporan ini tanpa seizin Batsi Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri.  
 - Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji.  
 - Permintaan revisi dapat dilayani maksimal dua minggu setelah LHU ini diterima.

- UU ITE No 11 Tahun 2008 Pasal 5 ayat 1  
 Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah.  
 Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSE.

## Lampiran 2. Hasil Pengujian *Post-Test* Sampel Air Limbah



BADAN STANDARISASI DAN KEBUJAKAN JASA INDUSTRI  
 BALAI BESAR TEKNOLOGI PENCEGAHAN PENCEMARAN INDUSTRI  
 CENTER OF INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION TECHNOLOGY  
 LABORATORIUM PENGUJIAN DAN KALIBRASI BBTPI  
 BBTPI TESTING AND CALIBRATION LABORATORY  
 Jl. Kimangunsarkoro No. 6 Telp. 8316315 Fax. (024) 8414811  
 E-mail : [bbtppi.kemendpt@gmail.com](mailto:bbtppi.kemendpt@gmail.com) Tromol Pos. 829  
 Semarang-50136

Halaman : 1 dari 2  
 Page

### LAPORAN PENGUJIAN REPORT OF ANALYSIS

**Nomor Contoh**  
*Sample Number* : 18181.2022.LA2.4332

**Jenis Contoh**  
*Material* : Air Limbah

**Cap merk**  
*Code* :

**Kode**  
*Code* : Post-Test

**Parameter**  
*Parameters* : -

**Asal Contoh**  
*Sample's Origin* : Zya Rosyadatin Nazila  
 Universitas Islam negeri Walisongo Fakultas Sains dan Biologi

**Dibuat Untuk**  
*Executed* : Zya Rosyadatin Nazila  
 Universitas Islam negeri Walisongo Fakultas Sains dan Biologi

**Tgl. Pengambilan Contoh**  
*Sample Taken on* :

**Tgl. Penerimaan Contoh**  
*Sample Received on* : 13/04/2022

### HASIL PENGUJIAN TEST RESULT

Nomor Contoh : 18181.2022/LA2-4332  
 Sample's Number

Halaman : 2 dari 2  
 Page

### HASIL PENGUJIAN

Kode Contoh : Post-Test  
 Asal Contoh : Ziya Rosyadin Nazila  
 Dibuat Untuk : Ziya Rosyadin Nazila  
 Tanggal Diterima : 13/04/2022

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Metode Uji
1	Sianida (CN)	mg/L	0,069	MU 2.13 (Discrete Photometry)
2	BOD <sub>5</sub>	mg/L	120,9	SM 5210 B, 23 <sup>rd</sup> Edition: 2017
3	COD	mg/L	746,6	SM 5220 D, 23 <sup>rd</sup> Edition : 2017
4	TSS	mg/L	20	SM 2540 A.D, 23 <sup>rd</sup> Edition : 2017

#### KETERANGAN :

1. Contoh dikirim
2. Parameter uji sesuai permintaan pengirim contoh
3. Pengirim contoh bertanggungjawab atas kebenaran prosedur pengambilan dan penanganan contoh sebelum diterima Laboratorium Pengujian.

Semarang, 28 April 2022  
 Koordinator Laboratorium  
 Air, Air Limbah & B3



Eni Susana  
 198312312006042001

- Dilarang mengutip/mencopy dan/atau mempublikasikan sebagian laporan ini tanpa seizin Balai Besar Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri.  
 - Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji.  
 - Pemertan revisi dapat dilayani maksimal dua minggu setelah LHU ini diterima.

- UU ITE No 11 Tahun 2008 Pasal 5 ayat 1  
 Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah.  
 Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSrE.

### Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



Gambar 7. 1 Aklimatisasi  
Eceng Gondok



Gambar 7. 2 Aklimatisasi  
Lidah Mertua



Gambar 7. 3 Bak Pengolahan  
Hari Ke-1



Gambar 7. 4 Bak Pengolahan  
Hari Ke-10



Gambar 7. 5 Tempat  
Produksi



Gambar 7. 6 Perendaman  
Singkong



Gambar 7. 7 Endapan Pati  
Singkong



Gambar 7. 8 Air Limbah



Gambar 7. 9 Daun Eceng Gondok  
Sebelum Perlakuan



Gambar 7. 10 Daun  
Eceng Gondok  
Setelah Perlakuan



Gambar 7. 11 Akar Eceng Gondok  
Sebelum Perlakuan



Gambar 7. 12 Akar Eceng  
Gondok Setelah  
Perlakuan



Gambar 7. 13 Batang Eceng  
Gondok Sebelum  
Perlakuan



Gambar 7. 14 Batang Eceng  
Gondok Setelah  
Perlakuan



Gambar 7. 15 Daun Lidah  
Mertua Sebelum  
Perlakuan



Gambar 7. 16 Daun Lidah  
Mertua Setelah  
Perlakuan



Gambar 7. 17 Akar Lidah  
Mertua Sebelum  
Perlakuan



Gambar 7. 18 Akar Lidah  
Mertua Setelah  
Perlakuan

## Lampiran 4. Hasil Turnitin

Ziya Rosyadatin N1

---

ORIGINALITY REPORT

---

**22**%  
SIMILARITY INDEX

**20**%  
INTERNET SOURCES

**11**%  
PUBLICATIONS

**7**%  
STUDENT PAPERS

## RIWAYAT HIDUP

### A. Identitas Diri

- a. Nama Lengkap : Ziya Rosyadatin Nazila
- b. Tempat, Tanggal Lahir : Jepara, 13 Desember 2000
- c. Alamat rumah : Desa Karanggondang RT 08/02  
Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara
- d. Hp : 082332334574
- e. Email : ziyarasyadatinnazila\_1808016003  
@student.walisongo.ac.id

### B. Riwayat Pendidikan

- 1. Pendidikan Formal
  - f. MI Raudlotul Ulum Suwawal 04
  - g. SMP Negeri 1 Mlonggo
  - h. SMA Negeri 1 Mlonggo

### C. Pengalaman

- 1. Anggota Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Riset dan Teknologi (Ristek)
- 2. Anggota Kelompok Studi (KS) Botani

Semarang,

Ziya Rosyadatin Nazila

1808016003

