Efektifitas Penggunaan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Dalam Menurunkan Kadar Amonia (NH_3) Dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) Pada Limbah Cair Pabrik Tahu Di Lok Bahu Samarinda

OLEH :

MASLINDA

NIM : 14.1101.5004

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

UNIVERSITAS MULAWARMAN

2021

Efektifitas Penggunaan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Dalam Menurunkan Kadar Amonia (NH_3) Dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) Pada Limbah Cair Pabrik Tahu Di Lok Bahu Samarinda

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Pada

Fakultas Kesehatan Masyarakat

Universitas Mulawarman

OLEH :

MASLINDA

NIM : 14.1101.5004

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT

UNIVERSITAS MULAWARMAN

2021

HALAMAN PENGESAHAN

Nama	:	Maslinda
NIM	:	1411015004
Fakultas	:	Kesehatan Masyarakat
Program Studi	:	Ilmu Kesehatan Masyarakat
Judul	:	Efektifitas Penggunaan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica*) Dalam Menurunkan Kadar Amonia (NH_3) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) Pada Limbah Cair Pabrik Tahu Di Lok Bahu Samarinda

Telah Dipertahankan Dihadapan Dewan Penguji dan Dinyatakan Lulus

Pada Tanggal, 30 Desember 2021

Pembimbing I	Pembimbing II
Blego Sedionoto,SKM.,M.Kes.,Ph.D	Dr.Yunianto Setiawan, S.Si.,M.Si
NIP. 19770502 200604 1 003	NIP. 19760625 200501 1 002

Penguji I	Penguji II
Dr. Dwi Ermawati Rahayu, S.T.,M.T	Vivi Filia Elvira, SKM., M.Kes
NIP. 19760608 200501 2 001	NIDN. 0004099103

Mengetahui
Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Mulawarman

Dr. Iwan M. Ramdan, S.Kp., M.Kes
NIP. 19750907 200501 1 004

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan

1. Karya tulis atau skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah ditujukan untuk mendapat gelar akademik (sarjana), baik di Universitas Mulawarman maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis atau skripsi saya ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa dari pihak-pihak lain, kecuali arahan tim pembimbing.
3. Dalam karya tulis atau skripsi saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan atau ketidakberesan dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis atau skripsi ini serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Samarinda, 28 Desember 2021

Yang membuat pernyataan,

MASLINDA

NIM. 1411015004

FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS MULAWARMAN
SAMARINDA
2021

Maslinda

Efektifitas Penggunaan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Dalam Menurunkan Kadar Amonia (NH_3) Dan Kadar COD Pada Limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda (Pembimbing Blego Sedionoto, S.K.M., M.Kes., Ph.D dan Dr. Yunianto Setiawan, S.Si.,M.Si)

ABSTRAK

Industri tahu yang tidak memiliki instalasi pengolahan limbah seringkali membuang air limbahnya langsung ke sungai, sehingga dapat mencemari perairan dan dapat menjadi pembawa penyakit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektifitas penggunaan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dalam menurunkan kadar Amonia (NH_3) dan kadar COD pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda.

Penelitian ini merupakan penelitian *quasi experiment* dengan desain penelitian *pretest-posttest with control grup.* Metode analisis yang digunakan adalah Uji *Wilcoxon.* Pengambilan sampel sebanyak 40 liter air limbah yang nantinya akan digunakan 30 liter pada 3 reaktor eksperimen dan 10 liter pada bak kontrol. Berat basah tanaman kangkung yang digunakan adalah 400 gram kangkung air yang ditimbang setelah proses aklimatisasi selama 1 minggu selesai.

Analisis dari inlet kadar Amonia dan COD pada pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda menunjukkan kadar Amonia sebesar 33,3025 mg/L dan kadar COD sebesar 181,2764 mg/L. Hasil perlakuan menggunakan kangkung menunjukkan bahwa dari tiga variasi waktu tinggal yaitu 2, 4 dan 6 hari terjadi penurunan kadar Amonia sebesar 17,8772 mg/L dan kadar COD sebesar 110,7762 mg/L pada waktu tinggal 6 hari. Hasil analisis statistik menunjukkan *P-value* = 0,002 < 0,05 yang artinya penggunaan tanaman kangkung air berpengaruh terhadap penurunan kadar amonia dan kadar COD pada air limbah pabrik tahu.

Disimpulkan bahwa penggunaan tanaman kangkung air untuk mengolah limbah cair tahu dapat menurunkan kadar amonia sebesar 46% dan COD sebesar 39% dalam waktu tinggal 6 hari perlakuan. Disarankan untuk dapat menggunakan variasi waktu tinggal yang lebih lama.

Kata Kunci : Fitoremediasi, Amonia, COD, Kangkung Air.
Kepustakaan : 26, (1995-2021)

FACULTY OF PUBLIC HEALTH
MULAWARMAN UNIVERSITY
SAMARINDA
2021

Maslinda

Effectiveness of the Use of Water Spinach Plants (*Ipomoea aquatica*) in Reducing Ammonia Levels (NH_3) And COD Levels in The Liquid Waste of the Tofu Factory in Lok Bahu Samarinda (Advisor Blego Sedionoto, S.K.M., M.Kes., Ph.D and Dr. Yunianto Setiawan, S.Si., M.Si).

ABSTRACT

The tofu industry that does not have a sewage treatment plant often disposes of the wastewater directly into the river, so that it can pollute the waters and can become disease carriers. The purpose of this study is to find out the effectiveness of the use of water spinach (*Ipomoea aquatica*) in reducing Ammonia (NH_3) and COD levels in the wastewater of the tofu factory in Lok Bahu Samarinda.

This study is a *quasi experiment* study and research design of *pretest-posttest with control group*. The analytical method used is the *Wilcoxon* test. Sampling of 40 liters of wastewater will be used for 30 liters in the 3 experimental reactors and 10 liters in the control pool. The wet weight of the water spinach plant used was 400 grams of water spinach, which was weighed after the acclimatization process for 1 week was completed.

Analysis of inlet levels of Ammonia and COD at the tofu factory in Lok Bahu Samarinda showed Ammonia levels of 33.3025 mg/L and COD levels of 181.2764 mg/L. The results of the treatment using water spinach showed that from three variations of detention time, namely 2, 4 and 6 days, there was a decrease in Ammonia levels of 17.8772 mg/L and COD levels of 110.7762 mg/L at 6 days of detention time. The results of statistical analysis showed P-value = 0.002 < 0.05, which means the use of water spinach has an effect on the decrease in ammonia and cod levels in wastewater of the tofu factory.

It was concluded that the use of water spinach plants to treat tofu liquid wastage could reduce ammonia levels by 46% and COD by 39% within 6 days of treatment. It's recommended to be able to use a longer detention time.

Keywords : Phytoremediation, Ammonia, COD, Water Spinach.
Literature : 26, (1995-2021)

RIWAYAT HIDUP

1. Nama : Maslinda
2. NIM : 1411015004
3. Tempat/ Tanggal Lahir : Samarinda, 11 Agustus 1995
4. Jenis Kelamin : Perempuan
5. Agama : Islam
6. Asal SLTA / Akademi : SMA Negeri 5 Samarinda
7. Status Perkawinan : Belum Kawin
8. Alamat Asal : Jl. P. Suryanata No.96 RT. 15 Samarinda
9. Alamat Sekarang : Jl. P. Suryanata No.96 RT. 15 Samarinda
10. Email : lindakalinda1408@gmail.com
11. Riwayat Pendidikan : 1. SD Negeri 005 Samarinda
    2. SMP Negeri 5 Samarinda
    3. SMA Negeri 5 Samarinda
12. Kegiatan Akademik Luar Kampus
    A. Praktik Belajar Lapangan di Desa Saliki, Kec.Muara Badak, Kab.Kukar
    B. Kuliah Kerja Nyata di Desa Wonotirto, Kec. Samboja, Kab. Kukar
    C. Magang di RSUD ABADI Samboja, Kab. Kukar

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Efektifitas penggunaan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dalam menurunkan kadar Amonia (NH_3) dan kadar COD pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman.

Selesainya Skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan do’a dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini ingin disampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan karya ini, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat :

1. Prof.Dr. H. Masjaya, M.Si. selaku Rektor Universitas Mulawarman.
2. Bapak Dr. Iwan M. Ramdan, S.Kp., M.Kes. selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman.
3. Bapak Blego Sedionoto, S.KM., M.Kes., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan.
4. Bapak Dr. Yunianto Setiawan, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu selama proses bimbingan.
5. Seluruh dosen pengajar di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman.
6. Mama dan Almarhum Abah tercinta yang telah banyak berkorban demi keberhasilan dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

7. Seluruh sahabat yang selalu memberikan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya pembuatan Tugas Akhir maupun dalam penyusunan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa di dalam skripsi ini masih banyak kekurangannya, untuk itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membantu untuk karya kedepan lebih baik. Mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat.

Samarinda, 28 Desember 2021

Penulis

Maslinda

1411015004

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
PENGESAHAN SKRIPSI ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINAL iii
ABSTRAK iv
RIWAYAT HIDUP vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiii

BAB 1 PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 5

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Penelitian Terdahulu 9
2.2 Landasan Teori 11
2.2.1 Limbah Cair Industri Tahu 11
2.2.2 Karakteristik Limbah Cair Tahu 17
2.2.3 Persyaratan Limbah Cair Tahu 18
2.2.4 Amonia 20
2.2.5 COD (*Chemical Oxygen Demand*) 22
2.2.6 Dampak Pencemaran Limbah Cair Tahu 23
2.2.7 Metode Fitoremediasi 24
2.2.8 Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) 27
2.3 Kerangka Teori 32

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian 33
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian 33
3.3 Populasi dan Sampel 34
3.4 Kerangka Konsep Penelitian 35
3.5 Hipotesis Penelitian 35
3.6 Variabel Penelitian 36
3.7 Definisi Operasional 36
3.8 Pengumpulan Data 37
3.9 Prosedur Penelitian 38
3.10 Teknik Pengolahan Data 44
3.11 Teknik Analisis Data 45

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian 46
4.1.1 Gambaran Lokasi Penelitian 46
4.1.2 Hasil Analisis Univariat 47
4.1.3 Hasil Analisis Bivariat 52
4.2 Pembahasan 58
4.3 Kelemahan Dalam Penelitian 65

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 66
5.2 Saran 67

DAFTAR PUSTAKA 68
LAMPIRAN 72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu 7
Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri 19
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian 33
Tabel 3.2 Definisi Operasional 36
Tabel 4.1 Penurunan Kadar Amonia 49
Tabel 4.2 Penurunan Kadar COD 50
Tabel 4.3 Uji Kenormalan Amonia 52
Tabel 4.4 Uji Kenormalan COD 52
Tabel 4.5 Kruskall Wallis Kadar Amonia 53
Tabel 4.6 Kruskall Wallis Kadar COD 54
Tabel 4.7 Uji Wilcoxon Kadar Amonia 56
Tabel 4.8 Uji Wilcoxon Kadar COD 57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur Proses Pembuatan Tahu 17

Gambar 2.2 Mekanisme Fitoremediasi 26

Gambar 2.3 Kangkung Air 31

Gambar 2.4 Kerangka Teori 32

Gambar 3.1 Kerangka Konsep 35

Gambar 3.2 Rancangan Penelitian 38

Gambar 3.3 Desain Penelitian 39

Gambar 4.1 Bak Penyaringan 47

Gambar 4.2 Proses Pembuangan Air Limbah Tahu 47

Gambar 4.3 Bak Penampungan Akhir 47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Penelitian 72
Lampiran 2 Hasil Laboratorium 73
Lampiran 3 Output Hasil Analisa Data Dengan SPSS 74
Lampiran 4 Data Pengukuran Suhu dan pH air limbah tahu 77
Lampiran 5 Dokumentasi 78

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tahu merupakan makanan tradisional yang banyak digemari oleh masyarakat di Indonesia karena tahu memiliki manfaat yang besar dengan harga yang cukup terjangkau. Industri tahu merupakan industri kecil (rumah tangga) yang jarang memiliki instalasi pengolahan air limbah. Hal tersebut disebabkan karena adanya pertimbangan biaya yang cukup besar dalam pembangunan instalasi pengolahan air limbah dan operasinya.

Limbah yang berasal dari industri tahu dapat berupa limbah padat dan limbah cair. Pada umumnya limbah padat sudah banyak dimanfaatkan masyarakat sebagai pakan ternak karena dalam ampas tahu terdapat kandungan gizi yang cukup baik. Sedangkan pada limbah cair tahu, lebih sering dibuang secara langsung ke sungai tanpa ada pengolahan terlebih dahulu (Iqbal Winara, 2016).

Limbah cair pabrik tahu akan menimbulkan masalah lingkungan seperti penurunan kualitas perairan maupun masalah kesehatan bagi masyarakat apabila langsung dibuang ke saluran umum atau sungai tanpa melalui proses pengolahan air limbah secara baik dan benar terlebih dahulu. Oleh sebab itu diperlukan adanya proses pegolahan air limbah sebagai salah satu upaya untuk meminimalkan dampak negatif atau bahaya yang dapat ditimbulkan dari limbah cair tersebut. Dampak lain dari limbah cair yang langsung dibuang dapat menyebabkan timbulnya bau

yang menyengat dan polusi air yang dapat menyebabkan kematian ikan serta biota lainnya (Nugraha, 2011 *in* M.Ikram 2020).

Kualitas *effluen* dari limbah cair pabrik tahu yang akan dibuang ke badan air atau lingkungan harus memenuhi persyaratan baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor Kep-51/MENLH/10/1995 atau peraturan daerah setempat seperti Perda Provinsi Kalimantan Timur No.2 tahun 2011 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Untuk mengetahui kualitas dari air limbah tersebut diperlukan uji laboratorium terkait parameter-parameter yang terkandung di dalam air limbah yang pada umumnya terdiri dari pengukuran kadar COD, BOD, TSS dan Amonia (NH_3).

Salah satu alternatif pegolahan limbah cair yang dapat digunakan adalah metode fitoremediasi. Metode Fitoremediasi adalah teknik pengolahan air limbah dengan menggunakan tanaman air untuk membantu menurunkan zat-zat organik yang terkandung dalam air limbah. Tanaman yang dapat digunakan adalah seperti kangkung air, eceng gondok, teratai ataupun tanaman air lainnya (Amry Jaya, 2018). Kangkung air *(Ipomoea aquatica)* merupakan tanaman air yang banyak tumbuh pada saluran buangan limbah cair pemukiman, memiliki daya adaptasi yang cukup luas dan merupakan tanaman yang dapat memanfaatkan kandungan nutrien buruk suatu perairan untuk proses hidupnya (Amry Jaya, 2018).

Dari hasil penelitian eksperimen yang dilakukan oleh Sri Seprianto M. dan Chreisye K.F.Mandagi (2017), menunjukkan bahwa penggunaan tanaman kangkung air dengan teknik fitoremediasi pada limbah cair RSUD Kota Bitung efektif menurunkan kadar amonia dalam air limbah sebesar

98,67%. Sedangkan dalam penelitian eksperimen yang dilakukan oleh Indah Permata Sari (2019), menunjukkan bahwa penggunaan tanaman kangkung air dengan metode fitoremediasi efektif dalam menurunkan kadar COD yang terkandung dalam limbah cair tahu sebesar 80%-88%.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik memilih tanaman kangkung air untuk digunakan dalam penelitian ini. Melihat potensi dari tanaman tersebut yang mudah ditemukan dan mudah tumbuh di area sekitar permukaan sungai ataupun rawa serta memiliki kelebihan dapat bertahan hidup didalam air limbah yang mengandung bahan pencemar.

Penelitian ini dilakukan di salah satu Pabrik Tahu yang berada di kelurahan Lok Bahu Samarinda. Pabrik tahu ini berdiri sejak tahun 2003 hingga sekarang tetapi tidak memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Namun, pada tahun 2006, dari pihak Dinas terkait telah membuatkan IPAL untuk pabrik tersebut tetapi tidak dioperasikan hingga sekarang dengan alasan sistem aliran dari reaktor-reaktor IPAL tidak sesuai dengan pompa aliran yang digunakan oleh pabrik tahu ini. Dari pihak pabrik telah mencoba mengajukan permintaan perbaikan IPAL pada pihak Dinas akan tetapi belum ada perbaikan yang dilakukan hingga sekarang. Reaktor-reaktor IPAL tersebut hanya digunakan sebagai tempat penampungan air sementara oleh pihak pabrik.

Data pada bulan maret 2021 pada pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda menunjukkan kadar outlet amonia yaitu sebesar 21,98 mg/L. Dari data tersebut dapat terlihat bahwa kadar amonia masih belum memenuhi standar baku mutu yang telah ditentukan sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor Kep-51/MENLH/10/1995 atau peraturan daerah

setempat seperti Perda Provinsi Kalimantan Timur No.2 tahun 2011 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air yaitu 1 mg/L untuk amonia. Walaupun *effluen* amonia melebihi standar baku mutu, namun tetap dilakukan pembuangan air limbah ke sungai yang berada dibelakang pabrik tersebut.

Melihat permasalahan tersebut, maka peneliti memilih untuk melakukan eksperimen pengolahan air limbah sebagai salah satu alternatif pemecahan masalah untuk membantu menurunkan kadar amonia dan COD dalam air limbah sebelum dibuang ke sungai. Hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran air khususnya saluran air milik masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar wilayah pabrik. Berdasarkan hal-hal tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai Efektifitas penggunaan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dalam menurunkan kadar Amonia (NH_3) dan kadar COD pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan penelitian yaitu, Bagaimana Efektifitas penggunaan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dalam menurunkan kadar Amonia (NH_3) dan kadar COD pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui Efektifitas penggunaan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dalam menurunkan kadar Amonia (NH_3) dan kadar COD pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda.

1.3.2 Tujuan Khusus

a. Untuk mengetahui Efektifitas penggunaan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dalam menurunkan kadar Amonia (NH_3) pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.
b. Untuk mengetahui Efektifitas penggunaan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti

Dapat mengembangkan dan menambah wawasan ilmu pengetahuan serta pengalaman dalam hal Sistem Pengolahan Limbah Cair dan kualitas air limbah Industri Tahu khususnya mengenai metode fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air dalam menurunkan kadar Amonia dan COD dalam air limbah pabrik tahu.

1.4.2 Bagi Instansi

Instansi dapat memperoleh masukan dan alternatif pemecahan masalah sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan program IPAL selanjutnya sebagai upaya dalam memperbaiki kualitas limbah cair Pabrik Tahu.

1.4.3 Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk melakukan penelitian kesehatan selanjutnya terkait Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan metode fitoremediasi.

1.4.4 Bagi Masyarakat

Dapat digunakan sebagai bahan informasi untuk menambah pengetahuan masyarakat terkait penggunaan tanaman kangkung air dalam pengolahan limbah sebagai pengolahan lanjutan dan sebagai salah satu upaya pencegahan dari potensi pencemaran lingkungan maupun gangguan kesehatan bagi masyarakat.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hasil-hasil Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan hasil-hasil penelitian atau riset yang telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu dari tahun 2016 sampai tahun 2021. Penelitian-penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Hasil-hasil Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul dan Tahun	Variabel penelitian	Metode Penelitian	Hasil
1.	Iqbal Winara	Pemanfaatan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk.) Untuk Menurunkan Konsentrasi Amonia, Nitrit dan Nitrat di Dalam Limbah Cair Industri Tahu (2016)	Variabel Independen : Biomassa kangkung yang paling efisien dalam menurunkan konsentrasi Variabel Dependen :Kadar Amonia, Nitrat, Nitrit	Penelitian eksperimen dengan menggunakan metode fitoremediasi pada limbah cair tahu. Populasi: seluruh limbah cair industri tahu dan kangkung air Sampel : limbah cair industri tahu dengan konsentrasi 100%, 75%, 60%, 50%, 40%, 25% dan kangkung air dengan biomassa 190 gr, 170 gr, 150 gr, 130 gr, dan 110 gr. Penelitian dilakukan dengan melakukan uji pendahuluan selama 7 hari lalu dilanjutkan dengan pengujian utama selama 15 hari dengan pengambilan sampel setiap 3 hari sekali.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kangkung air dengan biomassa 190 gr merupakan yang paling efisien dalam menurunkan kadar amonia dan nitrat, sedangkan kadar nitrit tidak dipengaruhi oleh biomassa kangkung air. Konsentrasi limbah yang digunakan dalam pengujian utama adalah 40% karena memiliki tingkat kelulusan hidup terbaik pada uji pendahuluan yang dilakukan sebelumnya selama 7 hari.

No.	Peneliti	Judul dan Tahun	Variabel penelitian	Metode Penelitian	Hasil
2.	Sri Seprianto Maddusa dan Chreisye K.F.Mandagi	Efektifitas Tanaman Jirangau (*Acorus calamus*) dan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Dalam Menurunkan Kadar Amoniak (NH_3) Pada Limbah Cair (2017)	Variabel Independen : Tanaman jirangau dan tanaman kangkung air Variabel Dependen : Kadar Amoniak (NH_3)	Jenis Penelitian Quasi Eksperimen dengan rancangan rangkaian waktu. Populasi : air limbah RSUD Kota Bitung, tanaman Jirangau dan Kangkung Air Sampel : air limbah RSUD Kota Bitung dari kolam inlet dan outlet serta tanaman jirangau dan kangkung air dari rawa-rawa atau sawah penduduk setempat. Penelitian dilakukan dengan pembersihan terlebih dahulu pada kedua tanaman, lalu dilakukan aklimatisasi selama 1 minggu kemudian dilanjutkan dengan pengujian tanaman pada air limbah selama 15 hari dengan pengambilan sampel setiap 5 hari sekali. (masing-masing tanaman seberat 200 gr)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan tanaman jirangau mampu menurunkan kadar amoniak pada air limbah 99,21%, sedangkan pada tanaman kangkung air mampu menurunkan kadar amoniak sebesar 98,67%. Dari hasil tersebut diketahui bahwa kedua jenis tanaman tersebut mampu menurunkan kadar amoniak pada air limbah hingga 90% dan sangat dianjurkan dalam menurunkan kadar amoniak pada limbah cair rumah sakit.
3.	Amry Jaya Ponty	Studi Perbandingan Kemampuan Tanaman Eceng Gondok dan Kangkung Air Dalam Menurunkan COD & Amonia dari Pengolahan Lanjut Biofilter Anaerob Media Sarang Tawon (2018)	Variabel Independen : Pengaruh waktu tinggal tanaman eceng gondok dan kangkung air Variabel Dependen : Kadar COD dan Amonia pada limbah cair tinja	Penelitian eksperimen menggunakan reaktor biofilter yang dilanjutkan dengan pengolahan secara fitoremediasi dengan memvariasikan waktu tinggal untuk mengetahui pengaruh waktu tinggal terhadap perbandingan kinerja tanaman eceng	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tanaman eceng gondok dan kangkung air efisien dalam menurunkan COD dengan waktu tinggal 24 jam.. Kemudian untuk penyisihan amonia, tanaman eceng

No.	Peneliti	Judul dan Tahun	Variabel penelitian	Metode Penelitian	Hasil
				gondok dan kangkung air. Populasi : limbah cair tinja dan tanaman air Sampel : limbah cair tinja dari bak inlet dan outlet, tanaman eceng gondok dan kangkung air. Penelitian ini dilakukan dengan tahapan netralisasi selama 7 hari, lalu aklimatisasi (adaptasi) selama 6 hari kemudian *running*selama 3 hari, dilanjutkan dengan uji amonia pada outlet, uji Biomassa pada tanaman, dan uji COD pada outlet. Proses *running* dilakukan dengan variasi Waktu tinggal yaitu 72 jam, 48 jam, dan 24 jam dengan berat basah tanaman 300 gr.	gondok efisien menurunkan sebesar 97% dengan waktu tinggal 24 jam, sedangkan pada tanaman kangkung air efisien menurunkan 80,26% dengan waktu tinggal 48 jam. Selain itu, berat basah tanaman juga mengalami peningkatan seiring dengan lamanya waktu pemaparan. Hasil analisa pada tanaman eceng gondok yaitu 300 gr menjadi 353 gr, sedangkan pada kangkung air yaitu 300 gr menjadi 335 gr.
4.	Indah Permata Sari	Fitoremediasi Limbah Tahu Dengan Sistem Simulasi Eceng Gondok *(Eichhornia crassipes)* dan Kangkung Air *(Ipomoea aquatica)* (2019)	Variabel Independen : Tanaman eceng gondok dan tanaman kangkung air Variabel Dependen : Kadar suhu, pH, TSS, BOD, COD, pada air limbah tahu	Jenis Penelitian. eksperimen dengan menggunakan metode fitoremediasi pada limbah cair tahu. Populasi :Limbah cair industri tahu dan tanaman air Sampel : limbah cair tahu dari bak inlet dan outlet, tanaman eceng gondok dan kangkung air.	Hasil penelitian menunjukkan bahwaEfisiensipenurunan pada suhu 3.3% (P0) dan 6.45% (P1,P2, P3); pH 6.25% (P0), 25% (P1), 18.75% (P2 dan P3) ; TSS 37% (P0), 85% (P1), 84% (P2 dan P3) ; BOD 31% (P0), 87% (P1), 88% (P2 dan P3); COD 13% (P0), 89% (P1), 81% (P2 dan P3).

No.	Peneliti	Judul dan Tahun	Variabel penelitian	Metode Penelitian	Hasil
				Penelitian dilakukan dengan tahapan aklimatisasi selama 1 minggu dengan menggunakan air sumur, dilanjutkan dengan pengujian tanaman pada air limbah tahu dengan 4 perlakuan yang berbeda, (masing-masing tanaman seberat 200 gr).	Dari hasil tersebut diketahui bahwa tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dapat melakukan fitoremidiasi terhadap limbah cair tahu sebesar 80%-88% sehingga nilai parameter air seperti suhu, pH, COD, BOD serta TSS nilai nya sesuai dengan baku mutu air limbah yang ditetapkan.
5.	Nadiah Aulia	Pengaruh Debit Dan Aerasi Terhadap Proses Fitoremediasi Air Limbah Industri Tahu Menggunakan Tanaman Kangkung Air *(Ipomea Aquatica Forsk.)* (2021)	Variabel Independen : Fitoremediasi Kangkung Air *(Ipomoea aquatica)* pada limbah cair tahu dengan sistem aerasi Variabel Dependen : Kadar TSS, BOD, COD, pada air limbah tahu	Penelitian eksperimen dengan menggunakan metode fitoremediasi pada limbah cair tahu. Populasi : Limbah cair industri tahu dan tanaman air Sampel : limbah cair tahu dari bak inlet dan outlet yang diberikan tanaman kangkung air. Penelitian dilakukan selama 10 hari dengan sistem sirkulasi.	Hasil penelitian menunjukkan kadar BOD memiliki efisiensi penyisihan 95,31%, kadar COD memiliki efisiensi penyisihan 91,67%, kadar TSS 86,67%. Dari hasil tersebut diketahui bahwa Perlakuan debit variasi ketiga dengan penambahan aerasi, mampu menurunkan semua kadar kontaminan dan sudah memenuhi baku mutu yang di tetapkan oleh PerMen LH No. 5 Tahun2014.

Berdasarkan tabel 2.1 diatas, terdapat beberapa perbedaan dari penelitian-penelitian tersebut dengan penelitian yang akan saya lakukan yang

berjudul “Efektifitas Penggunaan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dalam menurunkan Kadar Amonia (NH_3) dan COD Pada Limbah Cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda” yaitu, perbedaan pada lokasi penelitian, variasi waktu tinggal yang digunakan, parameter air limbah yang diteliti dan variabel penelitian yang digunakan.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Limbah Cair Industri Tahu

Limbah industri tahu pada umumnya dibagi menjadi 2 (dua) bentuk limbah, yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat pabrik pengolahan tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai, dan benda padat lain yang menempel pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut dengan ampas tahu. Limbah padat yang berupa kotoran berasal dari proses awal (pencucian) bahan baku kedelai dan umumnya limbah padat yang terjadi tidak begitu banyak (0,3% dari bahan baku kedelai). Sedangkan limbah padat yang berupa ampas tahu terjadi pada proses penyaringan buburkedelai. Ampas tahu yang terbentuk besarannya berkisar antara 25-35% dari produk tahu yang dihasilkan (Arsalan, 2019).

Limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, pencucian kedelai, pencucian peralatan proses produksi tahu, penyaringan dan pengepresan/pencetakan tahu. Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih *(whey)*. Cairan ini mengandung kadar

protein yang tinggi dan dapat segera terurai. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan bau busuk dan mencemari lingkungan (Arsalan, 2019). Adapun tahapan proses pembuatan tahu adalah sebagai berikut :

1. Pemilahan Kedelai

   Agar tahu yang dibuat benar-benar baik maka kedelai yang digunakan harus yang berkualitas baik, kedelai dibersihkan dari kotoran–kotoran seperti kerikil kecil, daun-daunan, batang tanaman yang terbawa pada kedelai. Biji kedelai yang jelek dipisahkan. Penyortiran atau pemisahan dilakukan secara manual.

2. Perendaman Kedelai Tahap 1

   Kedelai yang telah dipilih kkemudian direndam didalam air selama 3-4 jam agar cukup empuk untuk digiling. Jumlah air yang dibutuhkan tergantung dari jumlah kedelai, intinya kedelai harus terendam semua. Selain itu, dengan direndam kedelai akan mekar dan kulitnya akan lebih mudah dilepas/ dibersihkan. Dari proses ini dihasilkan limbah cair dan kulit kedelai yang tidak dipakai.

3. Perendaman Kedelai Tahap 2

   Perendaman ini dimaksudkan supaya kedelai tersebut lunak sehingga memudahkan pada saat penggilingan. Lama perendaman adalah selama 30-40 menit dan dari hasil perendaman ini juga menghasilkan limbah cair.

4. Pencucian

   Proses pencucian merupakan merupakan proses lanjutan setelah perendaman. sebelum dilalkukan proses pencucian,kedelai yang didalam timba dikeluarkan dari timba pencucian dan dimasukkan kedalam ember-ember plastik untuk kemudian dicuci dengan air mengalir. Tujuan dari tahapan pencucian ini yaitu utamanya adalah untuk menghilangkan lendir-lendir dari sifat asam. Disamping untuk membersihkan biji-biji kedelai dari kotoran-kotoran supaya tidak mengganggu proses penggilingan dan agar kotoran-kotoran tidak tercampur kedalam adonan tahu. Pencucian yang kurang bersih menyebabkan tahu yang dihasilkan memiliki cita rasa yang kurang enak, terasa asam, dan mudah basi.

5. Penggilingan Kedelai

   Penggilingan adalah proses penghancuran kedelai menjadi bubur dengan menggunakan mesin. Kedelai yang telah direndam dan dicuci kemudian digiling dengan menggunakan mesin, bersamaan engan itu sambil ditambahkan air sedikit demi sedikit melaui kran hingga dihasilkan bubur kedelai yang berwarna kuning. Bubur kedelai tersebut ditampung dengan menggunakan ember dan siap untuk direbus.

6. Perebusan

   Bubur kedelai hasil penggilingan selanjutnya direbus dengan menggunakan tungku berbahan bakar kayu, sekam atau sisa-sisa gergajian. Perebusan dilakukan hingga mendidih selama 30

menit, sehingga kedelai tersebut menggumpal / mengalami penggumpalan. Selama proses perebusan, lakukan pengadukan secara terus-menerus dan dibuang buihnya. Dari proses ini, akan menghasilkan limbah cair.

7. Penyaringan

   Setelah bubur kedelai tersebut direbus dan mengental, dilakukan proses penyaringan dengan menggunakan kain saring. Tujuan dari proses penyaringan ini adalah memisahkan antara sari kedelai dengan ampas kedelai yang tidak diinginkan. Pada proses penyaringan ini bubur kedelai yang telah mendidih dan sedikit mengental, selanjutnya dipindahkan ke dalam bak pemanas dengan menggunakan timba kecil. Setelah seluruuh bubur yang ada di bak pemanas habis, lalu dimulai proses penyaringan. Saat penyaringan secara terus-menerus dilakukan penambahan air dengan cara menuangkan pada bagian tepi saringan agar tidak ada padatan yang tersisa disaringan. Penuangan air diakhiri ketika sari yang dihasilkan sudah mencukupi. Kemudian saringan yang berisi ampas diperas sampai benar-benar kering. Ampas hasil penyaringan disebut ampas yang kering, ampas tersebut dipindahkan ke dalam karung dan dikemas. Ampas tetrsebut yang dapat dimanfaatkan dalam pembuatan tempe gembos atau dapat juga digunakan untuk pakan ternak.

8. Penggumpalan

   Dari proses penyaringan, diperoleh filtrat putih seperti susu yang

kemudian diproses lebih lanjut. Filtrat yang didapat kemudian ditambahkan asam cuka dalam jumlah tertentu. Fungsi penambahan asam cuka adalah mengendapkan dan menggumpalkan protein tahu sehingga terjadi pemisahan antara *whey* dengan gumpalan tahu. Setelah ditambahkan asam cuka terbentuk dua lapisan atas (*whey*) dan lapisan bawah (*filtrat*/ endapan tahu). Endapan tersebut terjadi karena adanya koagulasi protein yang disebabkan adanya reaksi antara protein dan asam yang ditambahkan. Endapan tersebut yang merupakan bahan utama yang akan dicetak menjadi tahu. Proses penggumpalan untuk proses berikutnya, dapat dilakukan secara alami yaitu dengan menggunakan limbah cair proses produksi tahu yang telah didiamkan kurang lebih 2 hari sebelumnya, dengan cara mencampukan limbah cair proses produksi sebelumnya dengan bubur tahu pada proses pengendapan.

9. Pencetakan

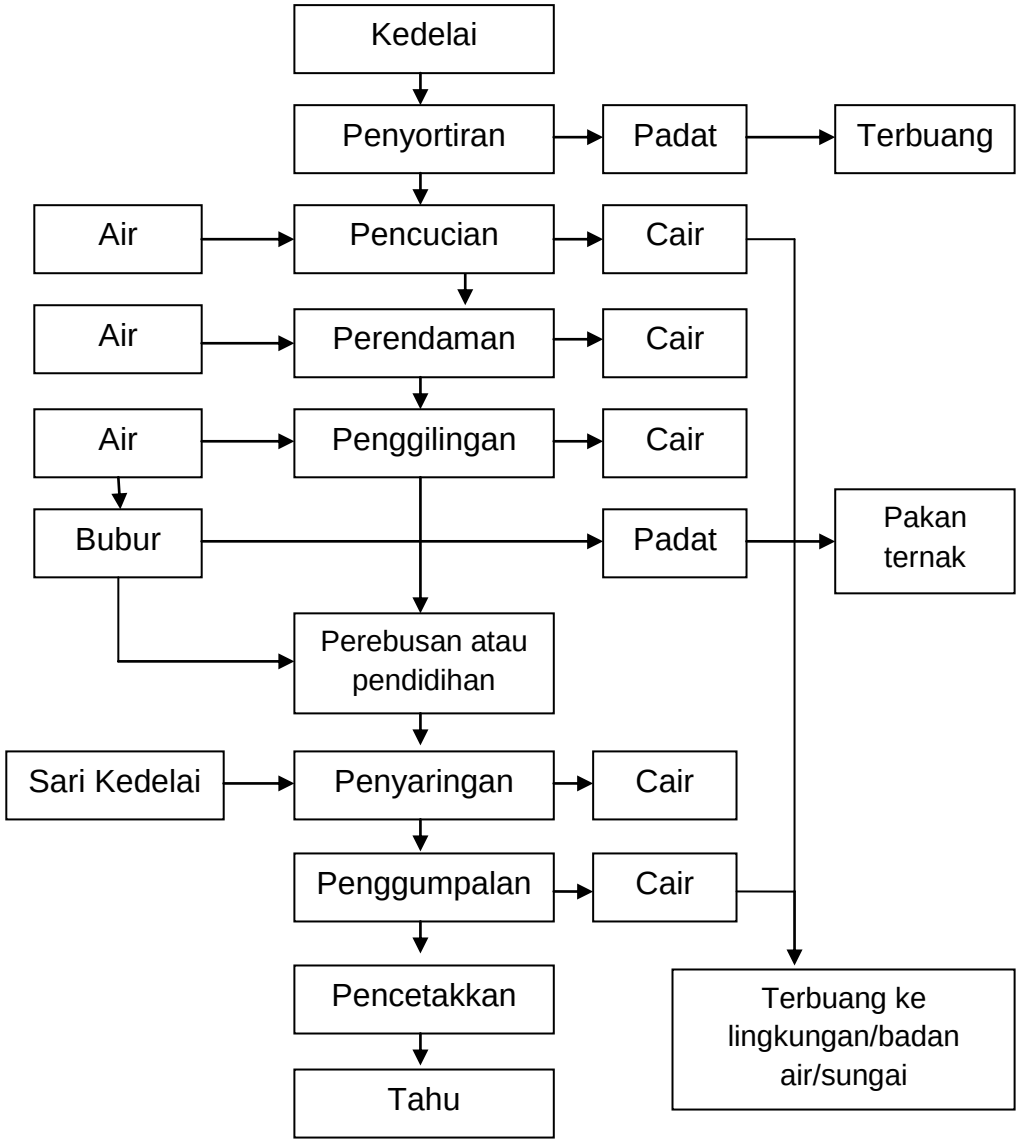
   Proses pencetakan dan pengepresan merupakan tahap akhir pembuatan tahu. Cetakan yang digunakan adalah terbuat darikayu berukuran 70 x 70 cm yang diberi lubang berukuran kecil disekelilingnya. Lubang tersebut bertujuan untuk memudahkan air keluar saat proses pengepresan. Sebelum proses pencetakan yang harus dilakukan adalah memasang kain saring tipis dipermukaan cetakan. Setelah itu, endapan yang telah dihasilkan pada tahap sebelumnya dipindahkan denganmenggunakan alat semacam wajan secara pelan-pelan.

Selanjutnya kain saring ditutup rapat dan kemudian diletakkan kayu yang berukuran hampir sama dengan cetakan dibagian atasnya. Setelah itu, dibagian atas cetakan diberi beban untuk mempercepat proses pengepresan tahu tersebut. Waktu untuk pengepresan ini tidak ditentukan secara tepat, pemilik hanya memperkirakan dan membuka kain saring pada waktu tertentu. Pemilik mempunyai parameter bahwa tahu siap dikeluarkan dari cetakan apabila tahu tersebut sudah cukup keras dan tidak hancur bila digoyang.

10. Pemotongan

Setelah proses pencetakan, tahu yang sudah jadi dikeluarkan dari cetakan dengan cara membalik cetakan dan kemudian membuka kain saring yang melapisi tahu. Setelah itu dipindahkan ke dalam bak yang berisi air agar tahu tidak hancur. Sebelum siap dipasarkan, tahu terlebih dahulu dipotong sesuai ukuran. Pemotongan dilakuka didalam air dan dilakukan secara cepat agar tahu tidak hancur.

Adapun alur proses pembuatan tahu sebagai berikut :



Gambar 2.1 Alur Proses Pembuatan Tahu

2.2.2 Karakteristik Limbah Cair Tahu

Kualitas limbah menunjukkan spesifikasi limbah yang diukur dari jumlah kandungan bahan pencemar di dalam limbah. Kandungan pencemar di dalam limbah terdiri dari berbagai parameter. Semakin kecil jumlah parameter dan semakin kecil konsentrasinya,

menunjukkan semakin kecilnya peluang untuk terjadinya pencemaran lingkungan (Kristanto, 2002 *in* Nadiah Aulia, 2021).

Untuk limbah industri tahu ada dua hal yang perlu diperhatikan yaitu karakteristik fisika dan kimia. Karakteristik fisika meliputi padatan total, suhu, warna dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas. Sedangkan untuk gas-gas yang biasa ditemukan dalam limbah tahu adalah gas nitrogen (N_2), Oksigen (O_2), hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3), karbondioksida (CO_2) dan metana (CO_2). Gas-gas tersebut berasal dari dekomposisi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air buangan (Nadiah Aulia, 2021).

Limbah cair industri tahu mengandung zat-zat organik yaitu protein 40% - 60%, karbohidrat 25%–50%, lemak 10% dan padatan tersuspensi lainnya yang di alam dapat mengalami perubahan fisika, kimia dan hayati yang akan menghasilkan zat toksik atau menciptakan media tumbuh bagi mikroorganisme patogen. Tingginya penggunaan air dalam tiap tahapan proses pembuatan tahu akan meningkatkan jumlah limbah cair yang dihasilkan sehingga jika limbah langsung dibuang ke perairan tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan (Herlambang, 2002 *in* Nadiah Aulia, 2021).

2.2.3 Persyaratan Limbah Cair Industri

Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar pada air limbah yang

akan dibuang atau dilepas kedalam sumber air dari suatu usaha atau kegiatan (Sumantri, 2015). Jadi jika unsur-unsur pencemar suatu lingkungan sudah melewati batas baku mutu yang ditetapkan menurut undang-undang maka lingkungan tersebut dikatakan telah mengalami pencemaran. Berikut ini adalah Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor Kep-51/MENLH/10/1995 atau peraturan daerah setempat seperti Perda Provinsi Kalimantan Timur No.2 tahun 2011 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri

No.	Parameter	Satuan	Golongan Baku Mutu Air Limbah	
			I	II
	FISIKA			
1.	Temperatur	O C	38	40
2.	Zat padat terlarut	mg/L	2000	4000
3.	Zat padat tersuspensi	mg/L	200	400
	Kimia			
1.	pH	mg/L	6,0 sampai 9,0	
2.	Besi terlarut (Fe)	mg/L	5	10
3.	Mangan terlarut (Mn)	mg/L	2	5
4.	Barium (Ba)	mg/L	2	3
5.	Tembaga (Cu)	mg/L	2	3
6.	Seng (Zn)	mg/L	5	10
7.	Krom Heksavalen (Cr+6)	mg/L	0,1	0,5
8.	Krom Total (Cr)	mg/L	0,5	1
9.	Kadmium (Cd)	mg/L	0,05	0,1
10.	Raksa (Hg)	mg/L	0,002	0,005
11.	Timbal (Pb)	mg/L	0,1	1
12.	Stanum (Sn)	mg/L	2	3
13.	Arsen (As)	mg/L	0,1	0,5
14.	Selenium (Se)	mg/L	0,05	0,5
15.	Nikel (Ni)	mg/L	0,2	0,5
16.	Kobalt (Co)	mg/L	0,4	0,6

17.	Sianida (CN)	mg/L	0,05	0,5
18.	Sulfida (H2S)	mg/L	0,05	0,1
19.	Fluorida (F)	mg/L	2	3
20.	Klorin bebas (Cl2)	mg/L	1	2
21.	**Amonia (NH3-N)**	**mg/L**	**1**	**5**
22.	Nitrat (NO3-N)	mg/L	20	30
23.	Nitrit (NO2-N)	mg/L	1	3
24.	BOD5	mg/L	50	150
25.	**COD**	**mg/L**	**100**	**300**
26.	MBAS, Detergen	mg/L	5	10
27.	Benzena	mg/l	0,3	0,1
28.	Toluena	mg/l	0,3	0,1
29.	Fenol	mg/L	0,5	1
30.	Minyak dan Lemak	mg/l	10	50
	Radioaktivitas **)			

2.2.4 Amonia (NH_3)

Amonia adalah senyawa nitrogen yang mudah larut di dalam air. Persentase amonia bebas (NH_3) akan meningkat dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan. Kandungan amonia bebas sangat dipengaruhi oleh keberadaan oksigen terlarut. Jumlah amonia akan sedikit apabila di dalam perairan memiliki kandungan oksigen yang tinggi. Amonia dapat menimbulkan bau yang sangat menyengat atau tajam karena berkurangnya kandungan oksigen terlarut dalam air yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa kimia sehingga akan menyebabkan pencemaran air (Amry Jaya, 2018).

Di dalam proses biofiltrasi, amonia akan mengalami proses nitrifikasi, yaitu senyawa amonia akan dioksidasi dan diubah menjadi nitrit, kemudian senyawa nitrit akan diubah menjadi nitrat oleh mikroorganisme (Said, 2019). Amonia dalam perairan akan ditemukan lebih banyak dalam bentuk ion amonium (NH_4) jika pH < 7, namun

apabila pH > 7, amonia bebas (NH_3) yang bersifat toksik terdapat dalam jumlah yang lebih banyak (Amry Jaya, 2018).

Amonia banyak digunakan dalam proses produksi pupuk urea dan industri bahan kimia. Sumber amonia di perairan adalah air seni, tinja, nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah, air dan dekomposisi bahan organik oleh mikroba dan jamur. Pada air, amonia berada dalam dua bentuk yaitu amonia tidak terionisasi dan amonia terionisasi. Amonia bebas yang tidak terionisasi bersifat toksik tehadap organisme akuatik. Toksisitas amonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu. (Sulistiyanto, 2018).

Amonia yang tidak terionisasi bersifat racun dan akan mengganggu syaraf pada ikan sedangkan amonia yang terionisasi memiliki kadar racun yang rendah. Daya racun amonia dalam air akan meningkat saat kelarutan oksigen rendah. Keberadaan bakteri pengurai sangat berpengaruh terhadap persediaan oksigen yang secara alami terlarut dalam air (Sulistiyanto, 2018).

Kadar amonia yang tinggi dapat merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, rumah sakit, industri, dan limpasan pupuk pertanian (Resti Putri, 2019). Konsentrasi ammonia diatas 0,11 mg/L akan menimbulkan resiko gangguan pertumbuhan pada semua spesies ikan. Oleh karena itu keberadaan amonia di dalam air limbah sangat dibatasi (Sulistiyanto, 2018).

Limbah cair yang mengandung zat amonia sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Zat amonia bersifat korosive dan iritasi. Pemaparan dengan konsentrasi tinggi akan menimbulkan luka bakar hingga kanker karena bersifat karsinogenik. Pemaparan dengan konsentrasi rendah akan menimbulkan batuk, iritasi pada kulit, mata dan saluran pernapasan (Endar Asela, 2016).

Senyawa amonia juga dapat mengurangi efektivitas klorin yang biasanya digunakan sebagai tahap akhir dalam pengolahan air limbah untuk menghilangkan bahan organik yang tersisa serta untuk proses desinfeksi. Secara estetika, amonia mempunyai rasa yang kurang enak dan bau yang sangat menyengat. Efek kesehatan yang terjadi apabila amonia telah menjadi nitrit dan nitrat dalam jumlah besar dapat menyebabkan gastrointestinal, diare bercampur darah yang diikuti dengan konvulsi, koma, dan menyebabkan kematian. Keracunan kronis dapat menyebabkan depresi, sakit kepala, hingga gangguan mental (Davis dan Cornwell, 1991 ; Mason, 1993).

2.2.5 COD *(Chemical Oxygen Demand)*

Merupakan jumlah total oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang didapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didekomposisi secara biologis (*non-biodegradable*). Oksigen yang dikonsumsi setara dengan jumlah dikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi air sampel. Jika diperairan terdapat bahan organik yang resisten terhadap degradasi biologis, misalnya tanin, fenol,

polisakarida, dan sebagainya maka lebih cocok dilakukan pengukuran COD daripada BOD. Kenyataannya hampir semua zat organik dapat dioksidasi oleh oksidator kuat seperti kalium permenganat dalam suasana asam, diperkirakan 95-100% bahan organik dapat dioksidasi. Seperti pada BOD, perairan dengan nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dari pada uji BOD kerena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD (Sumantri, 2015).

2.2.6 Dampak Pencemaran Limbah Cair Tahu

Pabrik Tahu seringkali belum ditangani secara baik sehingga menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Limbah cair tahu dapat menimbulkan pencemaran yang cukup berat jika tidak dilakukan pengolahan sebelum dibuang, karena mengandung polutan organik yang cukup tinggi, polutan organik yang dibuang jika di biarkan akan menimbulkan bau busuk, bau tersebut berasal dari bau gas buangan berupa Amonia, Nitrogen dan Sulfur yang berasal dari proses pembusukan protein serta bahan organik lainya, dan dapat mengganggu kesehatan terutama pada organ penciuman dan saluran pernapasan (Adack, 2013 *in* M.Ikram Faisal, 2021).

Dampak pencemaran dari limbah tahu seperti gangguan terhadap kehidupan *biotik*, dan turunnya kualitas air perairan akibat meningkatnya kandungan bahan *organik* (Herlambang, 2002). Industri

tahu yang tidak menerapkan sistem pengolahan terhadap air buangan selama kegiatan produksi tahu yang dilakukan berpotensi mencemari perairan sungai, sanitasi lingkungan yang buruk dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti penyakit gatal, diare, kolera, radang usus, dan lainnya (Auliya Anwar, 2020).

Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika dan kimia yang akan menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman dimana kuman ini dapat berupa kuman penyakit atau kuman lainnya yang merugikan baik pada tahu sendiri ataupun tubuh manusia. Bila dibiarkan dalam air limbah akan berubah warnanya menjadi coklat kehitaman dan berbau busuk. Bau busuk ini dapat mengakibatkan gangguan pernapasan. Apabila limbah ini dialirkan ke sungai maka akan mencemari sungai dan bila masih digunakan maka akan menimbulkan penyakit (Sigit Setyawan,2015).

2.2.7 Metode Fitoremediasi

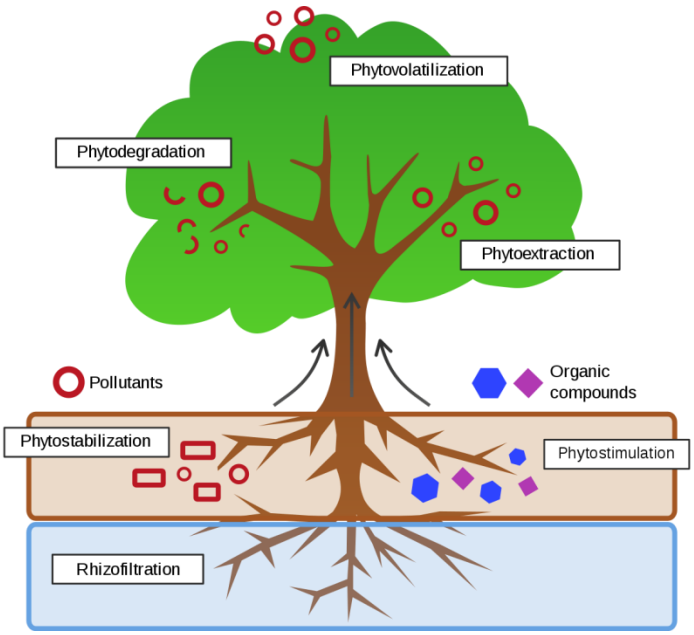
Istilah fitoremediasi berasal dari kata Inggris *phytoremediation,* kata ini sendiri tersusun atas dua bagian kata, yaitu *phyto* yang berasal dari kata Yunani *phyton* (tumbuhan) dan *remediation* yang berasal dari kata Latin *remedium* (menyembuhkan), dalam hal ini berarti juga menyelesaikan masalah dengan cara memperbaiki kesalahan atau kekurangan. Dengan demikian fitoremediasi dapat didefinisikan sebagai penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan,

memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik (Amry Jaya, 2018).

Salah satu metode pengolahan untuk menanggulangi pencemaran air yaitu dengan menggunakan tanaman air sebagai media untuk menyerap limbah, sehingga dapat menetralisir zat – zat tertentu dalam air dan tanah yang disebut fitoremediasi. Pada proses fitoremediasi, tanaman berfungsi sebagai alat pengolah bahan pencemar yang terdapat pada limbah padat atau cair dengan cara menyerap, mengumpulkan, serta mendegradasi bahan-bahan pencemar. Mekanisme kerja fitoremediasi terdiri dari beberapa konsep dasar yaitu :

1. *Phytoacumulation (phytoextraction)* yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dan media sehingga berakumulasi di sekitar akar tumbuhan, proses ini disebut juga *Hyperacumulation*.
2. *Rhizofiltration* adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar.
3. *Phytostabilization* yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat atau stabil pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.
4. *Rhyzodegradetion* disebut juga *enhanced rhezosphere biodegradation, oiplantedassisted bioremidiation degradation*, yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada di sekitar akar tumbuhan, misalnya ragi, fungi dan bakteri

5. *Phytodegradation (phyto transformation)* yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri.
6. *Phytovolatization* yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya di uapkan ke atmosfer.



Gambar 2.2 Mekanisme Fitoremediasi

Sumber : Irhamni *et. al* (2017)

Fitoremediasi adalah upaya penggunaan tanaman sebagai media untuk mengurangi dekontaminasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan. Fitoremediasi juga dapat diartikan sebagai penyerap polutan yang dimediasi oleh tumbuhan termasuk pohon, rumput-rumputan, dan tumbuhan air (A. Kunta Arsa, 2019).

Metode fitoremediasi merupakan salah satu solusi untuk menurunkan konsentrasi pencemar secara murah dan aman. Salah satu jenis tanaman yang dapat digunakan dalam proses fitoremediasi adalah tanaman kangkung air. Metode fitoremediasi dengan menggunakan tumbuhan kangkung air diharapkan dapat mengurangi konsentrasi amonia dan fospat di dalam limbah cair hingga kadar dibawah baku mutu, sehingga limbah aman untuk dibuang ke perairan. Tumbuhan kangkung air telah dikenal sebagai agen fitoremediator yang baik sehingga dianggap dapat menjadi salah satu solusi dalam menurunkan konsentrasi amoniak dan fospat dalam limbah cair (Iqbal Winara, 2016).

2.2.8 Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*)

Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) merupakan tumbuhan yang termasuk dalam jenis sayur-sayuran dan ditanam sebagai bahan makanan. Tanaman kangkung air dapat tumbuh liar di kolam-kolam, rawa-rawa, sawah atau bahkan di lereng-lereng yang sulit ditumbuhi tanaman lain. Kangkung air cocok ditanam pada lahan basah yang tergenang air, kolam ikan dan aliran sungai yang tidak terlampau deras. Kangkung air membutuhkan tanah yang banyak mengandung air dan lumpur, misalnya di rawa-rawa, persawahan, atau kolam. Pada tanah yang kurang air (kekeringan), menyebabkan pertumbuhan tanaman kangkung air menjadi terhambat sehingga tanaman akan menjadi kerdil (Anonim *in* Evy dan Candra, 2018).

Kangkung air merupakan tanaman hijau yang termasuk famili *Convolvulaceae*, tanaman tahunan yang tumbuhnya merambat atau membelit, batang panjang, berlubang dan berair, tangkai daun tebal dan berlubang, helaian daun berubah-ubah dalam bentuk dan ukuran serta bunganya berbentuk corong. Klasifikasi tumbuhan Kangkung (*Ipomoea aquatica)* sebagai berikut :

Divisi *Magnoliophyta*

Class *Mangnoliopsida*

Ordo *Solanales*

Family *Convolvulacaceae*

Genus *Ipomoea*

Spesies *Ipomoea aquatica Forssk*.

Secara anatomi tanaman kangkung memiliki akar serabut yang tumbuh disetiap ruas batang, sehingga memiliki daya hisap yang tinggi terhadap bahan pencemar yang ada disungai. Struktur batang yang berongga berguna untuk mempercepat proses kapilaritas dari batang. Akibatnya kemampuan untuk mengangkut air limbah bisa terjadi dengan cepat. Struktur daun yang terdiri dari 3-5 helai dengan struktur daun yang tipis menyebabkan tumbuhan mudah kehilangan air karena air yang ada didalam menguap. Hilangnya air yang menguap akan menyebabkan tekanan pada daun menjadi rendah sehingga menarik air yang ada di pembuluh. Dengan adanya struktur anatomi, morfologi dan fisiologi pada kangkung membuat tanaman ini dapat menyerap berbagai jenis polutan yang ada disungai (Anonim*in* Evy dan Candra, 2018).

Ipomoea aquatica (kangkung air) merupakan tanaman air yang banyak tumbuh pada saluran buangan limbah cair sekitar pemukiman. Tanaman ini memiliki daya adaptasi yang cukup luas karena dapat hidup pada berbagai kondisi iklim dan di berbagai habitat. *Ipomoea aquatica* dapat tumbuh dengan baik pada perairan yang tidak terlalu dalam ataupun selokan. *Ipomoea aquatica* adalah tanaman sayuran penting karena banyak mengandung sumber nutrien dan dibudidayakan secara luas terutama di negara Asia serta dimanfaatkan untuk fitoremediasi, juga berperan dalam pengaturan kualitas air. Tanaman air khususnya kangkung merupakan tanaman yang dapat memanfaatkan kandungan nutrien buruk suatu perairan untuk dimanfaatkan dalam proses hidupnya (Amry Jaya, 2018).

Tanaman kangkung tidak memerlukan persyaratan tumbuh yang sulit, tetapi membutuhkan sinar matahari yang cukup. Faktor yang juga sangat penting dalam pertumbuhan kangkung adalah kekeruhan. Kekeruhan merupakan penggambaran sifat air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik berupa *plankton* dan mikroorganisme lain (APHA, Davis dan Cornwell, Effendi *in* Amry Jaya,2018).

Kangkung merupakan salah satu tanaman yang memiliki kemampuan hiperakumulator, yaitu relatif tahan terhadap berbagai macam bahan pencemar dan mengakumulasikannya dalam jaringan

dengan jumlah yang cukup besar. Salah satu bahan pencemar tersebut adalah fospat. Tanaman kangkung mampu mentranslokasikan bahan pencemar fospat dengan konsentrasi sangat tinggi ke pucuk tanpa membuat tanaman tumbuh dengan tidak normal atau tidak kerdil dan tidak mengalami fitotoksisitas (Eddy *in* Abdullah,dkk., 2019).

Tanaman kangkung air memiliki kemampuan menyerap nitrogen dengan bantuan mikroba yang terdapat pada bagian akar, yaitu *pseudomonas sp.* Mikroba ini memiliki kemampuan menambat nitrogen, melarutkan fospat, dan menghasilkan zat pertumbuhan untuk kangkung. Amoniak diserap dalam bentuk ammonium dan akan dimanfaatkan dalam proses biosintesis pembentukan sel baru (Iqbal Winara, 2016). Kangkung air dapat menyerap zat organik melalui ujung akar. Zat organik yang terserap akan masuk ke dalam batang melalui pembuluh pengangkut kemudian menyebar ke seluruh bagian tanaman. Pada proses ini zat organik akan mengalami reaksi biologi dan terakumulasi di dalam batang tanaman dan diteruskan ke daun (Haeranah & Ridhayani, 2019).

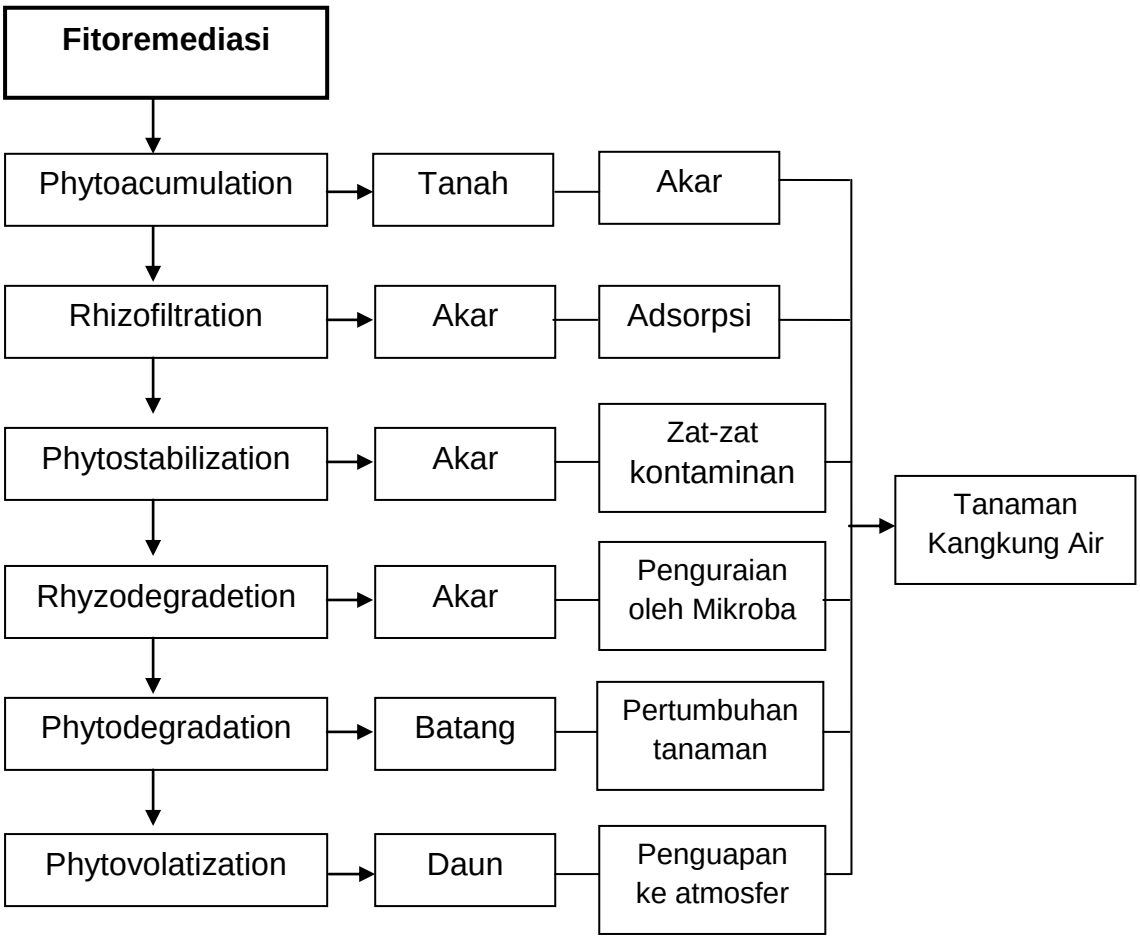
Tanaman kangkung air memiliki kemampuan untuk menurunkan bahan organik dan logam berat pada air yang tercemar. Oleh karena itu, metode fitoremediasi dengan menggunakan tumbuhan kangkung air diharapkan dapat mengurangi konsentrasi amoniak dan fospat di dalam limbah cair hingga kadar dibawah baku mutu, sehingga limbah aman untuk dibuang ke perairan. Metode fitoremediasi merupakan salah satu solusi untuk menurunkan konsentrasi pencemar secara

murah dan aman. Tumbuhan kangkung air telah dikenal sebagai agen fitoremediator yang baik. Fitoremediasi dengan menggunakan kangkung air dianggap dapat menjadi salah satu solusi dalam menurunkan konsentrasi amonia dan COD (Iqbal Winara, 2016).

Gambar 2.3 Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*)

2.3 Kerangka Teori

Adapun kerangka teori yang digunakan oleh peneliti yaitu sebagai berikut :



Gambar 2.4 Kerangka Teori Penelitian

Sumber : Irhamni, *et. al.* (2017)

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian *Quasi Experiment* dengan menggunakan rancangan penelitian *pretest-posttest with control group.* Penelitian ini merupakan pengembangan dari *true experimental design*, desain ini memliki kelompok kontrol tetapi tidak sepenuhnya dapat mengontrol variabel-variabel luar yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen (Sugiyono, 2017). Bentuk Rancangan yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Rancangan Penelitian

Kelompok	Pre test	Perlakuan	Post test
Eksperimen	O_1	X	O_2
Kontrol	O_1	-	O_2

Pretest diperoleh dari hasil pemeriksaan parameter air limbah yaitu Amonia dan COD sebelum diberikan perlakuan, sedangkan *posttest* diperoleh dari hasil pemeriksaan parameter amonia dan COD pada air limbah sesudah diberikan perlakuan dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air *(Ipomoea aquatica).*

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Waktu Penelitian

Waktu penelitian termasuk persiapan, pengambilan data, pengolahan dan analisa data serta penulisan dilakukan pada bulan november sampai dengan bulan desember 2021.

3.2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Pabrik Tahu yang berada di Jalan M.Said Gang 21, Kelurahan Lok Bahu Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur.

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah seluruh limbah cair industri tahu yang berada pada salah satu industrii tahu di Pabrik Tahu Lok Bahu Samarinda.

3.3.2 Sampel

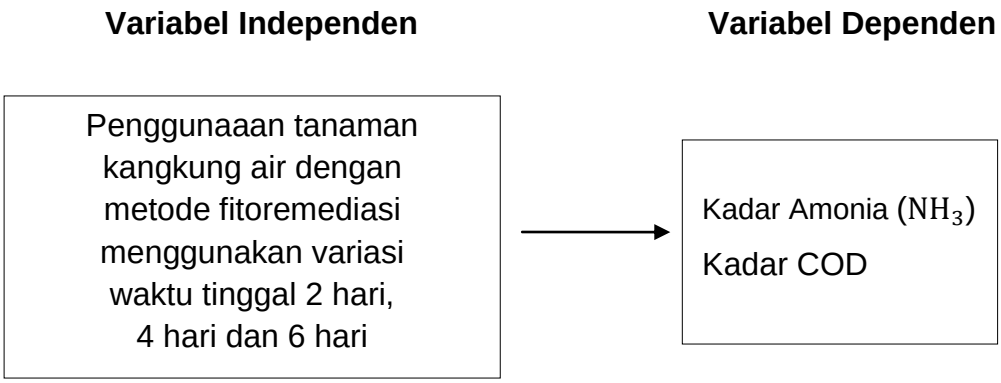
Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah metode *grab sampling* (sampel sesaat), yaitu pengambilan sampel yang dilakukan pada satu lokasi tertentu dan waktu tertentu saja.

Pengambilan sampel akan dilakukan di Pabrik Tahu Lok Bahu sebanyak 40 liter air limbah yang nantinya akan digunakan 30 liter pada 3 reaktor eksperimen dan 10 liter pada bak kontrol. Pengambilan sampel dilakukan dengan variasi waktu tinggal 6 hari dengan 3 kali pengambilan sampel yaitu 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Berat basah tanaman kangkung adalah 400 gram kangkung air yang ditimbang setelah proses aklimatisasi selama 1 minggu selesai. Kriteria kangkung air yang diigunakan peneliti yaitu, kangkung air yang memiliki akar serabut yang cukup banyak, memiliki akar yang berwarna putih (tidak berwarna kuning

kecoklatan), memiliki struktur batang yang keras dan berwarna hijau (bukan batang muda), memiliki 5-6 helai daun pada setiap batang.

3.4 Kerangka Konsep Penelitian

Berdasarkan rancangan penelitian, maka kerangka konsep dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian

3.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Ada perbedaan penurunan kadar Amonia (NH_3) dan kadar COD menggunakan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dengan metode fitoremediasi pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.
b. Tidak ada perbedaan penurunan kadar Amonia (NH_3) dan kadar COD menggunakan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dengan metode fitoremediasi pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

3.6 Variabel Penelitian

Variabel dari penelitian ini terdiri dari variabel Dependen dan Variabel Independen yaitu sebagai berikut :

a. Variabel Dependen dalam penelitian ini adalah kadar Amonia (NH_3) dan kadar COD
b. Variabel Independen dalam penelitian ini adalah penggunaaan tanaman kangkung air dengan metode fitoremediasi menggunakan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

3.7 Definisi Operasional

Tabel 3.2 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Skala Data	Hasil Ukur
1.	Kadar Amoniak (NH_3)	Senyawa nitrogen dan hidrogen yang memiliki aroma tajam dan bau yang tidak sedap.	Metode spektrofotometer secara fenat sesuai SNI 06-6989.30-2005	Rasio	mg/L
2.	Kadar COD	Jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air secara kimiawi	Metode spektrofotometer secara fenat sesuai SNI 06-6989.30-2005	Rasio	mg/L
3.	Variasi waktu tinggal	Lamanya kontak yang berlangsung antara tanaman kangkung denganair limbah	Pengukuran selama 6 hari dengan 3 kali pengambilan sampel (2 hari, 4 hari dan 6 hari)	Rasio	Hari

4.	Efektifitas penggunaan tanaman kangkung air dengan metode fitoremediasi	Alat ukur untuk menyatakan seberapa besar penurunan kadar amonia dan COD dalam air limbah, sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air	Perhitungan dengan rumus efektifitas eksperimen	Rasio	Persen (%)

3.8 Pengumpulan Data

3.8.1 Sumber Data

a. Data Primer

Data primer diperoleh dengan melakukan pengumpulan data melalui hasil uji sampel di laboratorium dan perhitungan efektitifitas penurunan kadar amonia yang terkandung dalam air limbah, sebelum dan sesudah diberi perlakuan menggunakan tanaman kangkung air dengan metode fitoremediasi di Pabrik Tahu Lok Bahu Samarinda.

b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari literatur-literatur seperti buku, skripsi dan jurnal-jurnal penelitian terdahulu serta data penunjang yang terkait dengan penelitian seperti data dari pihak Pabrik Tahu Lok Bahu Samarinda.

3.8.2 Cara Pengumpulan Data

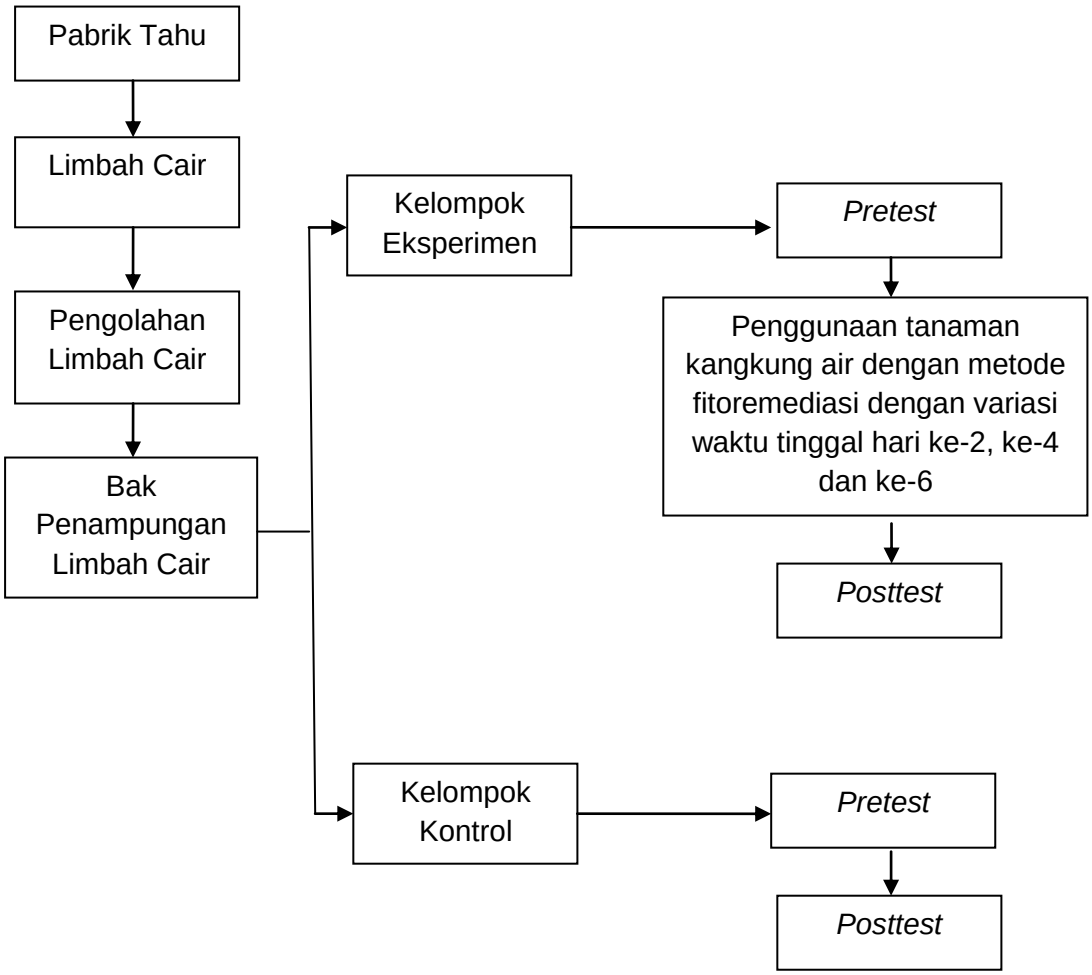
a. Pengambilan dan pengukuran air limbah dilakukan sebelum perlakuan *(pretest)*, yaitu sebelum air limbah dimasukkan ke

dalam reaktor yang berisi tanaman kangkung air dengan metode fitoremediasi dan ke dalam bak kontrol tanpa menggunakan tanaman. Parameter yang diukur adalah Amonia dan COD.

b. Pengambilan dan pengukuran sampel air limbah sesudah diberikan perlakuan *(posttest),* yaitu ketika air limbah sudah dikontakkan dengan tanaman. Parameter yang diukur adalah Amonia dan COD.

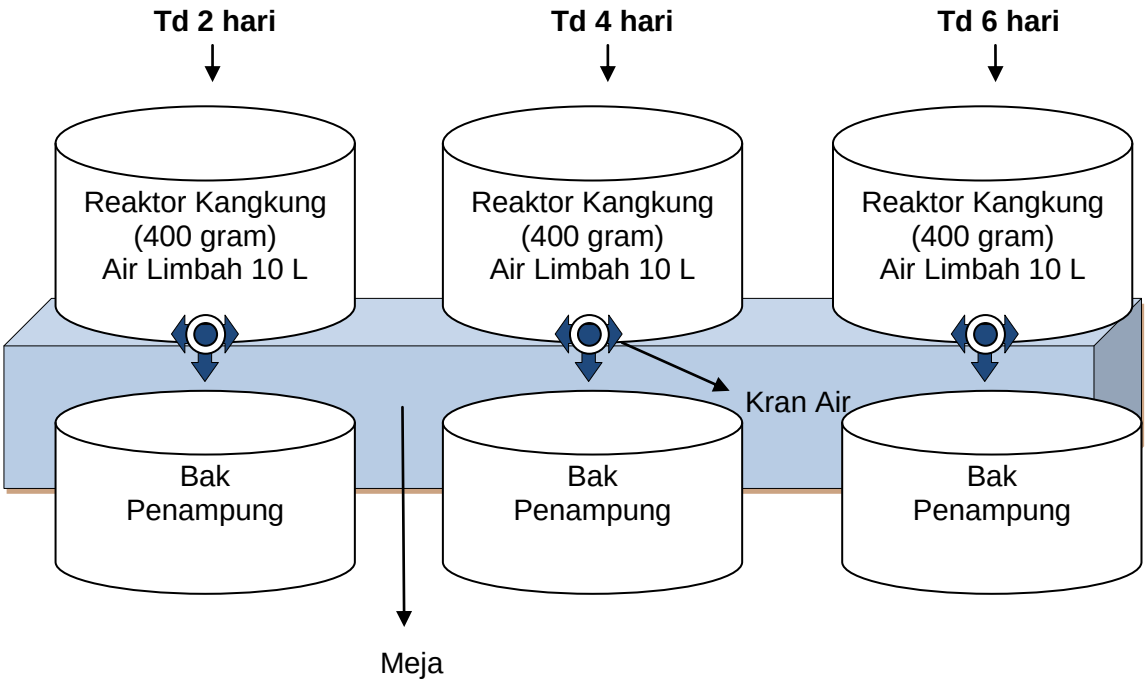
3.9 Prosedur Penelitian

3.9.1 Rancangan Penelitian



Gambar 3.2 Rancangan Penelitian

3.9.2 Desain Penelitian



Gambar 3.3 Reaktor Eksperimen

Keterangan :

1. Pengambilan sampel air limbah dilakukan pada titik outlet Pabrik Tahu Lok Bahu sebanyak 40 liter (30 liter untuk bak treatment dan 10 liter untuk bak kontrol). Masing-masing reaktor akan di isi dengan 10 liter air limbah tahu.
2. Sebelum diberikan treatment, dilakukan pengukuran terlebih dahulu pada sampel air limbah untuk mengetahui nilai awal dari kadar Amonia dan COD yang terkandung.
3. Siapkan 3 bak treatment yang akan digunakan sebagai reaktor kangkung, 3 bak penampung dan 1 bak kontrol.

4. Reaktor kangkung terdiri dari 3 bak yaitu reaktor kangkung 1 yang digunakan untuk waktu tinggal 2 hari, reaktor kangkung 2 digunakan untuk waktu tinggal 4 hari dan reaktor kangkung 3 digunakan untuk waktu tinggal 6 hari.
5. Pengambilan sampel akan dilakukan setiap 2 hari sekali selama 6 hari treatment, yaitu dengan mengalirkan air limbah yang ada pada reaktor kangkung ke bak penampung melalui kran air.
6. Di dalam masing-masing reaktor kangkung berisi tanaman kangkung air yang sudah melalui proses aklimatisasi di bak lain, kemudian ditimbang seberat 400 gram.
7. Rumus perhitungan untuk hasil pengukuran yang didapat setelah melakukan uji laboratorium adalah sebagai berikut :

$$\text{Efektifitas} = \frac{\text{Nilai Awal} - \text{Nilai Akhir}}{\text{Nilai Awal}} \times 100\%$$

Keterangan :

Ef (%) = Nilai Efektifitas

Nilai Awal = Nilai Parameter sebelum perlakuan

Nilai Akhir = Nilai Parameter sesudah perlakuan

3.9.3 Alat dan Bahan

a. Alat

1. Baskom ukuran sedang kapasitas 10 liter sebanyak 7 buah
2. Jerigen ukuran besar kapasitas 20 liter (sebagai wadah pengambilan sampel sebelum dimasukkan ke reaktor)
3. *pH-meter*
4. Kertas label

5. Ember kapasitas 20 liter sebanyak 1 buah
6. Gayung sebanyak 1 buah
7. Corong sebanyak 1 buah
8. Meja sebagai tempat untuk menaruh bak-bak treatment
9. Botol sampel 500 ml
10. Kran air

b. Bahan

1. Sampel air limbah dari Pabrik Tahu sebanyak 40 liter
2. Tanaman kangkung air sebanyak 400 gram
3. Air PDAM

3.9.4 Langkah-langkah Penelitian

a. Tahap Persiapan (pembuatan reaktor kangkung)

1. Sampel air limbah diambil dari Pabrik Tahu Lok Bahu dan dimasukkan ke dalam jerigen sebagai bak penampung air limbah sementara sebelum dimasukkan ke reaktor-reaktor lainnya.
2. Siapkan 3 reaktor treatment dan 1 bak kontrol. Reaktor treatment terdiri dari 3 bak, yaitu bak untuk reaktor kangkung 1 yang diberi tanda Td 2, reaktor kangkung 2 (Td 4) dan reaktor kangkung 3 (Td 6). Pada masing-masing bak akan dipasangi kran air, pada setiap reaktor akan tersambung ke bak penampung yang akan digunakan untuk memudahkan pada saat pengambilan sampel yang akan di uji laboratorium.

3. Mempersiapkan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*).
4. Tanaman kangkung air yang telah dipilih dan ditimbang seberat 400 gram di masukkan ke dalam masing-masing reaktor. Sedangkan untuk bak kontrol tidak diberikan penambahan kangkung air.
5. Sampel air limbah sebanyak 40 liter dimasukkan ke dalam bak kontrol dan bak treatment (masing-masing 10 liter/bak).
6. Setelah mengalami penguraian bahan organik pada masing-masing reaktor kangkung, air limbah selanjutnya dialirkan menuju bak penampung melalui kran air yang sudah terpasang pada masing-masing bak. Air limbah yang sudah masuk ke dalam bak penampungan akan di ambil sebagai sampel untuk kemudian dilakukan pengujian di laboratorium.

b. Tahap Aklimatisasi Tanaman

Aklimatisasi tanaman merupakan suatu proses penyesuaian diri (adaptasi) oleh tanaman khususnya tanaman kangkung air sebagai penyerap utama bahan pencemar agar terbiasa terhadap lingkungan barunya yaitu limbah cair rumah sakit. Proses aklimatisasi dilakukan dengan penambahan air limbah secara bertahap, hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya pembebanan secara tiba-tiba *(shock loading)* yang dapat mematikan mikroba yang terdapat pada tanaman kangkung air. Kangkung air di aklimatisasi dengan percampuran air bersih dan air limbah secara bertahap menggunakan bak kapasitas 10 liter.

Setelah proses aklimatisasi kangkung selama 1 minggu selesai, maka kangkung kemudian ditimbang hingga 400 gram untuk selanjutnya digunakan sesuai prosedur penelitian. Proses aklimatisasi ini digunakan agar kangkung air dapat beradaptasi secara perlahan dengan air limbah tahu sebelum digunakan untuk eksperimen. Masing-masing bak treatment akan di isi dengan kangkung seberat 400 gram.

c. Tahap *Running*

Setelah tahap aklimatisasi selesai, selanjutnya dilakukan tahap *running* yaitu tahap pengoperasian reaktor eksperimen. Air limbah akan dimasukan ke dalam masing-masing reaktor kangkung yang berisi 400 gram kangkung. Kemudian dilakukan 3 kali pengambilan sampel setiap 2 hari sekali selama 6 hari proses pelaksanaan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui penurunan kadar amonia dan COD pada air limbah setelah melewati proses fitoremediasi menggunakan kangkung air dengan variasi waktu tinggal yang telah direncanakan yaitu 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

Selain itu juga dilakukan pengukuran suhu, pH dan pengukuran biomasa tanaman untuk mengetahui kemampuan tanaman dalam menyerap air limbah dalam menurunkan konsentrasi parameter yang diuji. Dalam hal ini biomassa yang diukur adalah berat basah tanaman.

3.10 Teknik Pengolahan Data

Menurut Notoadmodjo (2012), pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan komputer, untuk memudahkan perhitungan dengan menggunakan uji statistik pada aplikasi SPSS. Tahap pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

3.10.1 Editing

Editing adalah pemeriksaan kembali kelengkapan data yang telah dikumpulkan untuk menghindari data terkumpul yang meragukan.

3.10.2 Coding

Coding adalah pemberian kode tertentu pada setiap data dalam bentuk huruf atau angka untuk mengklasifikasikan data menurut kategorinya dan sebagai identitas pada data yang akan dianalisis.

3.10.3 Entry data

Entry data adalah proses pemindahan data ke dalam komputer agar diperoleh data masukan yang sudah siap diolah dengan menggunakan perangkat lunak pengolahan data statistik.

3.10.4 Tabulating

Tabulating adalah tahap pengolahan data yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mengelompokkan data sesuai dengan tujuan penelitian kemudian dimasukkan ke dalam tabel yang sudah ada.

3.11 Teknik Analisis Data

3.11.1 Analisis Univariat

Analisis univariat bertujuan menjelaskan atau mendeskripsikan karakteristik dari setiap variabel penelitian, baik variabel independen maupun variabel dependen. Data yang dianalisis dalam penelitian ini adalah data persentase penurunan kadar amonia dan COD pada air liimbah.

3.11.2 Analisis Bivariat

Analisis bivariat digunakan untuk melihat hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen. Analisis bivariat dalam penelitian ini digunakan untuk melihat efektifitas penggunaan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica)* dengan metode fitoremediasi dalam menurunkan kadar amonia dan COD pada limbah cair Pabrik Tahu Lok Bahu Samarinda.

Uji normalitas data yang digunakan adalah uji *Shapiro-Wilk* kemudian dilanjutkan dengan melakukan uji *Kruskal-Wallis,* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan terhadap kadar Amonia dan COD setelah pemberian perlakuan fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan uji Wilcoxon untuk mengetahui efektifitas penggunaan tanaman kangkung air pada air limbah tahu.

BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Gambaran Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di Jalan M.Said Gang 21 yang berada di Kelurahan Lok Bahu, Kecamatan Sungai Kunjang, Provinsi Kalimantan Timur. Kelurahan Lok Bahu ini memiliki batas wilayah sebelah utara Kecamatan Samarinda Ulu, sebelah timur Kelurahan Karang Anyar, sebelah Selatan Kelurahan Loa Bakung dan Karang Asam Ilir serta sebelah barat Kabupaten Kutai Kartanegara.

Industri tahu yang berada di Kelurahan Lok Bahu ini terdapat sebanyak 6 industri tahu yang terletak di Jalan M.Said Gang 21 dan merupakan industri rumah tangga yang memiliki pekerja sekitar 6-7 orang. Proses produksi dilakukan selama 24 jam yang terdiri dari 2 shift yaitu shift pagi dimulai dari jam 9 pagi sampai jam 8 malam sedangkan shift malam dimulai dari jam 8 malam sampai jam 9 pagi. Produksi dipasarkan dalam bentuk mentah ke pasar kedondong, pasar pandan arum, pasar graha indah, pasar kemuning, maupun langsung membeli ke tempat produksi langsung dalam jumlah besar untuk dipasarkan kembali.

Tempat pembuatan tahu dibangun dekat dengan sungai untuk mempermudah dalam proses pembuangan air limbah hasil produksi. Tempat produksi tahu terbuat dari kayu sehingga air limbah tahu atau air bekas perendaman kedelai, pencucian kedelai,

perebusan, dan penyaringan tahu dapat langsung dibuang ke sungai. Bahan baku yang digunakan perharinya sebanyal 4-5 karung kedelai. Penelitian ini dilakukan pada air limbah di salah satu Industri Tahu yang berada di Jalan M.Said Gang 21 Kelurahan Lok Bahu tepatnya Pabrik Tahu Semoga Laris Pak Agus. Sampel air yang digunakan yaitu limbah cair tahu hasil proses penggumpalan yang mengandung asam cuka.

Saluran Pembuangan Air Limbah (SPAL) di Pabrik Tahu Lok Bahu ini dimulai dari bak penyaringan tahu yang digunakan sebagai bak pemisah antara sari kedelai dengan ampas kedelai yang tidak diinginkan. Pada bak ini digunakan percampuran asam cuka untuk membantu memisahkan antara air limbah tahu dengan kembang tahu. Air limbah tahu kemudian dibuang / dialirkan menggunakan selang menuju ke bak saluran air bawah tanah pabrik yang langsung tersambung ke sungai menggunakan pipa bawah tanah.

Gambar 4.1
Bak Penyaringan

Gambar 4.2
Proses Pembuangan Air Limbah Tahu

Gambar 4.3
Bak Penampungan Akhir

4.1.2 Hasil Analisis Univariat

Analisis Univariat merupakan analisis yang dilakukan untuk memperoleh gambaran deskriptif dari tiap-tiap variabel yang digunakan dalam penelitian dan data yang dianalisis merupakan data yang berasal dari hasil dan distribusi pada tabel. Pada penelitian ini diberikan perlakuan fitoremediasi dengan menggunakan tanaman kangkung air seberat 400 gram terhadap masing-masing reaktor berisi sampel air limbah yang berasal dari industri tahu kelurahan Lok Bahu dengan pengambilan sampel menggunakan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

Hasil pemeriksaan laboratorium yang dilakukan terhadap kadar Amonia dan COD disajikan dalam tabel berikut :

a. Penurunan Kadar Amonia (NH_3)

Pemeriksaan parameter Amonia (NH_3) dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Lingkungan Hidup dan Sumber Daya Alam (PPLH-SDA) Universitas Mulawarman. Pengambilan sampel dilakukan pada sampel air limbah industri tahu di Lok Bahu Samarinda yang telah melalui proses eksperimen dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air dan juga dilakukan pengambilan sampel pada bak kontrol yang tidak diberikan perlakuan. Hasil penurunan kadar Amonia adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Penurunan Kadar Amonia (NH_3) setelah diberikan perlakuan menggunakan Tanaman Kangkung Air

Sebelum Perlakuan (mg/L)	Waktu tinggal (Td)	Bak Kontrol (mg/L)	Penurunan (%)	Bak Eksperimen (mg/L)	Penurunan (%)
33,30	2 Hari	31,25	6 %	22,03	34 %
	4 Hari	30,43	8 %	20,24	39 %
	6 Hari	28,87	13 %	17,87	46 %

Sumber : Data Primer

Dari tabel 4.1 diatas, dapat dilihat perubahan kadar Amonia setelah diberikan perlakuan dengan fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air. Dari ketiga variasi waktu tinggal (Td) yang digunakan, masing-masing mengalami penurunan kadar amonia setelah diberikan perlakuan. Pada sampel kontrol yang tidak diberikan perlakuan, diperoleh kadar amonia tertinggi berada pada Td 2 hari yaitu sebesar 31,25 mg/L dan kadar Amonia terendah berada pada Td 6 hari yaitu sebesar 28.87 mg/L.

Kemudian pada sampel yang diberikan perlakuan (Eksperimen) dengan fitoremediasi menggunakan kangkung air sebanyak 400 gram dinyatakan bahwa kadar amonia tertinggi berada pada Td 2 hari yaitu sebesar 22,03 mg/L dan kadar Amonia terendah berada pada Td 6 hari yaitu sebesar 17,87 mg/L.

Dari tabel di atas dapat dilihat persentase penurunan kadar Amonia setelah diberikan perlakuan pada waktu tinggal 2 hari sebesar 34%, waktu tinggal 4 hari sebesar 39% dan waktu tinggal 6 hari sebesar 46%. Sedangan persentase penurunan kadar Amonia pada bak kontrol yang tidak diberikan perlakuan yaitu,

pada waktu tinggal 2 hari sebesar 6%, waktu tinggal 4 hari sebesar 8% dan waktu tinggal 6 hari sebesar 13%.

Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa terjadi penurunan yang signifikan pada hari ke 6 perlakuan eksperimen yaitu sebesar 17,87 mg/L atau persentase penurunan sebesar 46% dari kadar awal sebelum diberikan perlakuan yaitu sebesar 33,30 mg/L.

b. Penurunan Kadar COD

Pemeriksaan parameter COD dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Lingkungan Hidup dan Sumber Daya Alam (PPLH-SDA) Universitas Mulawarman. Pengambilan sampel dilakukan pada sampel air limbah industri tahu di Lok Bahu Samarinda yang telah melalui proses eksperimen dengan metode fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air dan juga dilakukan pengambilan sampel pada bak kontrol yang tidak diberikan perlakuan. Hasil penurunan kadar COD adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Penurunan Kadar COD setelah diberikan perlakuan menggunakan Tanaman Kangkung Air

Sebelum Perlakuan (mg/L)	Waktu tinggal (Td)	Bak Kontrol (mg/L)	Penurunan (%)	Bak Eksperimen (mg/L)	Penurunan (%)
181,27	2 Hari	170,04	6 %	120,23	34 %
	4 Hari	164,82	9 %	118,52	35 %
	6 Hari	158,88	12 %	110,77	39 %

Sumber : Data Primer

Dari tabel 4.2 diatas, dapat dilihat perubahan kadar COD setelah diberikan perlakuan dengan fitoremediasi menggunakan kangkung air. Dari ketiga variasi waktu tinggal (Td) yang digunakan, masing-masing mengalami penurunan kadar COD setelah diberikan perlakuan. Pada sampel kontrol yang tidak diberikan perlakuan, diperoleh kadar COD tertinggi berada pada Td 2 hari yaitu sebesar 170,04 mg/L dan kadar COD terendah berada pada Td 6 yaitu sebesar 158,88 mg/L.

Kemudian pada sampel yang diberikan perlakuan (Eksperimen) dengan fitoremediasi menggunakan kangkung air sebanyak 400 gram dinyatakan bahwa kadar COD tertinggi berada pada Td 2 hari yaitu sebesar 120,23 mg/L dan kadar COD terendah berada pada Td 6 yaitu sebesar 110,77 mg/L.

Dari tabel diatas dapat dilihat persentase penurunan kadar COD setelah diberikan perlakuan pada waktu tinggal 2 hari sebesar 34%, waktu tinggal 4 hari sebesar 35% dan waktu tinggal 6 hari sebesar 39%. Sedangan persentase penurunan kadar COD pada bak kontrol yang tidak diberikan perlakuan yaitu, pada waktu tinggal 2 hari sebesar 6%, waktu tinggal 4 hari sebesar 9% dan waktu tinggal 6 hari sebesar 12%.

Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa terjadi penurunan yang signifikan pada hari ke 6 perlakuan eksperimen yaitu sebesar 110,77 mg/L atau persentase penurunan sebesar 39% dari kadar awal sebelum diberikan perlakuan yaitu sebesar 181,27 mg/L.

4.1.3 Hasil Analisis Bivariat

a. Uji Normalitas Data

1. Uji Normalitas Kadar Amonia (NH_3)

Tabel 4.3 Uji Kenormalan Data Amonia (NH_3)

	Shapiro-Wilk Test		
	Statistic	*Df*	*sig.*
Kadar Amonia (NH_3)	0,994	3	0,850

Hipotesis :

H_0 : Data Kadar Amonia berdistribusi normal

H_1 : Data Kadar Amonia berdistribusi tidak normal

Dengan taraf signifikansi (α) = 0,05, H_0 ditolak jika nilai sig < α.

Berdasarkan tabel 4.3 di atas, diperoleh nilai sig dari uji *Shapiro-Wilk* sebesar 0,850, dimana nilai sig > 0,05. Oleh karena itu, diputuskan menerima H_0 dan menolak H_1. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data kadar amonia air limbah pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda berdistribusi normal.

2. Uji Normalitas Kadar COD

Tabel 4.4 Uji Kenormalan Data COD

	Shapiro-Wilk Test		
	Statistic	*Df*	*sig.*
Kadar COD	0,881	3	0,327

Hipotesis :

H_0 : Data Kadar COD berdistribusi normal

H_1 : Data Kadar COD berdistribusi tidak normal

Dengan taraf signifikansi (α) = 0,05, H_0 ditolak jika nilai sig < α.

Berdasarkan tabel 4.4 di atas, diperoleh nilai sig dari uji *Shapiro-Wilk* sebesar 0,327, dimana nilai sig > 0,05. Oleh karena itu, diputuskan menerima H_0 dan menolak H_1. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data kadar COD air limbah pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda berdistribusi normal.

b. Uji Kruskall Wallis

1. Kruskall Wallis Kadar Amonia (NH_3)

Analisis ini bertujuan untuk menguji apakah terdapat perbedaan terhadap kadar Amonia (NH_3) setelah pemberian perlakuan fitoremediasi menggunakan tanaman kangkung air pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Hasil pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Kruskall Wallis Kadar Amonia (NH_3)

	Hasil Uji Kadar Amonia
Chi-Square	4,355
Df	1
Asymp. Sig	0,037

Hipotesis :

H_0 : Tidak ada perbedaan penurunan kadar Amonia (NH_3) menggunakan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dengan metode fitoremediasi pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu

Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

H_1 : Ada perbedaan penurunan kadar Amonia (NH_3) menggunakan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dengan metode fitoremediasi pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

Dengan taraf signifikansi (α) = 0,05, H_0 ditolak jika nilai sig < α.

Berdasarkan tabel 4.5 di atas, diperoleh nilai *Chi-Square* kadar amonia sebesar 4,355 dengan nilai signifikansi sebesar 0,037. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa nilai sig < 0,05. Oleh karena itu, diputuskan menolak H_0 dan menerima H_1. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan penurunan kadar Amonia (NH_3) menggunakan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dengan metode fitoremediasi pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

2. Kruskall Wallis Kadar COD

Tabel 4.6 Kruskall Wallis Kadar COD

	Hasil Uji Kadar COD
Chi-Square	4,355
Df	1
Asymp. Sig	0,037

Hipotesis :

H_0 : Tidak ada perbedaan penurunan kadar COD menggunakan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dengan metode fitoremediasi pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

H_1 : Ada perbedaan penurunan kadar COD menggunakan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dengan metode fitoremediasi pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

Dengan taraf signifikansi (α) = 0,05, H_0 ditolak jika nilai sig < α.

Berdasarkan tabel 4.6 di atas, diperoleh nilai *Chi-Square* kadar amonia sebesar 4,355 dengan nilai signifikansi sebesar 0,037. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa nilai sig < 0,05. Oleh karena itu, diputuskan menolak H_0 dan menerima H_1. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan penurunan kadar COD menggunakan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dengan metode fitoremediasi pada limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

c. Uji Wilcoxon

1. Uji Wilcoxon Kadar Amonia (NH_3)

Analisis ini bertujuan untuk menguji apakah penggunaan tanaman kangkung air *(Ipomoea aquatica)* berpengaruh

terhadap penurunan kadar Amonia (NH_3) pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Hasil pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 Uji Wilcoxon Kadar Amonia (NH_3)

	Kelompok - Hasil Uji Kadar Amonia
Z	-3.069[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,002

Hipotesis :

H_0 : Penggunaan tanaman kangkung air *(Ipomoea aquatica)* tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar Amonia (NH_3) pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

H_1 : Penggunaan tanaman kangkung air *(Ipomoea aquatica)* berpengaruh terhadap penurunan kadar Amonia (NH_3) pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

Dengan taraf signifikansi (α) = 0,05, H_0 ditolak jika nilai sig < α.

Berdasarkan tabel 4.7 di atas, maka diperoleh nilai Z sebesar -3.069[b] dengan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,002. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa nilai sig < 0,05. Oleh karena itu, diputuskan menolak H_0 dan menerima H_1. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan

tanaman kangkung air *(Ipomoea aquatica)* berpengaruh terhadap penurunan kadar Amonia (NH_3) pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

2. Uji Wilcoxon Kadar COD

Analisis ini bertujuan untuk menguji apakah penggunaan tanaman kangkung air *(Ipomoea aquatica)* berpengaruh terhadap penurunan kadar COD pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Hasil pengujian adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8 Uji Wilcoxon Kadar COD

	Kelompok - Hasil Uji Kadar COD
Z	-3.069[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,002

Hipotesis :

H_0 : Penggunaan tanaman kangkung air *(Ipomoea aquatica)* tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar COD pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

H_1 : Penggunaan tanaman kangkung air *(Ipomoea aquatica)* berpengaruh terhadap penurunan kadar COD pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

Dengan taraf signifikansi (α) = 0,05, H_0 ditolak jika nilai sig < α.

Berdasarkan tabel 4.7 di atas, maka diperoleh nilai Z sebesar -3.069[b] dengan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,002. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa nilai sig < 0,05. Oleh karena itu, diputuskan menolak H_0 dan menerima H_1. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan tanaman kangkung air *(Ipomoea aquatica)* berpengaruh terhadap penurunan kadar COD pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda dengan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Efektifitas Penggunaan Tanaman Kangkung Air Dalam Menurunkan Kadar Amonia Pada Limbah Cair Tahu

Limbah cair yang dihasilkan dari Pabrik Tahu Lok Bahu merupakan air limbah yang berasal dari proses pembuatan tahu atau air bekas perendaman kedelai, pencucian kedelai, perebusan, penyaringan dan penggumpalan tahu dengan air cuka. Limbah cair yang dihasilkan langsung dibuang ke sungai Lok Bahu tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan pabrik tahu tidak memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Sebagian besar limbah cair yang dihasilkan oleh industri pembuatan tahu adalah cairan kental yang terpisah dari gumpalan tahu yang disebut dengan air dadih *(whey)*. Limbah ini sering dibuang secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu sehingga menghasilkan

bau busuk dan dapat mencemari lingkungan (Arsalan, 2019). Limbah cair tahu umumnya berwarna keruh, hal ini disebabkan karena tingginya zat tersuspensi atau bahan organik yang terkandung didalam air limbah tahu tersebut. Selain itu, limbah cair tahu juga umumnya memiliki bau kecut yang berasal dari amonia dan hidrogen sulfida yang merupakan hasil dekomposisi senyawa protein yang ada dalam limbah cair tahu. Kandungan bahan-bahan organik didalam air limbah tahu yaitu Amonia, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Total Suspended Solid* (TSS). Bila air limbah tersebut langsung dibuang ke sungai maka sangat berpotensi mencemari lingkungan perairan, sehingga harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang (Nadiah Aulia, 2021). Tingginya penggunaan air dalam tiap tahapan proses pembuatan tahu akan meningkatkan jumlah limbah cair yang dihasilkan sehingga jika limbah langsung dibuang ke perairan tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu akan menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan (Herlambang, 2002 *in* Nadiah Aulia, 2021).

Pada penelitian di pabrik tahu Lok bahu Samarinda, peneliti menggunakan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari pada kelompok eksperimen yang diberikan perlakuan dengan pemberian kangkung air sebanyak 400 gram pada 10 liter limbah cair tahu, untuk mengetahui efektifitas penggunaan tanaman kangkung air dalam menurunkan kadar Amonia dan COD pada limbah cair tahu. Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Indah Permatasari (2019), tentang Fitoremediasi limbah tahu dengan sistem simulasi

eceng gondok dan kangkung air, peneliti menggunakan 400 gram kangkung air pada 10 liter limbah cair tahu dan mampu menurunkan kadar COD pada limbah cair tahu sebesar 81%. Sedangkan pada penelitian Amry Jaya (2018), tentang studi perbandingan kemampuan tanaman eceng gondok dan kangkung air dalam menurunkan COD dan Amonia dari pengolahan lanjut biofilter anaerob media sarang tawon, menunjukkan bahwa variasi waktu tinggal terbaik yang digunakan selama 3 hari proses eksperimen berlangsung adalah waktu tinggal 48 jam / 2 hari, dan mampu menurunkan kadar amonia sebesar 80,26%.

Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur No.2 tahun 2011 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air telah menetapkan batasan kadar amonia yang diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan, yaitu sebesar 1 mg/L. Hasil uji kadar amonia limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda sebelum diberikan perlakuan adalah sebesar 33,30 mg/L. Kadar ini melebihi standar baku mutu yang telah ditentukan. Dari hasil eksperimen yang dilakukan menunjukkan adanya penurunan kadar amonia setiap 2 hari sekali. Penurunan kadar amonia pada waktu tinggal 2 hari yaitu sebesar 34% dengan kadar 22,0379 mg/L dan pada waktu tinggal 6 hari mengalami penurunan 46% dengan kadar 17,8772 mg/L. Penurunan terus terjadi setiap harinya namun belum mencapai kadar standar sesuai baku mutu. Hal ini sejalan dengan penelitian Amry Jaya (2018), yang menjelaskan bahwa tanaman kangkung air yang tidak mendapatkan cahaya matahari yang cukup

untuk proses fotosintesis, maka akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan penyerapan tanaman terhadap air limbah. Selain itu, kekeruhan juga mempengaruhi banyaknya cahaya yang terserap kedalam air limbah sehingga semakin sedikit cahaya yang masuk, maka oksigen terlarut juga semakin berkurang. Kurangnya oksigen terlarut ini mempengaruhi penyerapan bahan pencemar oleh mikroorganisme yang ada pada bagian akar tanaman kangkung air. Sehingga penyerapan terhadap air limbah tahu menjadi lebih lambat dan kurang maksimal. Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Iqbal Winara (2016), tentang pemanfaatan kangkung air untuk menurunkan konsentrasi amonia, nitrat dan nitrit didalam limbah cair indutri tahu, dijelaskan bahwa penurunan amonia yang terjadi pada limbah cair tahu selama proses eksperimen berlangsung disebabkan karena terjadinya penyerapan oleh tanaman dan juga adanya proses nitrifikasi. Selain itu juga disebabkan karena adanya peningkatan pH dan suhu yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan amonia di lingkungan. Proses penguapan juga berperan dalam mereduksi konsentrasi amonia di dalam air limbah, namun tidak terlalu besar, karena amonia akan teroksidasi menjadi nitrit kemudian nitrat. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sri Seprianto Maddusa dan Chreisye K.F.Mandagi (2017), tentang efektifitas tanaman jirangau dan kangkung air dalam menurunkan kadar amonia pada limbah cair, menunjukkan hasil penurunan kadar amonia sebesar 98,67% dalam waktu tinggal 15 hari. Hal ini menunjukkan bahwa semakin

lama waktu tinggal yang digunakan pada proses eksperimen maka akan semakin besar penurunan kadar amonia yang terjadi.

1.2.2 Efektifitas Penggunaan Tanaman Kangkung Air Dalam Menurunkan Kadar COD Pada Limbah Cair Tahu

Salah satu metode yang dapat digunakan sebagai pengolahan limbah cair tahu yaitu dengan menggunakan metode fitoremediasi. Fitoremediasi adalah penyerapan polutan yang dimediasi oleh tumbuhan untuk menyerap bahan pencemar yang terdapat didalam air limbah. Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan pada fitoremediasi adalah tanaman kangkung air (Abdulla Kunta Arsa, 2019). Tanaman Kangkung Air merupakan tanaman yang dapat memanfaatkan kandungan nutrien buruk suatu perairan untuk dimanfaatkan dalam proses hidupnya (Amry Jaya, 2018). Tumbuhan kangkung air memiliki kemampuan menyerap nitrogen dengan bantuan mikroba yang terdapat pada bagian akar, yaitu *pseudomonas sp*. Selain itu tumbuhan ini juga dikenal sebagai agen fitoremediator yang baik sehingga dianggap dapat menjadi salah satu solusi dalam menurunkan kadar amonia dan COD pada limbah cair tahu (Iqbal Winara, 2016).

Selama penelitian berlangsung dilakukan pula pengukuran pH dan suhu air limbah tahu setiap harinya. Hal ini dilakukan untuk mengontrol pertumbuhan dan perkembangan tanaman kangkung air. Suhu merupakan salah satu parameter yang sangat penting dan mempunyai pengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme serta keseimbangan oksigen didalam air. Suhu yang terlalu tinggi akan

merusak proses aktivitas enzim dalam sel mikroorganisme pada tanaman sehingga dapat menurunkan efisiensi penyerapan terhadap air limbah tahu. Sedangkan suhu yang rendah dapat mempengaruhi proses fotosintesis pada tanaman, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi terganggu (Resti Putri A.,2020). Sedangkan kadar pH yang rendah pada air limbah tahu disebabkan karena digunakan cuka dalam proses pembuatan tahu yaitu pada proses penggumpalan untuk memisahkan tahu dengan air limbah, sehingga kadar pH menjadi asam dan tidak mencapai kadar pH optimum. Kadar pH yang rendah juga dapat memicu pertumbuhan jamur pada air limbah tahu (Nadiah Aulia, 2021).

Peraturan Daerah Provinsi Kalimantan Timur No.2 tahun 2011 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air telah menetapkan batasan kadar COD yang diperbolehkan untuk dibuang ke lingkungan, yaitu sebesar 100 mg/L. Hasil uji kadar COD limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda sebelum diberikan perlakuan adalah sebesar 181,27 mg/L. Kadar ini melebihi standar baku mutu yang telah ditentukan. Dari hasil eksperimen yang dilakukan menunjukkan adanya penurunan kadar COD pada waktu tinggal 2 hari yaitu sebesar 34% dengan kadar 120,2384 mg/L dan pada waktu tinggal 6 hari mengalami penurunan 39% dengan kadar 110,7762 mg/L dari kadar awal sebelum diberikan perlakuan. Penurunan belum mencapai kadar standar sesuai baku mutu. Hal ini sejalan dengan penelitian Amry jaya (2018), yang menjelaskan bahwa hal tersebut dapat terjadi

dikarenakan pada awal penelitian yang bekerja secara optimal untuk menurunkan pencemaran adalah media dan mikroorganisme, hingga pada titik waktu tertentu media masuk kedalam fase jenuh sehingga hanya mikroorganisme yang dapat efektif bekerja menurunkan kadar pencemaran. Jenuhnya media berupa kelayuan serta kematian tanaman yang kemudian membusuk dan menambah kandungan bahan organik terlarut dalam air sehingga persentase penurunan kadar COD menjadi tidak optimal. Pada penelitian Indah Permatasari (2019), juga dijelaskan bahwa proses fotosintesis yang berlangsung secara tidak maksimal akan mengurangi kandungan oksigen terlarut yang ada di dalam air limbah tahu, sehingga akan berpengaruh terhadap kinerja mikroorganisme dalam menguraikan senyawa-senyawa pencemar dalam air limbah. Hal ini dipengaruhi oleh keadaan suhu lingkungan yang terjadi selama proses eksperimen berlangsung. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Nadiah Aulia (2021), tentang pengaruh debit dan aerasi terhadap proses fitoremediasi air limbah industri tahu menggunakan tanaman kangkung air, menunjukkan hasil penurunan kadar COD sebesar 91,67% dalam waktu tinggal 10 hari dengan sistem sirkulasi Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu tinggal yang digunakan pada proses eksperimen maka akan semakin besar penurunan kadar COD yang terjadi.

Selama proses eksperimen berlangsung terjadi penurunan biomassa tanaman dari 400 gram menjadi 250 gram pada hari ke 6

perlakuan serta ditemukan kelayuan dan kematian pada beberapa tanaman kangkung yang digunakan setiap harinya. Hal ini ditandai dengan perubahan warna menjadi kuning kecoklatan pada daun maupun akar tanaman. Hal ini sejalan dengan penelitian Iqbal Winara (2016). Menurut Iqbal Winara (2016), penurunan biomassa yang terjadi pada tanaman diduga akibat perubahan fisik yang menunjukkan gejala kelayuan dan kematian pada tanaman sehingga daun berubah warna serta batang menjadi lunak dan berair. Kematian pada tanaman terjadi karena adanya perubahan kondisi tanaman akibat proses aklimatisasi yang dilakukan sebelumnya, sehingga keadaannya tidak sesegar atau seoptimal yang diharapkan. Iqbal Winara (2016), juga menjelaskan bahwa proses aklimatisasi membuat kangkung air mengalami perubahan karena tumbuhan didiamkan dalam media air bersih dalam rentang waktu tertentu yang membuat tanaman kekurangan unsur hara untuk menjalankan proses metabolismenya dan menurunkan fungsi tubuh dari tanaman. Selain itu dijelaskan juga bahwa setelah diaklimatisasi, tanaman dipindahkan ke dalam bak yang di isi dengan full air limbah tanpa percampuran air yang menyebabkan tanaman harus beradaptasi dengan cepat. Tumbuhan kemudian melakukan penyerapan zat organik dalam air limbah secara berlebihan, hal ini dapat terlihat dari penurunan kadar amonia yang terjadi selama proses eksperimen berlangsung. Akibat penyerapan yang berlebihan ini maka menyebabkan terjadinya perubahan fisik pada tanaman, dimana akar mengalami pembusukan. Kerusakan

yang terjadi pada bagian akar membuat tanaman kesulitan dalam melakukan penyerapan bahan organik dalam air limbah sehingga pada beberapa hari terakhir penelitian, tumbuhan tampak kering dan mulai mengalami kematian. Menurut Amry Jaya (2018), tanaman kangkung air akan mengalami masa pencapaian titik jenuh pada pertumbuhannya, dimana pada hari ke 7 tanaman ini akan mengalami perubahan dengan ditandai daun berubah menjadi layu dan berwarna kekuningan.

4.3 Kelemahan Dalam Penelitian

Kelemahan dalam penelitian adalah, kadar pH yang terlalu asam pada air limbah tahu, hal ini dapat mempengaruhi proses pertumbuhan mikroba pada akar kangkung sehingga penyerapan tanaman terhadap air limbah tahu menjadi terganggu. Selain itu juga dipengaruhi oleh variasi waktu tinggal yang digunakan dalam proses eksperimen.

BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang efektifitas penggunaan tanaman kangkung air *(Ipomoea aquatica)* dalam menurunkan kadar Amonia (NH_3) dan COD (*Chemical Oxygen Demand)* pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan tanaman kangkung air *(Ipomoea aquatica)* berpengaruh terhadap penurunan kadar Amonia (NH_3) pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda dengan efektifitas sebesar 46% menggunakan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Penurunan terbesar terjadi pada hari ke 6 perlakuan yaitu sebesar 17,8772 mg/L. Sedangkan pada bak kontrol yang tidak diberikan perlakuan hanya mampu menurunkan amonia sebesar 13% yaitu 28,8766 mg/L pada hari ke 6 penelitian.
2. Penggunaan tanaman kangkung air *(Ipomoea aquatica)* berpengaruh terhadap penurunan kadar COD pada limbah cair pabrik tahu di Lok Bahu Samarinda dengan efektifitas sebesar 39% menggunakan variasi waktu tinggal 2 hari, 4 hari dan 6 hari. Penurunan terbesar terjadi pada hari ke 6 perlakuan yaitu sebesar 110,7762 mg/L. Sedangkan pada bak kontrol yang tidak diberikan perlakuan hanya mampu menurunkan COD sebesar 12% yaitu 158,8872 mg/L pada hari ke 6 penelitian.

5.2 SARAN

1. Untuk Pabrik Tahu sebaiknya memiliki pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) agar limbah cair yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu dapat diolah terlebih dahulu sehingga aman untuk dibuang ke sungai atau badan air.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi waktu tinggal yang lebih lama dari yang sudah diteliti untuk membantu menurunkan kadar amonia dan COD yang lebih efektif.
3. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya dapat melibatkan semua parameter limbah cair tahu untuk dapat melihat efektifitas tanaman kangkung air pada parameter lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, Haeranah, & Adiningsih, Ridhayani. (2019). *Efektivitas Metode Fitoremediasi Menggunakan TanamanEceng Gondok Dan Kangkung Air Dalam Menurunkan Kadar BodDan Tss Pada Limbah Cair Industri Tahu*. STIKES Kendal: Jurnal Farmasetis Vol.8 No.2, Hal 31-38.

Arsa, Abdullah Kunta, Rianto, & Hidayat. (2019). *Efisiensi Penyerapan Phospat Limbah Laundry Menggunakan Kangkung Air (Ipomoea aquatica forsk) dan Jeringau (Acorus calamus).*Jurnal. UPN "Veteran" Yogyakarta.

Arsalan. (2019). *Studi Pengelolaan Limbah Cair Industri Tahu Di Desa Samili Kecamatan Woha Kabupaten Bima.* Kupang: Politeknik Kesehatan Kemenkes.

Asmadi. (2013). *Pengelolaan Limbah Medis Rumah Sakit.* Yogyakarta: Gosyen Publishing.

Asmadi, & Suharno. (2012). *Dasar-Dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.

Aulia, Nadiah. (2021). *Pengaruh Debit Dan Aerasi Terhadap Proses Fitoremediasi Air Limbah Industri Tahu Menggunakan Tanaman Kangkung Air (Ipomea Aquatica Forsk.).* Makassar: Universitas Hasanudin.

Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2008). *Air dan Air Limbah-Bagian 59: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah*. Jakarta: Standarisasi Nasional Indonesia.

Besral. (2013). *Analisis Data Riset Kesehatan Menggunakan SPSS Tingkat Dasar.* Depok: Departemen Biostatistika FKM UI.

Bina Pelayanan Penunjang Medik Dan Sarana Kesehatan. (2011). *Pedoman Teknis IPAL Dengan Sistem Biofilter Anaerob Aerob Pada Fasilitas Pelayanan Kesehatan*. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.

Dahlan, M.Sopiyudin. (2014). *Statistik Untuk Kedokteran dan Kesehatan: Deskriptif, Bivariat, dan Multivariat.* Jakarta: Epidemiologi Indonesia.

Faisal, M.Ikram. (2020). *Efektivitas Serbuk Biji Kelor (Moringa Oleifera) Pada Proses Koagulasi Flokulasi Limbah Cair Pabrik Tahu Di Kelurahan Selili Kota Samarinda.* Samarinda: Fakultas Kesmas Universitas Mulawarman.

Hendriarianti, Evy, & Ratna, Candra Dwi. (2018). *Penurunan Nutrien Amoniak Dan IPAL Komunal Tlogomas Dengan Fitoremediasi*. Malang: Institut Teknologi Nasional.

Irhamni, *et.al*. (2017). *Kajian Akumulator Beberapa Tumbuhan Air Dalam Menyerap Logam Berat Secara Fitoremediasi*. Medan: Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

Maddusa, Sri Seprianto, & Mandagi, Chreisye K.F. (2017). *Efektifitas Tanaman Jirangau (Acorus calamus) Dan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea aquatica) Dalam Menurunkan Kadar Amoniak Pada Limbah Cair.* Manado: Universitas Sam Ratulangi.

Menteri Negara Lingkungan Hidup. (1995). *Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor Kep-58/MENLH/12/1995*. Jakarta: Departemen Kesehatan.

Notoadmojo, Soekidjo. (2012). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.

Perda Provinsi Kalimantan Timur No.2 tahun 2011 tentang *Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.*

Ponty, Amry Jaya. (2018). *Studi Perbandingan Kemampuan Tanaman Eceng Gondok Dan Kangkung Air Dalam Menurunkan COD Dan Amonia Dari Pengolahan Lanjut Biofilter Anaerob Media Sarang Tawon*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara Medan.

Pratiwi, Niken TM., dkk. (2018). *Keberhasilan Hidup Tumbuhan Air Genjer (Limnocharis flava) dan Kangkung (Ipomoea aquatica) dalam Media Tumbuh dengan Sumber Nutrien Limbah Tahu (Live of Yellow Bur–Head (Limnocharis flava) and Water Spinach (Ipomoea aquatica) in Tofu Waste as Nutrient Source).* Bogor: Jurnal Biologi Indonesia.

Said, Nusa I., & Widayat, Wahyu. (2019). *Perencanaan Dan Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.

Sari, Indah Permata. (2019). *Fitoremediasi Limbah Tahu Dengan Sistem Simulasi Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) dan Kangkung Air (Ipomoea aquatica).* Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

Soeparman, & Suparmin. (2001). *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.

Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif dan R&D.* Bandung: Alfabeta.

Sulistiyanto, Hendrik. (2018). *Perbedaan kadar Amonia Pada Air Limbah Berdasarkan Perlakuan Pengawetan Dan Lama Waktu Penyimpanan*. Jurnal Universitas Muhammadiyah Semarang.

Sumantri, Arif. (2015). *Kesehatan Lingkungan*. Prenada Media Grup.

Winara, Iqbal. (2016). *Pemanfaatan Kangkung Air (Ipomoea aquatica forsk.) Untuk Menurunkan Konsentrasi Amonia, Nitrit Dan Nitrat Pada Air Limbah Cair Industri Tahu*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Izin Penelitian

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
U N I V E R S I T A S M U L A W A R M A N
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
Jl. Sambaliung, Kampus Gunung Kelua Unmul Samarinda 75123 Kalimantan Timur
e-mail : fkm@unmul.ac.id website : http:/www.fkm.unmul.ac.id

Nomor : 1027/UN17.11/DT/2021 03 Desember 2021
Lampiran : -
Perihal : Izin Penelitian Skripsi

Kepada Ykh.
Pabrik Tahu Semoga Laris Pak Agus
Jl.Msaid gg 21, kelurahan lok bahu,
kecamatan sungai kunjang, kota samarinda

Dengan Hormat,
Bersama surat ini kami mohon kepada Bapak/ibu kiranya atas mahasiswa tersebut di bawah ini :

Nama	: Maslinda
NIM	: 1411015004
Tempat/Tanggal Lahir	: samarinda, 11 Agustus 1995
Program Studi	: Kesehatan Masyarakat
Jenjang Studi	: Strata I
Alamat	: Jl. P. Suryanata Rt.15 No.96 kelurahan Air Putih, Kecamatan Samarinda Ulu

Agar berkenan mengizinkan mahasiswa tersebut dalam hal Izin Penelitian Skripsi, guna kepentingan penyusunan Skripsi dengan judul :

"Efektifitas Penggunaan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea aquatica) Dalam Menurunkan Kadar Amonia (NH3) Dan COD (Chemical Oxygen Demand) Pada Limbah Cair Pabrik Tahu Di Lok Bahu Samarinda "

Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan bantuannya kami ucapkan terima kasih.

an Dekan,
Wakil Dekan I

Katih W. Wisnuwardani, Ph.D
NIP. 19821111 200501 2 001

Lampiran 2. Hasil Laboratorium

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MULAWARMAN
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
PUSAT PENELITIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN SUMBER DAYA ALAM
Jalan Penajam, Kampus Gunung Kelua, Gedung A11 - A12, Samarinda 75123
Surel : pplhunmul@gmail.com

Lanjutan dari No. LHU	66 / LHU / LAB.A / XII / 2021
Lanjutan dari No. FPPS	68 / FPPS / LAB.A / XII / 2021

II. HASIL PENGUJIAN

Nama Pelanggan : Maslinda

No	Kode Sampel	Hasil Analisa	
		Amoniak	COD
1.	Pre Test	33,3025	181,2764
2.	Bak Kontrol (TD2)	31,2507	170,0429
3.	Bak Kontrol (TD4)	30,4381	164,8246
4.	Bak Kontrol (TD6)	28,8766	158,8872
5.	TD 2	22,0379	120,2384
6.	TD 4	20,2405	118,5221
7.	TD 6	17,8772	110,7762

Keterangan :

Catatan :

1. Hasil uji diatas hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
2. Laporan Hasil Uji ini terdiri dari Dua halaman.
3. Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap dan seijin tertulis dari PPLH Universitas Mulawarman.
4. Laboratorium melayani pengaduan/complaint maksimum 5 (lima) hari kerja terhitung dari tanggal penyerahan LHU.
5. Rekaman data teknis, diberikan kepada pelanggan, bila diminta oleh pelanggan secara tertulis.

Samarinda, 16 Desember 2021
Kepala P2LH-SDA

Dr. Ir. H. Dharma Widada, M.T.
NIP : 19690706 199512 1 004

Lampiran 3. Output Hasil Analisa Data Dengan SPSS

1. Normalitas Data

Tests of Normality[a,c]

	Kelompok	Kolmogorov-Smirnov[b]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil Uji Kadar Amonia	Post-Test Eksperimen	,203	3	.	,994	3	,850
	Post-Test Kontrol	,249	3	.	,968	3	,656

a. Hasil Uji Kadar Amonia is constant when Kelompok = Pre-Test Eksperimen. It has been omitted.

b. Lilliefors Significance Correction

c. Hasil Uji Kadar Amonia is constant when Kelompok = Pre-Test Kontrol. It has been omitted.

Tests of Normality[a,c]

	Kelompok	Kolmogorov-Smirnov[b]			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Hasil Uji COD	Post-Test Eksperimen	,322	3	.	,881	3	,327
	Post-Test Kontrol	,184	3	.	,999	3	,929

a. Hasil Uji COD is constant when Kelompok = Pre-Test Eksperimen. It has been omitted.

b. Lilliefors Significance Correction

c. Hasil Uji COD is constant when Kelompok = Pre-Test Kontrol. It has been omitted.

2. Uji Kruskall Wallis

Kruskal-Wallis Test

Ranks

	Kelompok	N	Mean Rank
Hasil Uji Kadar Amonia	Pre-Test Eksperimen	3	5,00
	Post-Test Eksperimen	3	2,00
	Total	6	

Test Statistics[a,b]

	Hasil Uji Kadar Amonia
Chi-Square	4,355
df	1
Asymp. Sig.	,037

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Kelompok

Kruskal-Wallis Test

Ranks

	Kelompok	N	Mean Rank
Hasil Uji COD	Pre-Test Eksperimen	3	5,00
	Post-Test Eksperimen	3	2,00
	Total	6	

Test Statistics[a,b]

	Hasil Uji COD
Chi-Square	4,355
df	1
Asymp. Sig.	,037

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Kelompok

3. Uji Wilcoxon

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kelompok - Hasil Uji Kadar Amonia	Negative Ranks	12[a]	6,50	78,00
	Positive Ranks	0[b]	,00	,00
	Ties	0[c]		
	Total	12		

a. Kelompok < Hasil Uji Kadar Amonia

b. Kelompok > Hasil Uji Kadar Amonia

c. Kelompok = Hasil Uji Kadar Amonia

Test Statistics[a]

	Kelompok - Hasil Uji Kadar Amonia
Z	-3,069[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

Wilcoxon Signed Ranks Test

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Kelompok - Hasil Uji COD	Negative Ranks	12[a]	6,50	78,00
	Positive Ranks	0[b]	,00	,00
	Ties	0[c]		
	Total	12		

a. Kelompok < Hasil Uji COD

b. Kelompok > Hasil Uji COD

c. Kelompok = Hasil Uji COD

Test Statistics[a]

	Kelompok - Hasil Uji COD
Z	-3,069[b]
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

Lampiran 4. Data Pengukuran Suhu dan pH air limbah tahu

Tanggal	Bak	pH	Suhu (◦C)
Rabu, 8 Desember	Kontrol	3,73	27◦
	Td 2	3,72	27,4◦
	Td 4	3,72	27,5◦
	Td 6	3,71	27,7◦
Kamis, 9 Desember	Kontrol	3,65	24,4◦
	Td 2	3,58	24,7◦
	Td 4	3,59	24,6◦
	Td 6	3,56	24,7◦
Jum'at, 10 Desember (2 Hari)	Kontrol	3,62	25,7◦
	Td 2	3,50	25,8◦
	Td 4	3,51	25,9◦
	Td 6	3,50	25,8◦
Sabtu, 11 Desember	Kontrol	3,58	25,9◦
	Td 2	3,54	26◦
	Td 4	3,55	26◦
	Td 6	3,55	26◦
Minggu, 12 Desember (4 Hari)	Kontrol	3,63	25,6◦
	Td 2	3,68	25,7◦
	Td 4	3,67	25,7◦
	Td 6	3,67	25,7◦
Senin, 13 Desember	Kontrol	3,75	25,4◦
	Td 2	3,80	25,4◦
	Td 4	3,80	25,4◦
	Td 6	3,80	25,4◦
Selasa, 14 Desember (6 Hari)	Kontrol	3,82	25,2◦
	Td 2	3,87	25,3◦
	Td 4	3,89	25,2◦
	Td 6	3,88	25,3◦

Lampiran 5. Dokumentasi

Gambar 5.1
Limbah Cair Pabrik Tahu

Gambar 5.2
Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*)

Gambar 5.3
Akar Kangkung Air

Gambar 5.4
Sampel Air Limbah

Gambar 5.5 Reaktor Eksperimen

Gambar 5.6
Pengukuran pH

Gambar 5.7
Bak Kontrol

Gambar 5.8
Pengambilan Sampel

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	:	Maslinda
NIM	:	1411015004
Program Studi	:	Ilmu Kesehatan Masyarakat
Fakultas	:	Kesehatan Masyarakat

Demi pengembangan ilmi pengetahuan, dengan ini menyetujui untuk memberikan ijin kepada pihak UPT. Perpustakaan Universitas Mulawarman, Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas skripsi saya yang berjudul "Efektifitas Penggunaan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Dalam Menurunkan Kadar Amonia (NH_3) Dan Kadar COD Pada Limbah cair Pabrik Tahu di Lok Bahu Samarinda" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Ekslusif ini kepada UPT. Perpustakaan Universitas Mulawarman berhak menyimpan, mengalih media atau memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasi skripsi saya selama tetap mencamtumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Samarinda
Tanggal : 17 Februari 2022
Yang menyatakan,

Maslinda