

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS METODE KOMBINASI FITOREMEDIASI DAN
FILTRASI DALAM MENURUNKAN KADAR BOD, COD
DAN TSS LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU
PADA USAHA TAHU RIDWAN
DI KOTA MAKASSAR**

ASRUL

K11116057



*Skripsi Ini Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat*

**DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**EFEKTIVITAS METODE KOMBINASI FITOREMEDIASI DAN
FILTRASI DALAM MENURUNKAN KADAR BOD, COD DAN TSS
LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU PADA USAHA TAHU RIDWAN DI
KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

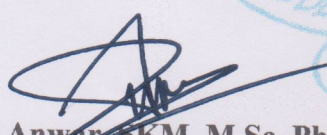
**ASRUL
K11116057**

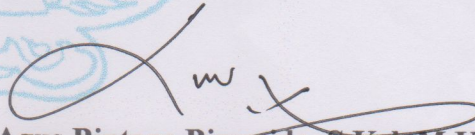
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin pada tanggal 11 Februari 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pendamping Pembimbing


Prof. Anyar, SKM., M.Sc., PhD
Nip. 19740816 199903 1 002


Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes
Nip. 19820803 200812 1 003


Mengetahui,
Ketua Program Studi


Dr. Suriah, SKM., M.Kes
Nip. 19740520200212200

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada hari Jumat Tanggal 11 Februari 2022.

Ketua : Prof. Anwar, SKM.,M.Sc.,PhD



(.....)

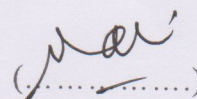
Sekretaris : Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel.,M.Kes



(.....)

Anggota :

1. Dr. Hasnawati Amqam, SKM.,M.Sc



(.....)

2. A. Wahyuni, SKM.,M.Kes



(.....)

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Asrul
NIM : K11116057
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**Efektivitas Metode Kombinasi Fitoremediasi dan Filtrasi dalam
Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS Limbah Cair Industri Tahu
pada Usaha Tahu Ridwan di Kota Makassar.**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 11 Februari 2022

Yang Menyatakan



Asrul

RINGKASAN

Universitas Hasanuddin
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Kesehatan Lingkungan

Asrul

“Efektivitas Metode Kombinasi Fitoremediasi dan Filtrasi dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS Limbah Industri Tahu pada Usaha Tahu Ridwan di Kota Makassar”

(xiv + 78 Halaman + 24 Lampiran)

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga). Limbah merupakan buangan hasil aktivitas manusia dan mengandung bahan-bahan yang berbahaya bagi kesehatan manusia maupun bagi lingkungan hidup di sekitar. Permasalahan limbah masih menjadi masalah yang cukup serius di negara berkembang karena dapat memicu penurunan kualitas lingkungan hidup baik pencemaran udara, pencemaran air maupun pencemaran tanah. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya proses pengolahan pada limbah yang dihasilkan. Salah satunya pada industri tahu. Limbah yang dihasilkan industri tahu harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu agar tidak melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan, sehingga tidak memberikan dampak buruk terhadap lingkungan serta meminimalkan terjadinya pencemaran.

Penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS limbah cair industri tahu pada Usaha Tahu Ridwan Di Kota Makassar. Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (*quasi experimental design*) dengan rancangan pretest dan posttest. Sampel yang digunakan adalah air limbah industri tahu.

Hasil penelitian menunjukkan kadar BOD sebelum pengolahan pada masing-masing pengambilan sampel 1, 2 dan 3 yaitu sebesar 5512,14 mg/l, 5132,16 mg/l, 6108,12 mg/l. Kadar COD sebelum pengolahan sebesar 10889,00 mg/l, 10550,40 mg/l, 11072,00 mg/l dan kadar TSS sebelum pengolahan sebesar 521 mg/l, 468 mg/l, 481 mg/l. Setelah dilakukan pengolahan mengalami penurunan dengan kadar BOD pada masing-masing pengambilan sampel 1, 2 dan 3 sebesar 40,99 mg/l, 30,18 mg/l, 42,13 mg/l. Kadar COD sebesar 74,16 mg/l, 63,92 mg/l, 75,06 mg/l dan kadar TSS sebesar 42 mg/l, 42 mg/l dan 36 mg/l. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengolahan menggunakan metode fitoremediasi dan filtrasi efektif dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu 150 mg/l, 300 mg/l dan 200 mg/l.

Kata Kunci : Air, Limbah, Tahu, Fitoremediasi, Filtrasi

Daftar Pustaka : 58 (1987-2021)

SUMMARY

**Hasanuddin University
Faculty of Public Health
Environmental Health**

Asrul

"Effectiveness of Phytoremediation and Filtration Combination Methods in Reducing BOD, COD and TSS Levels of Tofu Industrial Waste in Ridwan's Tofu Business in Makassar City"

(xiv + 78 Pages + 24 Attachments)

Waste is waste generated from a production process, both industrial and domestic (household). Waste is the result of human activities and contains materials that are harmful to human health and to the surrounding environment. The problem of waste is still a serious problem in developing countries because it can trigger a decrease in the quality of the environment, both air pollution, water pollution and soil pollution. This is because there is no processing of the waste produced. One of them is in the tofu industry. The waste produced by the tofu industry must go through a processing process first so as not to exceed the quality standards that have been set, so that it does not have a negative impact on the environment and minimizes pollution.

This study was to determine the effectiveness of the combined method of phytoremediation and filtration in reducing the levels of BOD, COD and TSS of tofu industrial wastewater at Ridwan's Tofu Business in Makassar City. The type of research used is a quasi-experimental design with a pretest and posttest design. The sample used is tofu industrial wastewater.

The results showed the levels of BOD before processing in each sampling 1, 2 and 3 were 5512.14 mg/l, 5132.16 mg/l, 6108.12 mg/l. COD levels before processing were 10889.00 mg/l, 10550.40 mg/l, 11072.00 mg/l and TSS levels before processing were 521 mg/l, 468 mg/l, 481 mg/l. After processing, it decreased with BOD levels in each sampling 1, 2 and 3 of 40.99 mg/l, 30.18 mg/l, 42.13 mg/l. COD levels were 74.16 mg/l, 63.92 mg/l, 75.06 mg/l and TSS levels were 42 mg/l, 42 mg/l and 36 mg/l. These results indicate that treatment using phytoremediation and filtration methods is effective in reducing BOD, COD and TSS levels based on the Regulation of the Minister of the Environment of the Republic of Indonesia Number 5 of 2014 concerning Wastewater Quality Standards, namely 150 mg/l, 300 mg/l and 200 mg/l.

Keywords: Water, Waste, Tofu, Phytoremediation, Filtration

Bibliography : 58 (1987-2021)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah *rabbi' alamin*, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. atas berkah dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi. Skripsi ini berjudul “**Efektivitas Metode Kombinasi Fitoremediasi dan Filtrasi dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS Limbah Industri Tahu pada Usaha Tahu Ridwan di Kota Makassar**” sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

Penyusunan skripsi ini bukanlah hasil kerja penulis semata. Segala usaha dan potensi telah dilakukan dalam rangka penyempurnaan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Prof. Anwar, SKM., M.Sc., Ph.D** selaku pembimbing I dan Bapak **Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes** selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dengan penuh ikhlas dan kesabaran, serta meluangkan waktu dan pemikirannya untuk memberikan arahan kepada penulis.

Penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan kepada kedua orang tua, Ayahanda **Badaruddin** dan Ibunda **Nurtati** atas kasih sayang, cinta, perhatian, pengorbanan dukungan dan motivasi, limpahan materi dan doa dalam setiap akhir sujudnya yang tiada hentinya dipanjatkan untuk mengiringi langkah

penulis demi kesehatan dan keselamatan dalam menempuh jenjang pendidikan hingga penyelesaian skripsi. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak **Dr. Aminuddin Syam, SKM., M.Kes., M.Med.Ed** selaku dekan, Bapak **Ansariadi, SKM., M.Sc.PH., Ph.D** selaku wakil dekan I, Bapak **Prof. Dr. Atjo Wahyu, SKM., M.Kes** selaku wakil dekan II dan Bapak **Prof. Sukri Palutturi, SKM, M.Kes, M.Sc, Ph.D** selaku wakil dekan III beserta seluruh tata usaha, kemahasiswaan, atas bantuannya selama penulis mengikuti pendidikan di FKM Universitas Hasanuddin
2. Ibu **Dr. Hasnawati Amqam, SKM., M.Sc** dan Ibu **A. Wahyuni, SKM., M.Kes** selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritik dan arahan untuk menyempurnakan penulisan skripsi ini.
3. Ibu **Dr. Erniwati Ibrahim, SKM., M.Kes** selaku ketua Departemen Kesehatan Lingkungan dan seluruh dosen Departemen Kesehatan Lingkungan atas bantuannya dalam memberikan arahan, bimbingan, ilmu pengetahuan yang selama penulis mengikuti pendidikan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Univeritas Hasanuddin.
4. **Bapak Ain Khaer** terima kasih telah membimbing, meluangkan waktu dan tenaganya dalam membantu selama melakukan penelitian dan penulisan tugas akhir ini.
5. Para dosen pengajar Fakultas Kesehatan Masyarakat yang telah memberikan ilmu selama menempuh studi di Fakultas Kesehatan Masyarakat.

6. Seluruh staf pegawai FKM Unhas atas segala arahan dan bantuan yang diberikan selama penulis mengikuti pendidikan terkhusus kepada staf jurusan Kesehatan Lingkungan, Kak Tika atas segala bantuannya dalam pengurusan administrasi penulis.
7. Pemilik dan karyawan Usaha Tahu Ridwan selaku responden yang telah memberikan banyak bantuan selama penulis melakukan penelitian.
8. Semua pihak, saudara, sahabat yang mungkin penulis tidak sebut namanya satu persatu yang telah membantu penyusunan skripsi ini. Terima Kasih.

Demikianlah, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi masyarakat secara umum dan bagi bidang ilmu secara khusus, serta teruntuk penulis sendiri sehingga dapat memberi kontribusi nyata bagi pendidikan dan penerapan ilmu di lapangan guna pengembangan lebih lanjut.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 24 Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Tinjauan Umum tentang Limbah Cair.....	10
B. Tinjauan Umum Tentang Fitoremediasi.....	16
C. Tinjauan Umum Tentang Filtrasi	20
D. Industri Tahu.....	24
E. Proses Produksi Tahu	26
F. Sumber Limbah Industri Tahu	31
G. Parameter Limbah Cair Industri Tahu	33

H. Kerangka Teori	40
BAB III KERANGKA KONSEP	41
A. Dasar Pemikiran Variabel yang Diteliti	41
B. Kerangka Konsep	43
C. Defenisi Operasional dan Kriteria Objektif	44
BAB IV METODE PENELITIAN	46
A. Jenis Penelitian.....	46
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	46
C. Populasi dan Sampel	47
D. Metode Pengumpulan Data.....	54
E. Penyajian dan Analisis Data	54
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	56
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	56
B. Hasil Penelitian	56
C. Pembahasan	61
D. Keterbatasan Penelitian	75
BAB VI PENUTUP.....	77
A. Kesimpulan.....	77
B. Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kedelai yang telah dipilih.....	28
Gambar 2.2 Proses Perendaman Kedelai.....	28
Gambar 2.3 Proses Pencucian Kedelai.....	28
Gambar 2.4 Proses Penggilingan Kedelai.....	28
Gambar 2.5 Bubur Kedelai.....	29
Gambar 2.6 Proses Pemasakan Kedelai.....	29
Gambar 2.7 Proses Penyaringan Bubur Kedelai.....	29
Gambar 2.8 Proses Penambahan Asam Cuka.....	29
Gambar 2.9 Proses Pencetakan	29
Gambar 2.10 Proses Pengepresan	30
Gambar 2.11 Proses Pemotongan.....	30
Gambar 2.12 Bagan Proses Pembuatan Tahu.....	30
Gambar 2.13 Kerangka Teori.....	31
Gambar 3.1 Kerangka Konsep.....	43
Gambar 4.1 Peta Lokasi Usaha Tahu Pak Ridwan.....	47
Gambar 4.2 Peta Lokasi.....	47
Gambar 4.3 Bak Fotoremediasi dan Filtrasi.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.....	39
Tabel 3.1 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	44
Tabel 5.1 Kandungan BOD Sebelum dan Sesudah Pengolahan dengan Metode Kombinasi Fitoremediasi dan Filtrasi pada Air Limbah Industri Tahu Pak Ridwan Kota Makassar.....	57
Tabel 5.2 Kandungan COD Sebelum dan Sesudah Pengolahan dengan Metode Kombinasi Fitoremediasi dan Filtrasi pada Air Limbah Industri Tahu Pak Ridwan Kota Makassar.....	58
Tabel 5.3 Kandungan TSS Sebelum dan Sesudah Pengolahan dengan Metode Kombinasi Fitoremediasi dan Filtrasi pada Air Limbah Industri Tahu Pak Ridwan Kota Makassar.....	59
Tabel 5.4 Persentase Penurunan Rerata Parameter Uji.....	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

Lampiran 2. Surat Permohonan Izin Penelitian dari Dekan Fakultas Kesehatan
Masyarakat

Lampiran 3. Surat Izin Penelitian

Lampiran 4. Hasil Pemeriksaan Laboratorium

Lampiran 5. Daftar Riwayat Hidup

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga). Limbah merupakan buangan hasil aktivitas manusia dan mengandung bahan-bahan yang berbahaya bagi kesehatan manusia maupun bagi lingkungan hidup di sekitar. Permasalahan limbah masih menjadi masalah yang cukup serius di negara berkembang karena dapat memicu penurunan kualitas lingkungan hidup baik pencemaran udara, pencemaran air maupun pencemaran tanah. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya proses pengolahan pada limbah yang dihasilkan. Salah satunya pada industri tahu (Utomo, 2017).

Proses pengolahan tahu dapat menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa ampas tahu. Sedangkan limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses pencucian kedelai, perendaman, perebusan, penyaringan, pengepresan, dan pencetakan tahu serta pencucian alat. Limbah cair tahu dapat menimbulkan pencemaran yang cukup berat jika tidak dilakukan pengolahan sebelum dibuang, karena mengandung polutan organik yang cukup tinggi (Samsudin, dkk., 2018).

Air limbah tahu merupakan air sisa penggumpalan tahu yang dihasilkan selama proses pembuatan tahu. Pada waktu pengendapan tidak semua mengendap, dengan demikian sisa protein yang tidak tergumpal dan zat-zat lain yang larut dalam air akan terdapat dalam limbah cair tahu yang dihasilkan.

Limbah cair tahu banyak mengandung bahan organik. Kandungan protein limbah cair tahu mencapai 40% hingga 60%, dan lemak 10%. Bahan organik berpengaruh terhadap tingginya fosfor, nitrogen, dan sulfur dalam air (Rosada, 2018).

Limbah cair tahu ini dapat menimbulkan pencemaran yang cukup berat jika tidak dilakukan pengolahan sebelum dibuang, karena mengandung polutan organik yang cukup tinggi (Samsudin, dkk., 2018). Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia (Nomor 5 Tahun 2014) tentang Baku Mutu Air Limbah, terdapat empat parameter yang diatur untuk menentukan kualitas air limbah industri tahu yaitu kadar BOD, COD, TSS, dan pH. Kadar maksimum BOD, COD, TSS dan pH yang diperbolehkan yaitu BOD 150 mg/l, COD 300 mg/l, TSS 200mg/l dan pH 6 - 9. Limbah yang dihasilkan industri tahu harus melalui proses pengolahan terlebih dahulu agar tidak melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan, sehingga tidak memberikan dampak buruk terhadap lingkungan serta meminimalkan terjadinya pencemaran.

Limbah cair industri tahu termasuk dalam limbah *biodegradable* yaitu limbah yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Untuk menguraikan bahan-bahan organik tersebut mikroorganisme memerlukan oksigen dalam jumlah tertentu, kebutuhan oksigen inilah yang dinamakan *Biological Oxygen Demand* (BOD). Sama halnya dengan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang merupakan kebutuhan oksigen kimia untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air. Meningkatnya angka COD akan diikuti dengan

meningkatnya kebutuhan oksigen untuk mengurai bahan organik, tetapi penguraian bahan organik tidak dilakukan oleh mikroorganisme tetapi oleh senyawa kimia seperti kalium bikromat ($K_2Cr_2O_7$). Saat oksigen tidak mencukupi untuk mengurai bahan-bahan organik sementara limbah industri terus menerus dibuang ke sungai tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu maka akan menimbulkan pencemaran yang berpengaruh terhadap kualitas air (Salim, 2011).

Adanya peraturan tentang baku mutu air limbah industri tahu/tempe yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, menjadikan tantangan bagi pihak industri untuk mengolah air limbah. Secara umum, industri tahu dan tempe memiliki kesamaan dalam operasional industri. Industri tahu pada umumnya beroperasi sekitar 8 jam untuk memproduksi tahu, setelah itu berhenti beroperasi dan dilanjutkan di hari berikutnya. Ritme operasi industri seperti ini membutuhkan pengolahan air limbah yang sederhana dan sesuai dengan jam operasi (Oktavitri, 2017).

Proses pengolahan limbah cair sangat dibutuhkan sebelum dibuang ke badan air. Pencemaran lingkungan salah satunya adalah pada badan air dikarenakan limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu kebanyakan langsung dibuang ke badan air tanpa diolah terlebih dahulu, sehingga menimbulkan bau busuk dan mengganggu estetika. Kualitas limbah cair harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan agar tidak menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan maupun masyarakat. Penelitian terkait pengolahan

limbah cair industri tahu dilakukan oleh Samsudin dkk (2018) pada industri tahu yang berada di lokasi Kelurahan Tompobalang, Kecamatan Sombaopu, Kabupaten Gowa. Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar BOD, COD, TSS dan pH limbah cair pada industri sebelum mengalami pengolahan, yaitu 3.757,19 mg/l, 7.529,50 mg/l dan 1.067 mg/l, pH awal 4,28, terlihat bahwa parameter limbah cair tahu masih melebihi baku mutu yang berisiko memberikan dampak buruk untuk kualitas lingkungan.

Limbah cair tahu mengandung zat organik yang tinggi. Limbah cair tahu mengandung bahan-bahan organik berupa protein 60%, karbohidrat 25-50%, lemak 10%, dan dapat terurai dalam lingkungan menjadi senyawa-senyawa turunan yang dapat mencemari lingkungan (Rosada, 2018). Air limbah tahu memiliki kandungan BOD 5643-6870 mg/l, COD 6870-10500 mg/l, TSS 80,582,6 mg/l jika dibandingkan dengan PERMEN LH Nomor 15 Tahun 2008 tentang baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan pengolahan kedelai dengan batas kandungan BOD 100 mg/l, COD 300 mg/l maka perlu adanya pengolahan limbah cair karena air limbah tahu sudah melampaui baku mutu yang telah ditetapkan (Pradana, dkk, 2018). Dengan memperhatikan permasalahan di atas maka diperlukan suatu teknologi alternatif yang dapat mengurangi tingkat bahaya yang ditimbulkan oleh limbah industri tahu. Cara efektif yang dapat digunakan dengan biaya murah dan ramah lingkungan adalah dengan menggunakan proses fitoremediasi dan filtrasi.

Fitoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik

senyawa organik maupun anorganik. Pada pengolahan limbah cair yang menggunakan tumbuhan air terjadi proses penyaringan dan penyerapan oleh akar ataupun batang tumbuhan air, proses pertukaran dan penyerapan ion, dan tumbuhan air juga berperan dalam menstabilkan pengaruh iklim, angin, cahaya matahari dan suhu (Khaer & Nursyafitri, 2017).

Filtrasi merupakan suatu proses pemisahan padatan dari cairan menggunakan media berpori untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan koloid sebanyak mungkin, dan zat lainnya. Tujuan filtrasi adalah untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan koloid melalui penyaringan dengan media filter (Puspawati, 2017). Filtrasi adalah pembersihan partikel padat dari suatu fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan, atau septum, dimana zat padat itu tertahan. Pada industri, filtrasi ini meliputi ragam operasi mulai dari penyaringan sederhana hingga pemisahan yang kompleks. Fluida yang difiltrasi dapat berupa cairan atau gas, aliran yang lolos dari saringan mungkin saja cairan, padatan, atau keduanya (Parahita, 2018).

Berdasarkan hasil penelitian Dewi Moni Oktapia dan Tauny Akbar tahun 2020, dengan judul penelitian pengolahan limbah cair tahu dengan metode fitoremediasi tanaman eceng gondok (*eichhornia crassipes*) pada Industri Tahu B Kota Serang, mendapatkan hasil kadar awal BOD 1738 mg/l, COD 6111 mg/l dan TSS 598 mg/l setelah pengolahan selama 21 hari turun menjadi BOD 83,5 mg/l, COD 189 mg/l dan TSS 19 mg/l dengan persentase penurunan BOD 98%, COD 98% dan TSS 98%. Berdasarkan hasil penelitian Tedy Dian Pradana dkk pada tahun 2018 mengenai pengolahan limbah cair tahu untuk

menurunkan kadar TSS dan BOD, mendapatkan hasil rata-rata kadar sebelum perlakuan TSS sebesar 377,43 mg/l dan BOD sebesar 180,21 mg/l, setelah sesudah perlakuan aerasi dan filtrasi (media limbah rambut dan media arang tempurung kelapa) rata-rata kadar TSS 61,15 mg/l dan BOD sebesar 40,39 mg/l, dengan kata lain telah berhasil menurunkan TSS dan BOD dibawah NAB dan rata-rata presentasi penurunan kadar TSS sebesar 83,82% dan BOD sebesar 77,59%.

Berdasarkan data dari Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kota Makassar (2021), jumlah industri tahu di Kota Makassar sebanyak 24 industri tahu yang terhitung sejak tahun 2016 hingga 2021. Industri tahu tersebar hampir di setiap Kecamatan di Kota Makassar. Dari total 24 industri tahu, industri tahu Ridwan yang berada di Kecamatan Panakkukang merupakan tempat industri tahu terbesar serta memiliki skala produksi terbesar di Kota Makassar. Selain itu, berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan sebelumnya, industri tahu pada usaha tahu Ridwan tidak melakukan pengolahan air limbah hasil industri sebelum dibuang ke lingkungan. Sementara lokasi Industri pada Usaha Tahu Ridwan berada di daerah padat penduduk, sehingga memungkinkan akan berdampak besar terhadap masyarakat.

Penggunaan metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi menghasilkan penurunan kadar organik, anorganik dan padatan terlarut yang lebih besar. Fitoremediasi adalah penggunaan tanaman untuk menghilangkan senyawa organik dan anorganik sedangkan filtrasi merupakan proses penyaringan zat

padatan terlarut menggunakan media berpori. Tanpa proses penanganan yang baik, limbah cair tahu dapat menyebabkan berbagai dampak negatif seperti pencemaran air, sumber penyakit, bau tak sedap, meningkatkan pertumbuhan nyamuk, dan menurunkan estetika di sekitar lingkungan sehingga berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dijelaskan diatas maka peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian terkait pengolahan limbah cair tahu dengan menggunakan metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS pada limbah cair industri tahu Pak Ridwan Kota Makassar.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah “Bagaimana Efektivitas Metode Kombinasi Fitoremediasi dan Filtrasi dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS Limbah Cair Industri Tahu pada Usaha Tahu Ridwan Di Kota Makassar?”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Adapun tujuan umum pada penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS limbah cair industri tahu pada Usaha Tahu Ridwan Di Kota Makassar.

2. Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus penelitian ini yaitu:

- a. Untuk mengetahui efektivitas metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi dalam menurunkan kadar BOD limbah cair industri tahu sesuai baku mutu air limbah pada Usaha Tahu Ridwan di Kota Makassar.
- b. Untuk mengetahui efektivitas metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi dalam menurunkan kadar COD limbah cair industri tahu sesuai baku mutu air limbah pada Usaha Tahu Ridwan di Kota Makassar.
- c. Untuk mengetahui efektivitas metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi dalam menurunkan kadar TSS limbah cair industri tahu sesuai baku mutu air limbah pada Usaha Tahu Ridwan di Kota Makassar.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan pengetahuan mengenai efektivitas metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS limbah cair industri tahu sesuai baku mutu air limbah pada Usaha Tahu Ridwan yang diharapkan dapat digunakan sebagai referensi penelitian selanjutnya.

2. Manfaat Institusi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan masukan bagi Pemerintah dan industri pembuatan tahu dalam rangka peningkatan kualitas kesehatan masyarakat dan lingkungan. Selain itu. Dapat menjadi bahan referensi dan bahan bacaan yang diharapkan bermanfaat dalam menambah

pengetahuan mahasiswa FKM Unhas.

3. Manfaat Praktis

Menambah wawasan dan pengalaman bagi pembaca. Selain itu penelitian ini merupakan salah satu syarat kelulusan di bagian departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

4. Manfaat Untuk Penulis

Hasil penelitian ini merupakan pengalaman berharga bagi peneliti dalam mengaplikasikan ilmu yang diperoleh selama mengikuti pendidikan serta memperluas wawasan pengetahuan tentang pengolahan air limbah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Limbah Cair

1. Pengertian Limbah cair

Menurut (Arief, dkk, 2016), Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga). Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 50 tahun 1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri, yang dimaksud dengan limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan. Limbah cair ini umumnya akan dikumpulkan terlebih dahulu kemudian akan mengalami proses pengolahan ataupun kadangkala langsung dibuang ke perairan atau lingkungan (Hidayat, 2016). Pembuangan limbah cair langsung ke lingkungan akan sangat membahayakan dan dapat menimbulkan permasalahan lingkungan yang berakibat negatif bagi ekosistem dan kehidupan makhluk hidup (Saptati & Himma, 2018).

Limbah cair industri tahu berasal dari hasil serangkaian proses produksi tahu. Limbah yang dihasilkan industri tahu sebagian besar dalam bentuk cair, limbah cair dari hasil pengolahan tahu masih mengandung zat-zat organik seperti protein, karbohidrat dan lemak yang berasal dari sisa pengolahan kedelai yang tidak tergumpal menjadi tahu. Selain zat terlarut, limbah cair juga mengandung padatan tersuspensi atau padatan yang

terendapkan, misalnya patogen tahu yang kurang sempurna saat pemrosesan. Limbah padat yang berasal dari hasil pengolahan dimanfaatkan sebagai pakan hewan ternak, sehingga tidak berdampak buruk terhadap lingkungan, sedangkan limbah cair yang dibuang ke lingkungan mengakibatkan bau busuk dan apabila dibuang langsung ke sungai akan menyebabkan tercemarnya sungai tersebut (Utomo, 2018).

Variasi kondisi limbah cair dari berbagai industri tergantung pada proses dan kapasitas produksi setiap industri. Oleh karena keragaman jenis, karakteristik dan volume limbah cair berbagai industri, maka tidak memungkinkan untuk menyeragamkan baku mutu limbah cair pada seluruh industri. Baku mutu untuk limbah cair industri di Indonesia ditetapkan melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi usaha dan/atau kegiatan. Baku mutu limbah cair industri ditetapkan berdasarkan kemampuan teknologi yang secara umum digunakan untuk mengolah limbah cair industri dan/atau daya tampung lingkungan di area industri, untuk mencapai konsentrasi dan/atau beban pencemaran tertinggi (Saptati & Himma, 2018).

2. Sumber Limbah Cair

Menurut (Sitorus, dkk, 2021) jenis dan macam air limbah dikelompokkan berdasarkan sumber penghasil atau penyebab air limbah yang secara umum terdiri dari:

- a. Limbah cair domestik atau rumah tangga (*domestic wastewater*), yaitu limbah hasil dari kegiatan rumah tangga, perkantoran, perdagangan dan sisa bahan bangunan.
- b. Limbah cair industri (*industrial wastewater*), yaitu limbah cair sisa kegiatan industri seperti industri tekstil dalam proses pewarnaan kain, industri pengolahan makanan air yang digunakan untuk proses pencucian bahan seperti daging , buah, sayur.
- c. Rembesan dan luapan (*infiltration and inflow*), yaitu limbah cair karena adanya kebocoran, sehingga merembes ke dalam tanah atau adanya luapan dari permukaan. Instalasi pemasangan AC atau pendingin ruangan, saluran pembuangan air di atap gedung atau rumah.
- d. Air hujan (*storm water*), yaitu air hujan memiliki banyak manfaat, tetapi saat air hujan sudah sampai pada permukaan tanah dan tidak meresap kedalam tanah, air hujan akan mengalir menuju ke tempat yang lebih rendah. Proses mengalirnya air, akan membawa partikel-partikel yang terdapat di permukaan tanah yang dilaluinya. Proses inilah yang menyebabkan air hujan termasuk sebagai limbah cair.

3. Karakteristik Limbah Cair

Limbah cair baik domestik maupun non domestik mempunyai beberapa karakteristik sesuai dengan sumbernya, karakteristik limbah cair dapat digolongkan pada karakteristik fisik, kimia, dan biologi sebagai berikut (Metcalf & Eddy, 2003):

a. Karakteristik Fisika

Karakteristik fisika ini terdiri dari beberapa parameter, diantaranya:

1) Total Solid (TS)

Padatan terdiri dari bahan padat organik maupun anorganik yang dapat larut, mengendap atau tersuspensi. Bahan ini pada akhirnya akan mengendap di dasar air sehingga menimbulkan pendangkalan pada dasar badan air penerima

2) Total Suspended Solid (TSS)

Merupakan jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron.

3) Warna

Pada dasarnya air bersih tidak berwarna, tetapi seiring dengan waktu dan meningkatnya kondisi anaerob, warna limbah berubah dari yang abu-abu menjadi kehitaman.

4) Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik, serta menunjukkan sifat optis air yang akan membatasi pencahayaan kedalam air.

5) Temperatur

Merupakan parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air dan penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari-hari.

6) Bau

Disebabkan oleh udara yang dihasilkan pada proses dekomposisi materi atau penambahan substansi pada limbah.

b. Karakteristik Kimia

1) *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Biological oxygen demand atau kebutuhan oksigen biologis adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan untuk memecah atau mendegradasi atau mengoksidasi limbah organik yang terdapat di dalam air.

2) *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam ppm (*part per milion*) (Metcalf & Eddy, 2003).

3) Derajat keasaman (pH)

Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5 - 7,5. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar kecilnya pH. Bila pH di bawah pH normal, maka air tersebut bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas pH normal bersifat basa.

c. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air terutama air yang dikonsumsi sebagai air minum dan air bersih.

Parameter yang biasa digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah. Pengolahan air limbah secara biologis dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Mikroorganisme mengonsumsi bahan-bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolismenya (Metcalf & Eddy, 2003).

4. Dampak Limbah Cair

Limbah adalah sisa hasil kegiatan sehingga sebelum dibuang harus diolah terlebih dahulu agar tidak menimbulkan dampak negatif. Berikut adalah dampak yang ditimbulkan oleh limbah, yaitu: (Sugiharto, 1987).

a. Gangguan terhadap kesehatan

Air limbah dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia karena banyak terdapat bakteri patogen dan dapat menjadi media penularan penyakit. Selain itu, air limbah juga dapat menyebabkan iritasi, bau, suhu yang tinggi serta bahan yang mudah terbakar.

b. Gangguan terhadap kehidupan biotik

Banyaknya zat yang terkandung dalam air limbah menyebabkan kadar oksigen terlarut dalam air menurun sehingga kehidupan di dalam air akan terganggu. Temperatur limbah yang tinggi juga akan menyebabkan kematian organisme air. Kematian bakteri akan

menyebabkan penjernihan air limbah menjadi terhambat dan sukar diuraikan.

c. Gangguan terhadap keindahan

Limbah yang mengandung ampas, lemak, dan minyak akan menimbulkan bau, wilayah sekitar akan licin oleh minyak, tumpukan ampas yang mengganggu, dan gangguan pemandangan.

d. Gangguan terhadap benda

Air limbah yang mengandung gas CO₂ akan mempercepat proses terbentuknya karat pada benda yang terbuat dari besi dan bangunan.

Kadar pH limbah yang terlalu rendah atau tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada benda yang dilaluinya. Lemak pada air limbah akan menyebabkan terjadinya penyumbatan dan membocorkan saluran air limbah. Hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan material karena biaya perawatan yang semakin besar.

B. Tinjauan Umum Tentang Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah penggunaan tanaman dan mikroorganisme untuk mereduksi kandungan limbah. Fitoremediasi adalah sebuah teknologi menggunakan berbagai tanaman untuk mendegradasi, mengekstrak atau menghilangkan kontaminan dari tanah dan air. Tanaman air berperan sebagai aerator perairan melalui proses fotosintesis, mengatur aliran air, membersihkan aliran tercemar melalui proses sedimentasi serta penyerapan partikel dan mineral (Ahmad & Adiningsih, 2019).

Fitoremediasi merupakan istilah umum pemanfaatan tumbuhan untuk mengusir atau mendegradasi bahan pencemar tanah seperti logam berat, pestisida, polyaromatichydrocarbons, dan lindi dari timbunan sampah landfill. Tumbuhan telah digunakan untuk menstabilkan dan mengambil logam pencemar dari tanah dan air. Dalam proses remediasi, tumbuhan dapat bersifat aktif maupun pasif dalam mendegradasi bahan polutan. Secara aktif tumbuhan memiliki kemampuan yang berbeda dalam fitoremediasi. Ada yang melakukan proses fitotransformasi, fitoekstraksi, rizofiltrasi, fitodegradasi, fitostabilisasi, fitovolatilisasi (Juhriah & Alam, 2016).

Fitoremediasi pada dasarnya adalah penggunaan tumbuhan dan asosiasi mikroba tanah untuk mengurangi konsentrasi atau mengurangi pengaruh beracun bahan pencemar dalam lingkungan. Fitoremediasi dapat digunakan untuk menyingkirkan logam berat, radionuklida, dan bahan pencemar organik. Istilah fitoremediasi adalah kombinasi dari dua kata yaitu "*phyto*" yang berarti tumbuhan dan "*remedium*" berarti memperbaiki atau membuang makhluk jahat. Tumbuhan hijau memiliki kemampuan luar biasa menyerap bahan pencemar dari lingkungan tumbuhnya dan menetralkan daya meracun bahan pencemar yang diserapkan melalui berbagai mekanisme. Tahapan tanaman dalam proses fitoremediasi disebut dengan fitoproses. Ada beberapa tahapan yang terjadi dalam fitoproses tanaman sebagai berikut: (Handayanto et al., 2017).

1. Fitoekstraksi

Fitoekstraksi adalah penyerapan senyawa pencemar dari tanah atau air oleh akar tanaman serta translokasi dan akumulasi senyawa pencemar tersebut di dalam bagian atas tanah, yaitu tajuk tanaman.

2. Fitostabilisasi atau fitoimobilisasi

Fitostabilisasi atau fitoimobilisasi adalah penggunaan tumbuhan tertentu untuk stabilisasi bahan pencemar dalam tanah. Teknik ini digunakan untuk mengurangi mobilitas dan ketersediaan hayati bahan pencemar di lingkungan sehingga mencegah pergerakan bahan pencemar masuk ke dalam air tanah atau ke dalam rantai makanan.

3. Fitovolatilisasi

Fitovolatilisasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menyerap unsur beracun dan kemudian mengkonversi dan melepaskannya dalam bentuk kurang beracun ke atmosfer, menyerap unsur logam yang mudah menguap dari dalam tanah dan menguapkannya ke daun.

4. Fitodegradasi

Fitodegradasi adalah degradasi pencemar organik oleh tumbuhan dengan bantuan enzim seperti dehalogenase dan oksigenase dan tidak tergantung pada mikroorganisme. Beberapa peneliti telah menggunakan teknik fitodegradasi untuk pencemar organik, termasuk herbisida dan insektisida sintetik dengan menggunakan tanaman hasil rekayasa genetika.

5. Rhizofiltrasi

Rhizofiltrasi adalah penggunaan akar tumbuhan atau bibit, mirip dengan konsep fitoekstraksi, digunakan untuk menyerap bahan pencemar, terutama logam dari air, tanah dan air limbah. Rizofiltrasi adalah dari tanah disekitar permukaan akar tumbuhan. Tumbuhan yang digunakan tidak ditanam langsung tetapi di aklimatisasi lebih dulu untuk menyesuaikan kondisi lingkungan yang tercemar. Tanaman ditumbuhkan secara hidroponik dalam air sampai system perakaran berkembang.

Fitoremediasi adalah upaya penggunaan tanaman untuk dekontaminasi limbah. Salah satu jenis tanaman yang dapat digunakan untuk meremediasi limbah adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Eceng gondok merupakan gulma air karena pertumbuhannya yang begitu cepat. Karena pertumbuhan yang cepat maka eceng gondok dapat menutupi permukaan air dan menimbulkan masalah pada lingkungan. Namun disisi lain, eceng gondok bermanfaat karena mampu menyerap zat organik, zat anorganik serta logam berat yang merupakan bahan pencemar. Eceng gondok juga termasuk tumbuhan yang memiliki toleransi tinggi terhadap logam berat karena mempunyai kemampuan membentuk fitokelatin di mana senyawa peptide yang dihasilkan oleh tanaman mampu mengkhelat logam dalam jumlah yang besar (Djo, dkk, 2017).

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) adalah gulma air yang memiliki daya regenerasi yang tinggi. Bagian eceng gondok yang kontak oleh aliran air akan berkembang menjadi eceng gondok dewasa. Eceng gondok air dapat

hidup dengan baik dalam air limbah yang memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. Eceng gondok memiliki tudung akar dan rambut akar yang mencolok. Akar berfungsi untuk mengisap atau menyerap makanan di dalam air. Eceng gondok dan 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 eceng gondok dan kangkung air. Pada proses ini zat organik akan mengalami reaksi biologi dan terakumulasi di dalam batang tanaman dan diteruskan ke daun (Ahmad & Adiningsih, 2019).

Eceng gondok memiliki akar yang bercabang-cabang halus, permukaan akarnya digunakan oleh mikroorganisme sebagai tempat pertumbuhan. Eceng gondok dapat digunakan untuk menghilangkan polutan, karena fungsinya sebagai sistem filtrasi biologis, menghilangkan nutrisi mineral, untuk menghilangkan logam berat seperti cuprum, aurum, cobalt, strontium, merkuri, timah, kadmium, dan nikel. Mekanisme yang mungkin terjadi ketika tanaman eceng gondok mengakumulasi Pb ke dalam jaringannya adalah *xylem* mekanisme rizofiltrasi dan fitoekstraksi. Mekanisme ini terjadi ketika akar tumbuhan mengabsorpsi larutan polutan sekitar akar ke dalam akar, yang selanjutnya ditranslokasi ke dalam organ tumbuhan melalui pembuluh (Alu, dkk, 2011).

C. Tinjauan Umum Tentang Filtrasi

Filtrasi (penyaringan) adalah proses pemisahan partikel zat padat dari fluida dengan jalan melewatkan fluida tersebut melalui suatu medium

penyaring atau septum (septum), di mana zat padat itu tertahan. Istilah medium penyaring dapat dikatakan juga sebagai medium berpori (*filter cloth*). Dalam operasi filtrasi, partikel-partikel padatan tersuspensi dalam cairan atau gas dihilangkan secara fisika atau mekanis dengan cara melewatkannya melalui medium penyaringan tersebut. Di dalam campuran zat cair, partikel-partikel padat tersuspensi dapat berupa partikel yang sangat halus, partikel tegar (*rigid*) atau plastis, berbentuk bulat atau beragam dan partikel agregat atau individual (diskrit) (Geankoplis, 1987).

Filtrasi yang merupakan proses pemisahan padatan dari cairan menggunakan media berpori untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan koloid sebanyak mungkin, dan zat lainnya. Tujuan filtrasi adalah untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan koloid melalui penyaringan dengan media filter. Media yang ideal untuk media filter adalah media yang memiliki luas permukaan yang besar per volume bak, murah, dan awet. Secara umum, bahan yang digunakan adalah granit dan potongan batu, karena biayanya murah, dan sebagai tempat mengisi biomassa (Puspawati, 2017).

Filtrasi adalah pembersihan partikel padat dari suatu fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan, atau septum, di mana zat padat itu tertahan. Pada industri, filtrasi ini meliputi ragam operasi mulai dari penyaringan sederhana hingga pemisahan yang kompleks. Fluida yang difiltrasi dapat berupa cairan atau gas, aliran yang lolos dari saringan mungkin saja cairan, padatan, atau keduanya (Parahita, 2018). Media yang ideal untuk media filter adalah media yang memiliki luas permukaan yang besar per

volume bak, murah, dan awet. Secara umum, bahan yang digunakan adalah granit dan potongan batu, karena biayanya murah, dan sebagai tempat mengisi biomassa. Metode filtrasi yang digunakan pada studi ini menggunakan media batu bata, kerikil dan karbon aktif.

Bahan dasar dalam pembuatan batu bata adalah tanah dengan bahan tambahan air. Unsur-unsur yang ada didalamnya terdiri dari 4 komponen yaitu bahan mineral, zat organik, air dan udara. Unsur-unsur mineral tanah terdiri dari kerikil, pasir, debu dan tanah liat. Sedangkan susunan elemen senyawa mineral tanah terdiri dari oksigen (46,6%), silikon (27,7%), aluminium (8,1%), besi (5%), kalsium (3,6%), natrium (2,8%), magnesium (2,1%) dan sisanya campuran (1,5%). Zat organik dalam tanah terdiri dari biomassa tanaman dan berbagai tingkat penguraian dan pembusukan. Zat organik bila terurai akan menciptakan ruang-ruang yang berpori dan saluran tanah serta dapat mempertahankan struktur pembutiran dan meningkatkan penyerapan air. Salah satu sifat penting mineral dan zat organik tanah adalah mempunyai kemampuan penyerapan terhadap air yang melaluinya. Sistem penyaringan dengan batu bata disebut juga dengan sistem grogfilter. Batu bata digunakan karena rongga udara yang terdapat dalam batu bata cukup besar sehingga daya serapnya tinggi (Aidah et al., 2009).

Batu Kerikil (*Pebbles*) adalah butiran batu lebih besar dari pada pasir dan lebih kecil daripada kerakal (kira-kira sebesar biji kacang tanah atau biji nangka) dan endapan batuan yang komponennya bulat, biasanya bercampur dengan tanah liat dan pasir. Batu kerikil sebenarnya menunjukkan besaran butir

pasir, dapat dikategorikan sebagai batu pasir yang banyak mengandung silika. Umumnya bertekstur halus dan berbentuk bulat terbentuk akibat dari pecahan batu gunung yang kemudian terseret air hingga ke laut dan selama ribuan tahun saling beradu sesamanya dan terkikis air, karena itu diperoleh di daerah pesisir pantai. Tersedia dalam beberapa warna, ukuran dan bentuk. Fungsi kerikil untuk filter air adalah sebagai celah agar air dapat mengalir melalui lubang bawah. Kerikil penyaring kotoran-kotoran kasar (Fajri, 2017).

Karbon aktif merupakan suatu zat karbon yang berwarna hitam dan mempunyai tingkat porositas tinggi. Luas permukaan spesifiknya antara 500-1500 m² per gram, mempunyai daya adsorpsi yang besar terhadap zat-zat misalnya detergen, senyawa fenol, warna organik, gas H₂S, metana, dan zat-zat organik lainnya dalam bentuk gas maupun cairan. Karbon aktif alamiah adalah berupa butiran karbon dan bubuk karbon untuk pengolahan air limbah dan setelah dipergunakan perlu diaktifkan kembali. Persiapan karbon dipergunakan melalui pembuatan arang dari bahan kayu atau batubara. Bahan ini kemudian dibakar sampai berwarna merah. Partikel batubara kemudian diaktifkan dengan menambah gas oksigen pada tekanan tinggi. Gas ini mengembangkan struktur rongga yang ada pada batu bara/arang sehingga memperluas permukaan (Rohmawati, 2019).

Karbon aktif merupakan suatu media yang bersifat adsorben yang dalam tujuan pengolahannya adalah untuk membantu mengurangi kandungan bahan organik, partikel yang tidak dapat diuraikan (*non biodegradable*) ataupun gabungan antara bau, warna, dan rasa pada air limbah. Karbon aktif seolah-

olah menyerap berbagai bau, warna, rasa dan lain sebagainya yang dalam peristiwa reaksi kimia disebut “Adsorpsi”. Adsorpsi (*adsorption*) yaitu menempelnya zat-zat organik dan anorganik ke permukaan karbon aktif akibat gaya London (tipe gaya dari gaya *van der Waals*).

Ijuk merupakan bahan dari tanaman aren yang memiliki seratkasar dan lignin pada dinding selnya serta bersifat kuat dan keras. Ijuk biasanya digunakan sebagai penyaring dan pengikat bahan organik dalam air. Sedangkan kemampuan untuk mengabsorpsi kandungan garam dalam air payau belum banyak diketahui (Teke, dkk, 2021).

D. Industri Tahu

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 142 Tahun 2015 tentang Kawasan Industri, industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengelola bahan baku dan/atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa industri. Tahu merupakan salah satu jenis makanan yang dibuat dari kedelai. Tahu dibuat dengan cara memekatkan protein dan mencetaknya melalui proses pengendapan pada titik isoelektrisnya. Tahu adalah gumpalan protein kedelai yang diperoleh dari hasil penyaringan kedelai yang telah digiling dengan penambah air (Sarwono & Saragih, 2004).

Tahap pencetakan diakhiri dengan pemotongan yang sesuai ukuran yang diinginkan. Tahu juga merupakan makanan yang mengandung banyak gizi dan mudah diproduksi. Untuk memproduksi tahu bahan-bahan yang dibutuhkan hanya berupa kacang kedelai, sehingga saat ini dapat ditemukan banyak pabrik

pembuat tahu baik dalam bentuk usaha kecil maupun usaha menengah yang masih menggunakan cara konvensional (Suprapti, 2005).

Tahu termasuk bahan makanan yang berkadar air tinggi. Besarnya kadar air dipengaruhi oleh bahan penggumpalan yang dipakai pada saat pembuatan tahu. Bahan penggumpalan asam menghasilkan tahu dengan kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan garam kalsium. Bila dibandingkan dengan kandungan airnya, jumlah protein tahu tidak terlalu tinggi, hal ini disebabkan oleh kadar airnya yang sangat tinggi. Selain air, protein juga merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme pembusuk yang menyebabkan bahan mempunyai daya awet rendah (Suprapti, 2005).

Menurut Undang-Undang RI No. 20 Tahun 2008 tentang Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah, kriteria usaha kecil dan menengah dijelaskan bahwa usaha kecil adalah usaha ekonomi produktif yang berdiri sendiri, yang dilakukan oleh orang perorangan atau badan usaha yang bukan merupakan anak perusahaan atau bukan cabang perusahaan yang dimiliki, dikuasai, atau menjadi bagian baik langsung maupun tidak langsung dari usaha menengah atau usaha besar. Sedangkan pengertian dari usaha menengah adalah usaha ekonomi produktif yang berdiri sendiri, yang dilakukan oleh orang perorangan atau badan usaha yang bukan merupakan anak perusahaan atau cabang perusahaan yang dimiliki, dikuasai, atau menjadi bagian baik langsung maupun tidak langsung dengan usaha kecil atau usaha besar dengan jumlah kekayaan bersih atau hasil penjualan tahunan sebagaimana diatur dalam undang-undang ini.

Kriteria usaha kecil dan menengah menurut UU RI No. 20 Tahun 2008 adalah sebagai berikut:

1. Kriteria Usaha Kecil adalah sebagai berikut:
 - a. Memiliki kekayaan bersih lebih dari Rp50.000.000,00 (lima puluh juta rupiah) sampai dengan paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah) tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha;atau
 - b. Memiliki hasil penjualan tahunan lebih dari Rp300.000.000,00 (tiga ratus juta rupiah) sampai dengan paling banyak Rp2.500.000.000,00 (dua miliar lima ratus juta rupiah).
2. Kriteria Usaha Menengah adalah sebagai berikut:
 - a. Memiliki kekayaan bersih lebih dari Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah) sampai dengan paling banyak Rp10.000.000.000,00 (sepuluh miliar rupiah) tidak termasuk tanah dan bangunan tempat usaha;atau
 - b. Memiliki hasil penjualan tahunan lebih dari Rp2.500.000.000,00 (dua miliar lima ratus juta rupiah) sampai dengan paling banyak Rp50.000.000.000,00 (lima puluh miliar rupiah).

E. Proses Produksi Tahu

Pada umumnya tahu dibuat oleh para pengrajin atau industri rumah tangga dengan peralatan dan teknologi yang sederhana. Urutan proses atau cara pembuatan tahu pada semua industri kecil tahu pada umumnya hampir sama dan walaupun ada perbedaan hanya pada urutan kerja atau jenis zat penggumpalan protein yang digunakan. Pembuatan tahu pada prinsipnya dengan cara mengekstraksi protein, kemudian menggumpalkannya, sehingga

terbentuk padatan protein. Cara penggumpalan susu kedelai yang umum dilakukan dengan penambahan bahan penggumpalan berupa asam. Bahan penggumpalan yang biasa digunakan adalah asam cuka.

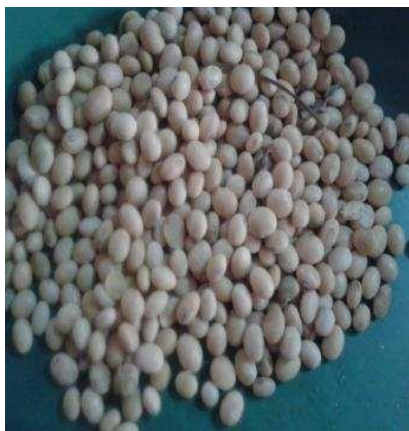
Tahapan proses pembuatan tahu secara umum menurut Nurhasan dan Pramudyanto (1987) adalah sebagai berikut:

1. Kedelai yang telah dipilih dibersihkan dan disortasi. Pembersihan dilakukan dengan ditampi atau menggunakan alat pembersih.
2. Perendaman dalam air bersih agar kedelai dapat mengembang dan cukup lunak untuk digiling. Lama perendaman berkisar 4-10 jam.
3. Pencucian dengan air bersih. Jumlah air yang digunakan tergantung pada besarnya atau jumlah kedelai yang digunakan.
4. Penggilingan kedelai menjadi bubur kedelai dengan mesin giling. Untuk memperlancar penggilingan perlu ditambahkan air dengan jumlah yang sebanding dengan jumlah kedelai
5. Pemasakan kedelai dilakukan diatas tungku dan didihkan selama 5 menit. Selama pemasakan ini dijaga agar tidak berbuih, dengan cara menambahkan air dan diaduk.
6. Penyaringan bubur kedelai dilakukan dengan kain penyaring. Ampas yang diperoleh diperas dan bilas dengan air hangat. Jumlah ampas basah kurang lebih 70% sampai 90% dari bobot kering kedelai.
7. Setelah itu dilakukan penggumpalan dengan menggunakan air asam, pada suhu 50°C , kemudian didiamkan sampai terbentuk gumpalan besar.

Selanjutnya air di atas endapan dibuang dan sebagian digunakan untuk proses penggumpalan kembali.

- Langkah terakhir adalah pengepresan dan pencetakan yang dilapisi dengan kain penyaring sampai padat. Jika air tinggal sedikit, maka cetakan dibuka dan diangin-anginkan kemudian dilakukan pemotongan.

Berikut gambar alur pembuatan tahu :



Gambar 2.1 Kedelai yang telah dipilih



Gambar 2.2 Proses perendaman kedelai



Gambar 2.3 Proses pencucian kedelai



Gambar 2.4 Proses penggilingan kedelai



Gambar 2.5 Bubur kedelai



Gambar 2.6 Proses pemasakan kedelai



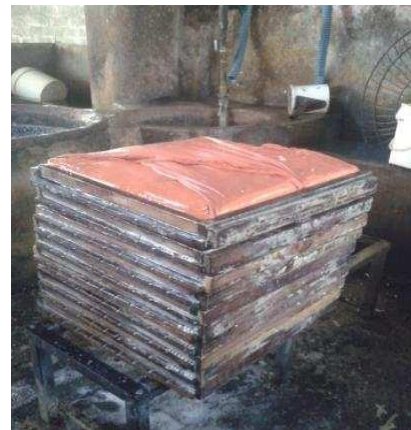
Gambar 2.7 Proses penyaringan bubur kedelai



Gambar 2.8 Proses penambahan asam cuka



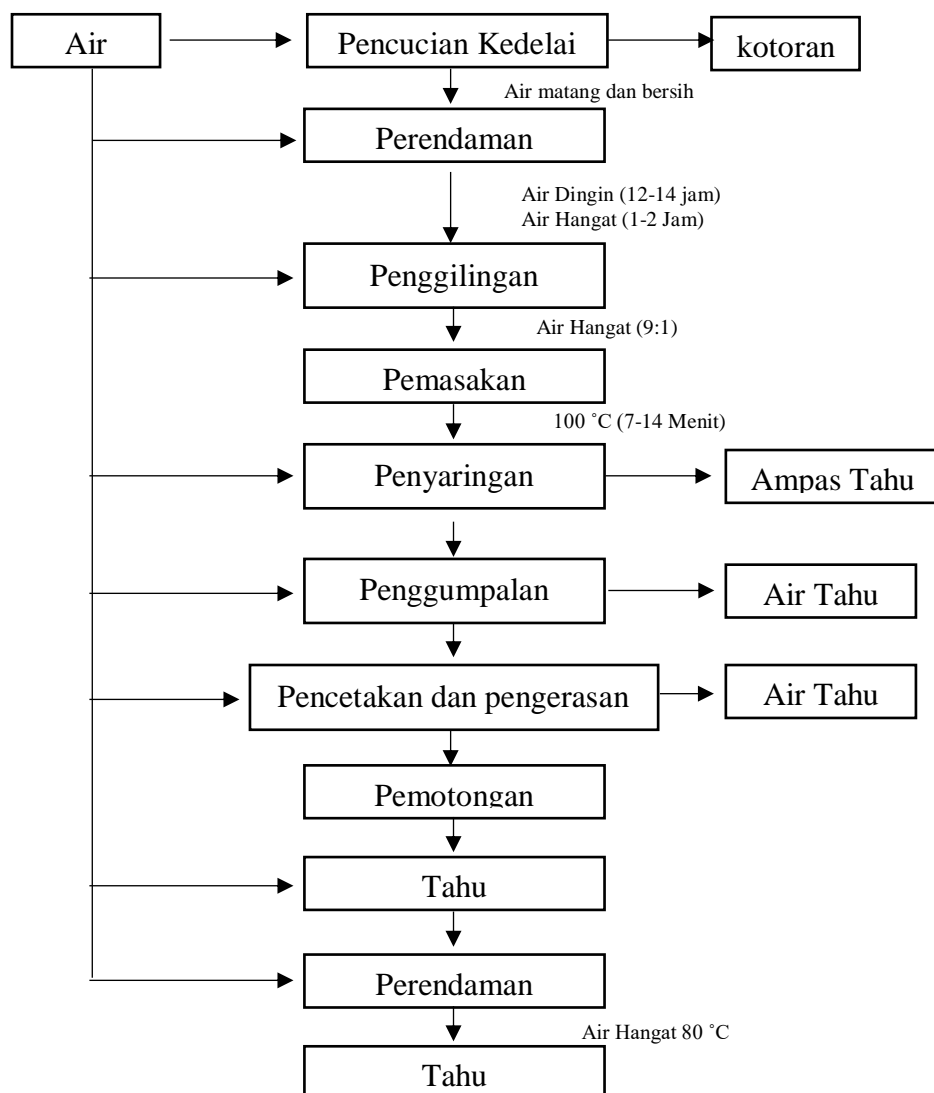
Gambar 2.9 Proses pencetakan



Gambar 2.10 Proses pengepresan



Gambar 2.11 Proses pemotongan



Gambar 2.12 Bagan Proses Pembuatan Tahu (Yayat dhahiyat, 1990)

F. Sumber Limbah Industri Tahu

Pada umumnya, limbah industri tahu dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat tahu berupa kotoran hasil pembersihan kedelai (batu, tanah, kulit kedelai dan benda padat lainnya yang ada pada kedelai) dan sisa saringan bubur kedelai yang disebut ampas tahu. Ampas tahu ini masih memiliki kadar protein tinggi sehingga masih bisa dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Munawaro et al., 2013).

Limbah cair pada proses produksi tahu berasal dari proses perendaman, penyaringan dan pengepresan atau 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. 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 (Pujiastuti, 2013).

Pada awalnya warna limbah cair tahu saat sebelum dilakukan pengolahan berupa kuning muda dan disertai dengan adanya padatan tersuspensi berwarna putih yaitu ampas tahu yang ikut terbawa limbah cair tahu. Terjadinya perubahan warna pada limbah cair tahu dikarenakan padatan tersuspensi beserta bahan organik yang ada pada limbah cair tahu tersebut kemudian mengalami penguraian biologi maupun kimia oleh mikroorganisme. Pada kondisi aerob bakteri pengurai senyawa organik membutuhkan oksigen sebagai akseptor elektron akhir dalam metabolisme mikroba. Pada proses aerob tersebut hasil pengolahan zat organik dengan adanya oksigen terlarut diubah

menjadi sel baru, energi untuk sel, hidrogen maupun karbondioksida oleh sel bakteri tersebut dalam kondisi oksigen yang cukup. Persamaan umum reaksi penguraian secara aerob adalah sebagai berikut: (Tchobanoglous & Franklin, 2003).

Bahan Organik + O₂ → Sel Baru + Energi untuk Sel + CO₂ + H₂O + produk akhir lain

Tingginya protein yang merupakan zat organik yang terkandung dalam limbah tahu mengakibatkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam perairan untuk mendegradasi limbah tersebut sangat besar. Adanya proses penguraian oleh mikroorganisme karena kandungan bahan organik yang tinggi dari limbah cair tahu tersebut menyebabkan menipisnya kandungan oksigen terlarut dalam limbah cair tahu ditambah dengan padatnya endapan tersuspensi yang terkandung pada limbah cair tahu menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis maupun difusi oksigen oleh udara luar kedalam limbah cair tahu sehingga kadar oksigen di dalam air limbah menjadi semakin sedikit, maka akan terciptalah kondisi anaerobik di mana bakteri anaerob lebih dominan bekerja pada kondisi tanpa suplai oksigen sehingga jika hal ini dibiarkan secara terus menerus dapat menghasilkan perubahan warna menjadi coklat hingga hitam pekat. Keseluruhan reaksi pada kondisi anaerob dapat dilihat pada persamaan berikut (Wardhani, 2015).

Dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran bahan organik limbah industri tahu adalah gangguan terhadap kehidupan biotik yang disebabkan oleh meningkatnya kandungan bahan organik. Selama proses metabolisme oksigen

banyak dikonsumsi, sehingga apabila bahan organik dalam air sedikit, oksigen yang hilang dari air akan segera diganti oleh oksigen hasil proses fotosintesis dan oleh reaerasi dari udara. Apabila konsentrasi beban organik terlalu tinggi, maka akan tercipta kondisi anaerobik yang menghasilkan produk dekomposisi berupa amonia, karbondioksida, asam asetat, hidrogen sulfida, dan metana. Senyawa-senyawa tersebut sangat toksik bagi sebagian besar hewan air, dan akan menimbulkan bau. Bila kondisi anaerobik tersebut dibiarkan maka air limbah akan berubah warnanya menjadi cokelat kehitaman dan berbau busuk.

G. Parameter Limbah Cair Industri Tahu

Parameter air limbah adalah komponen yang terdapat dalam air limbah dan digunakan sebagai indikator. Parameter air limbah tahu yang biasanya diukur antara lain temperatur, pH, padatan-padatan tersuspensi seperti Total Suspended Solid (TSS) dan kebutuhan oksigen BOD dan COD. Temperatur biasanya diukur dengan menggunakan termometer air raksa dengan skala Celsius. Nilai pH air digunakan untuk mengekspresikan kondisi keasaman (konsentrasi ion hidrogen) air limbah. Skala pH berkisar antara 1-14; kisaran nilai pH 1-7 termasuk kondisi asam, pH 7-14 termasuk kondisi basa, dan pH 7 adalah kondisi netral. Ada beberapa parameter yang penting dalam pemantauan air limbah industri tahu, yaitu:

1. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air untuk memecah (mendegradasi) bahan buangan organik yang ada di dalam air lingkungan tersebut. Mikroorganisme yang memerlukan

oksigen untuk memecah bahan buangan organik sering disebut dengan bakteri aerob, mikroorganisme yang tidak memerlukan oksigen disebut dengan bakteri anaerobic (Sitorus dkk, 2021).

BOD merupakan uji yang umum dilakukan Penentuan di laboratorium untuk kualitas limbah. Prosedur laboratorium menggunakan kebutuhan oksigen relatif oleh limbah cair, efluen, dan polutan air. Nilai BOD mengindikasikan jumlah bahan organik yang terdegradasi secara biologis dan oksigen digunakan untuk mengoksidasi bahan anorganik seperti sulfide dan besi. Oksigen juga digunakan untuk mengoksidasi senyawa nitrogen tereduksi. Uji BOD ini menjadi standar dalam penentuan kualitas limbah cair yang akan dibuang di berbagai negara termasuk Indonesia. BOD secara konvensional ditentukan dengan sampel limbah yang diaerasi dengan baik ditempatkan dalam botol tertutup, diinkubasi pada waktu tertentu dengan suhu 20 ± 1 °C dalam keadaan gelap dan jumlah oksigen yang dikonsumsi diukur pada akhir inkubasi (Hidayat, 2016).

Pada dasarnya pengujian BOD hanya merupakan indeks jumlah bahan organik yang dapat dimetabolisme oleh mikroorganisme. Bukan keseluruhan bahan organik yang ada. Pada limbah dengan BOD yang tinggi memerlukan pengenceran dalam analisisnya. Hal ini disebabkan semakin tinggi BOD maka limbah tersebut memiliki oksigen terlarut yang semakin rendah. Salah satu kelemahan uji BOD adalah waktu inkubasinya yang lama (umumnya menggunakan waktu standar lima hari). Oleh sebab itu, selain

menggunakan uji BOD maka dalam uji kualitas limbah juga dilakukan uji COD (Hidayat, 2016).

Pemeriksaan BOD mengikuti prinsip reaksi oksidasi zat-zat organik menggunakan oksigen yang tersedia dalam limbah cair yang dapat berlangsung karena adanya aktivitas sejumlah bakteri yang terdapat dalam limbah tersebut. Selama dua hari, secara teoretis diperkirakan sebagian reaksi oksidasi yang dilakukan oleh bakteri telah tercapai. BOD merupakan total oksigen yang dihutuhkun oleh sejumlah bakteri untuk menguraikan semua zat-zat organik yang terlarut maupun yang tersuspensi dalam air menjadi bahan organik yang lebih sederhana. Dengan demikian nilai BOD ini hanya setara dengan jumlah bahan organik yang dikonsumsi bakteri (Ethica, 2018).

2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD adalah jumlah oksigen (mg O_2) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ digunakan sebagai sumber oksigen. Pengukuran limbah dengan COD adalah bentuk lain pengukuran kebutuhan oksigen dalam air limbah. Metode ini lebih singkat waktunya dibandingkan dengan analisis BOD. Uji COD sebagai alternatif uji penguraian beberapa komponen yang stabil terhadap reaksi biologi atau tidak dapat diurai/dioksidasi oleh mikroorganisme. Parameter COD merupakan parameter utama dalam menentukan tingkat pencemaran perairan selain BOD (Sitorus dkk, 2021).

COD atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia. Dalam hal ini bahan buangan organik akan dioksidasi oleh Kalium bikromat menjadi gas CO₂ dan H₂O serta sejumlah ion Chrom. Kalium bikromat atau K₂Cr₂O₇ digunakan sebagai sumber oksigen. Jumlah oksigen yang diperlukan untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan organik sama dengan jumlah kalium bichromat yang dipakai pada reaksi oksidasi, berarti makin banyak oksigen yang diperlukan. Ini berarti bahwa air lingkungan makin banyak tercemar oleh bahan buangan organik (S Arlinda et al., 2016).

Pengukuran kekuatan limbah menggunakan parameter COD adalah cara yang berbeda dalam mengukur kebutuhan oksigen dalam air limbah. Dibandingkan dengan metode BOD, metode COD ini membutuhkan waktu pengujian yang lebih singkat. Prinsip pengukuran COD adalah pengukuran jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi tidak hanya bahan-bahan organik, tetapi juga anorganik yang umumnya terdiri dari kebutuhan senyawa-senyawa yang tidak dapat dipecah secara biokimia (Ethica, 2018).

3. TSS (*Total Suspended Solids*)

TSS merupakan salah satu faktor penting menurunnya kualitas air sehingga menyebabkan perubahan secara fisik, kimia dan biologi. Perubahan secara fisik meliputi penambahan zat padat baik bahan organik maupun bahan anorganik ke dalam perairan sehingga meningkatnya kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi sinar matahari ke

dalam badan air. Berkurangnya penetrasi sinar matahari akan berpengaruh pada proses fotosintesis oleh fitoplankton dan tumbuhan air lainnya (Paulus et al., 2020). Menurut Effendi (2003) dalam (Paulus et al., 2020). TSS (*total suspended solid*) merupakan materi atau bahan tersuspensi yang terkandung dalam air yang kemudian menyebabkan air menjadi keruh, partikel tersuspensi ini umumnya terdiri dari lumpur, pasir halus serta jasad-jasad renik yang disebabkan oleh kikisan air tanah atau erosi yang terbawah badan air.

Total padatan tersuspensi (TSS) merupakan padatan yang terdapat pada air limbah. Padatan ini dapat berupa bahan organik ataupun mikroorganisme. Senyawa yang sering menjadi padatan tersuspensi karena tidak larut adalah asam amino ataupun protein. Bakteri, baik yang patogen maupun yang tidak, dapat menjadi padatan tersuspensi bersama-sama dengan padatan lainnya. Bakteri patogen harus dapat diendapkan sebelum efluen dibuang ke badan air. Efluen tidak boleh mengandung partikel-partikel yang berbahaya bagi lingkungan. Inaktivasi bakteri patogen juga dapat dilakukan melalui pengendapan dalam lumpur aktif dengan cara pembentukan flok. Kebanyakan bakteri patogen mati pada lumpur aktif. Jika tidak, penanganan dengan digester anaerob perlu dilakukan (Hidayat, 2016). TSS terdiri dari partikel-partikel yang berukuran kecil maupun ukurannya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahun-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme (Nasution, 2008 dalam Paulus et al., 2020)

Tingginya TSS dalam perairan dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut, jika hal ini akan berlangsung lama maka perairan tersebut menjadi anaerob, sehingga organisme aerob akan mati. Tingginya TSS dalam air dapat secara langsung mengganggu biota perairan seperti ikan, karena TSS akan tersaring dalam insang pada ikan. Nilai TSS merupakan salah satu parameter biofisik perairan yang secara dinamis mencerminkan perubahan yang terjadi di daratan maupun perairan (Paulus et al., 2020).

Bakteri yang hidup sering kali memiliki sifat untuk membentuk komunitas sehingga menyatu satu dengan yang lain membentuk flok dan mengendap. Hal ini yang menyebabkan TSS menurun. Namun demikian, pada aerasi yang cepat seringkali bakteri ada yang mati dan pecah. Pecahan bakteri berupa dinding sel dan serat dapat meningkatkan nilai TSS pada limbah cair (Hidayat, 2016).

TSS terkadang digunakan atau diperlukan untuk meningkatkan kemampuan hidup mikroorganisme. Sebagai contoh, penambahan kaolin akan meningkatkan TSS. Kaolin akan mengabsorpsi surfaktan sehingga sifat toksisitas surfaktan akan berkurang. Kaolin yang telah menyerap surfaktan ini kemudian dipisahkan pada bak pengendapan. Kaolin adalah mineral lempung yang memiliki komposisi kimia $Al_2Si_2O_5(OH)_4$, Kaolin kaya Si dan Al, dengan demikian, kedua mineral ini adalah dalam kondisi inaktif sehingga harus diubah menjadi material lain agar lebih bermanfaat. Perubahan ini biasanya membutuhkan proses yang dikenal dengan kalsinasi pada suhu tinggi agar kaolin menjadi aktif. Indonesia kaya akan

kaolin dan salah satu provinsi penghasil kaolin adalah Bangka Belitung (Hidayat, 2016).

Padatan tersuspensi adalah bahan yang berukuran diameter > 1 mikrometer yang tertahan pada saringan *milli-pore* dengan diameter pori 0,45 mikrometer (Effendi, 2003 dalam Paulus, 2020). Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan m produksi zat organik di suatu perairan (Paulus et al., 2020).

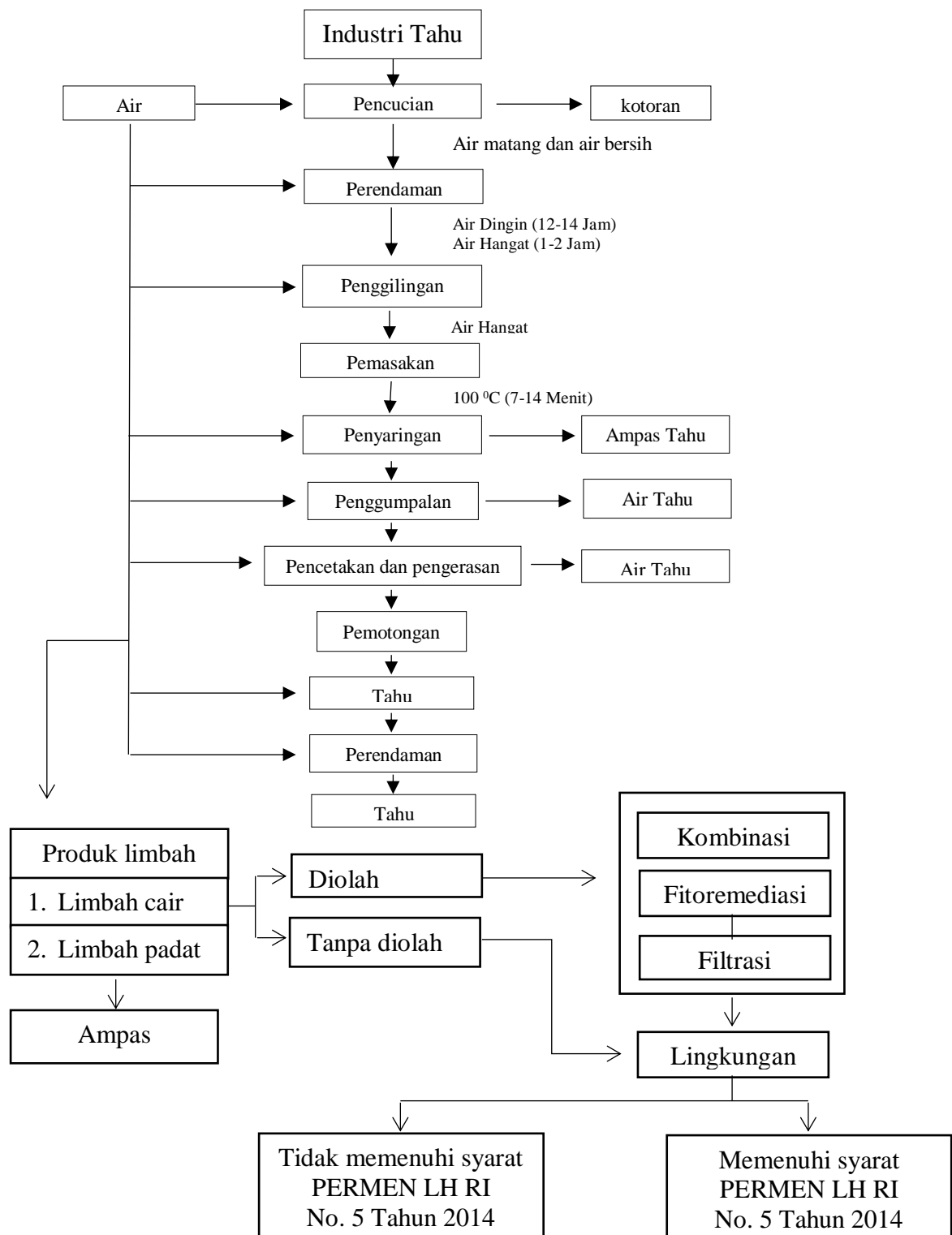
Baku mutu limbah cair adalah batas kadar yang diperkenankan bagi zat atau bahan pencemar untuk dibuang dari sumber pencemar ke dalam air pada sumber air sehingga tidak mengakibatkan dilampauinya baku mutu air (Kristianto, 2002). Peraturan menteri lingkungan hidup RI tentang baku mutu air limbah bagi kegiatan industri, yaitu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah dapat dilihat pada Tabel Di bawah ini.

Tabel 2.1 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah

No	Parameter	Kadar Max (mg/liter)
1.	BOD	150
2.	COD	300
3.	TSS	200
4.	pH	6-9
5.	Kuantitas air limbah max	20 m ³ /ton kedelai

Sumber: KLH, 2014

H. Kerangka Teori



Sumber: Modifikasi teori (Yayat Dhahiyat, 1990), (Handayanto Eko, dkk, 2017), (Kementerian Lingkungan Hidup RI, 2014).

BAB III

KERANGKA KONSEP

A. Dasar Pemikiran Variabel yang Diteliti

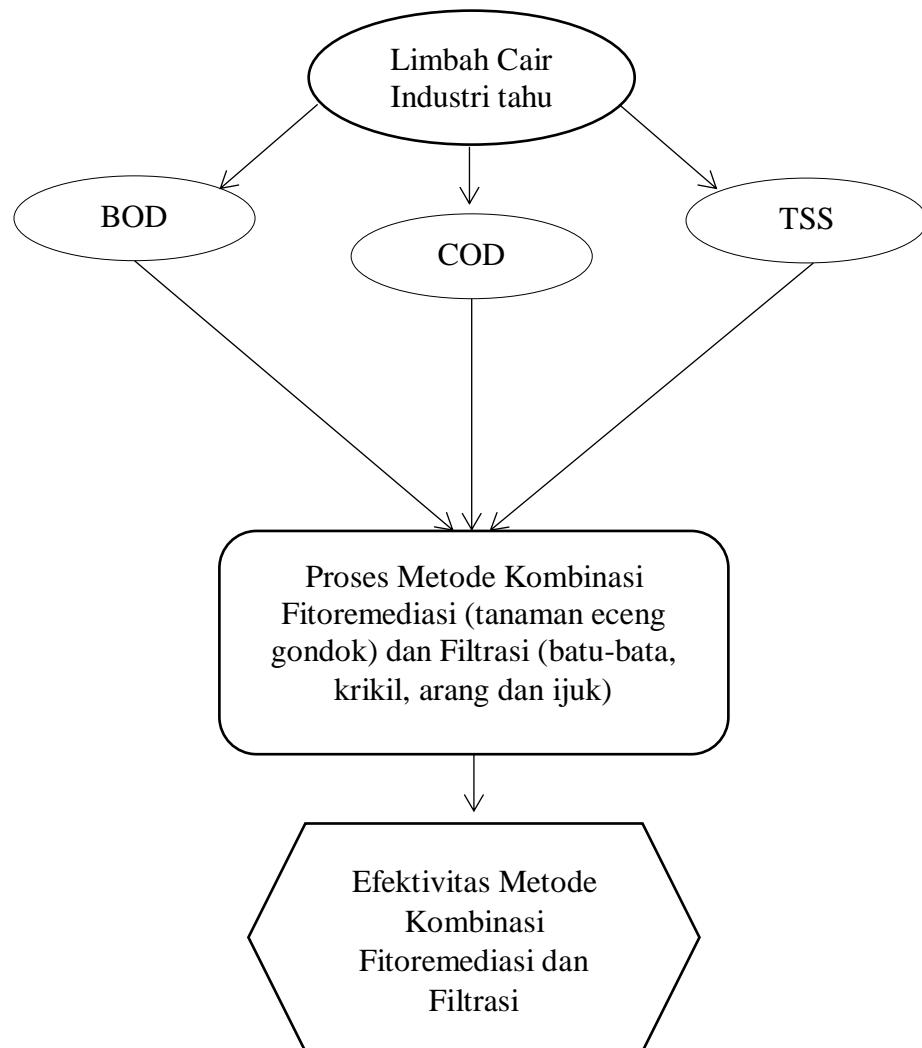
Limbah merupakan salah satu produk sampingan atau buangan hasil aktifitas industri maupun domestik yang perlu dikendalikan untuk meminimalisir dampak pencemaran atau kerusakan yang ditimbulkan. Permasalahan limbah masih menjadi masalah yang cukup serius di negara berkembang karena dapat memicu penurunan kualitas lingkungan hidup baik pencemaran udara, pencemaran air maupun pencemaran tanah (Utomo, 2017).

Industri tahu dalam proses pengolahannya menghasilkan limbah baik limbah padat maupun cair. Limbah padat dihasilkan dari proses penyaringan dan penggumpalan. Sedangkan limbah cairnya dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dan pencetakan tahu, oleh karena itu limbah cair yang dihasilkan sangat tinggi. Limbah cair tahu dengan karakteristik mengandung bahan organik tinggi dan kadar BOD, COD yang cukup tinggi pula, jika langsung dibuang ke badan air, jelas sekali akan menurunkan daya dukung lingkungan (Kaswinarni, 2007).

Proses pengolahan limbah cair sangat dibutuhkan sebelum dibuang ke badan air. Pencemaran lingkungan salah satunya adalah pada badan air dikarenakan limbah cair yang dihasilkan oleh industri tahu kebanyakan langsung dibuang ke badan air tanpa diolah terlebih dahulu, sehingga menimbulkan bau busuk dan mengganggu estetika. Kualitas limbah cair harus

memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan agar tidak menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan maupun masyarakat.

Tanpa proses penanganan yang baik, limbah cair tahu dapat menyebabkan berbagai dampak negatif seperti pencemaran air, sumber penyakit, bau tak sedap, meningkatkan pertumbuhan nyamuk, dan menurunkan estetika lingkungan sekitar. Berdasarkan alasan di atas maka diperlukan adanya pengolahan limbah industri tahu, maka penulis mencoba meneliti efektivitas metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi dalam menurunkan kadar BOD, COD dan TSS limbah cair industri tahu pada usaha tahu ridwan di Kota Makassar.

B. Kerangka Konsep

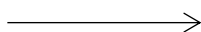
Keterangan:



: Variabel Independen



: Variabel Dependen



: Arah hubungan

C. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No	Variabel Pengukuran	Definisi Oossperasional	Kriteria Objektif	Skala Pengukuran
1.	Limbah cair industri tahu	Air buangan yang dihasilkan dari proses produksi tahu dari proses pencucian, perebusan, pengempresan dan pencetakan.	Terjadi perubahan kualitas limbah cair industri tahu yang sesuai dengan baku mutu air limbah	Nominal
2.	Kadar BOD	BOD (<i>biological oxygen demand</i>) adalah kebutuhan oksigen bagi sejumlah bakteri untuk mengurai zat-zat organik yang terlarut pada limbah cair Industri Tahu Ridwan Kota Makassar sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan.	Metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi dikatakan efektif jika mampu menurunkan kadar BOD. Tidak efektif jika tidak menurunkan kadar BOD berdasarkan PERMEN LH RI No. 5 Tahun 2014 ($\leq 150\text{mg/l}$).	Nominal
2.	Kadar COD	COD (<i>chemical oxygen demand</i>) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair secara kimia yang terkandung pada limbah cair Industri Tahu	Metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi dikatakan efektif jika mampu menurunkan kadar COD. Tidak efektif jika tidak menurunkan kadar COD berdasarkan PERMEN LH RI No. 5 Tahun 2014	Nominal

		Ridwan Kota Makassar sebelum dan sesudah pengolahan.	(≤ 300 mg/l).	
3.	Kadar TSS	TSS (<i>Total Suspended Solid</i>) adalah padatan yang terdapat pada larutan namun tidak terlarut sehingga menyebabkan larutan menjadi keruh dan tidak langsung mengendap pada limbah cair Industri Tahu Ridwan Kota Makassar sebelum dan sesudah pengolahan.	Metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi dikatakan efektif jika mampu menurunkan kadar TSS. Tidak efektif jika tidak menurunkan kadar TSS berdasarkan PERMEN LH RI No. 5 Tahun 2014 (≤ 200 mg/l).	Nominal
4.	Efektivitas Metode Kombinasi Fitoremediasi dan Filtrasi	Efektitivitas metode kombinasi fitoremediasi dan filtrasi dengan media batu bata, pasir, karbon, dan eceng gondok dalam menurunkan BOD, COD dan TSS pada air limbah cair industri tahu Ridwan Kota Makassar.	Efektif, jika mampu menurunkan kadar BOD, COD, TSS sampai batas baku mutu air limbah. Tidak efektif, jika tidak mampu menurunkan kadar BOD, COD, TSS sampai batas baku mutu air limbah berdasarkan PERMEN LH RI No. 5 Tahun 2014 (BOD ≤ 150 mg/l, COD ≤ 300 mg/l dan TSS ≤ 200 mg/l).	Nominal