

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

2.1.1 Kajian Sebelumnya Yang Relevan

Penelitian tentang pengolahan limbah cair tahu telah dilakukan oleh banyak peneliti sebelumnya. Penghilangan polutan di limbah tahu dilakukan dengan berbagai macam metode. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode pengolahan fisik, kimia, dan biologi. Penelitian pengolahan limbah cair tahu biasanya dilakukan dengan metode sederhana dan mudah agar dapat diterapkan pada industri pembuatan tahu.

Tabel 2.1 Judul-Judul Penelitian Terdahulu

Nama dan judul peneliti	Hasil	Persamaan	Perbedaan
Djo dkk, (2017). Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) Untuk Menurunkan COD dan Kandungan Cu dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana	Sistem Fitoremediasi dengan eceng gondok selama 14 hari dapat menurunkan nilai COD sebesar 20,7 mg/L, logam Cu dan Cr masing-masing sebesar 0,264 dan 0,86 mg/L, dengan efektivitas penurunan berturut-turut sebesar 38,15%, 63,06% dan 36,48%. Daya serap eceng gondok dalam sistem fitoremediasi untuk COD sebesar 0,1232 mg/g eceng gondok, logam Cu dan Cr masing-masing 0,0016 mg/g eceng gondok dan 0,0051 mg/g eceng gondok.	Metode fitoremediasi tanaman eceng gondok	Sampel limbah cair dianalisis hanya nilai COD dan kandungan Cu dan Cr
Ningrum dkk, (2020). Efektivitas Eceng Gondok (<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solm) sebagai Fitoremediator pada Limbah Cair Produksi Tahu	Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa yaitu, pemanfaatan eceng gondok (<i>E. crassipes</i>) mampu mereduksi konsentrasi amonia, nitrit, COD dan BOD pada limbah cair industri tahu. Pemberian aerasi tidak berpengaruh	Metode fitoremediasi tanaman eceng gondok	Penambahan aerasi pada proses penelitian

	<p>terhadap penurunan amonia, nitrit dan COD namun berpengaruh nyata terhadap penurunan BOD berdasarkan perhitungan menggunakan one way ANOVA dan efektivitas penggunaan eceng gondok cukup baik untuk menurunkan bahan pencemar pada limbah cair industri tahu. Penurunan paling efektif pada amonia mencapai 95,14-99,27%, nitrit rata-rata 72,49% (A) dan 29,90% (B), COD rata-rata 63,33% (A) dan 70,83% (B) dan BOD rata-rata 52,12% (A) dan 29,18% (B), Berdasarkan statistik yang diperoleh (SD2x) hasil penelitian ini masih kurang repeatable.</p>		
<p>Dewi & Akbari, (2020). Pengolahan Limbah Cair Tahu Dengan Metode Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok (<i>Eichhornia Crassipes</i>) Pada Industri Tahu B Kota Serang.</p>	<p>Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa tanaman eceng gondok mampu tumbuh dengan baik pada media limbah cair tahu dengan kadar yang tinggi. Efisiensi penyerapan BOD, COD, TSS dan pH dalam waktu 21 hari berkisar antara 19% hingga 98%. Selain itu, fitoremediasi dengan menggunakan tanaman eceng gondok ini efektif untuk menurunkan konsentrasi zat pencemar dalam limbah cair tahu</p>	<p>Metode fitoremediasi tanaman eceng gondok</p>	<p>Mengkombinasi tanaman <i>typha latifolia</i> dengan eceng gondok dalam menurunkan kadar limbah cair tahu</p>
<p>Damayanti & Binawati, (2023). Fitoremediasi Limbah Cair Tahu Menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (<i>Eichhornia Crassipes</i>) Dan Arang Kayu</p>	<p>Proses fitoremediasi menggunakan tumbuhan eceng gondok dan arang kayu berpengaruh dalam memperbaiki kualitas limbah cair tahu dengan parameter uji TDS, pH, dan COD. Penelitian fitoremediasi dapat menurunkan kadar TDS dari 610 mg/L menjadi 589 mg/L, menetralkan nilai pH dari 5,1 menjadi 7,17, dan menurunkan kadar COD dari 3000 mg/L menjadi 115,83 mg/L.</p>	<p>Metode fitoremediasi tanaman eceng gondok</p>	<p>Mengkombinasi tanaman eceng gondok dengan arang kayu dalam memperbaiki kualitas limbah cair tahu dengan parameter uji TDS, pH, dan COD.</p>
<p>Rahmah, (2024). <i>Efektifitas Tanaman</i></p>	<p>Kadar BOD =0,408 mg/l dan wadah 10 rumpun kadar</p>	<p>Metode fitoremediasi</p>	<p>Sampel limbah cair dianalisis hanya</p>

<i>Eichhornia Crassipes</i> Dalam Menurunkan Kadar Biochemical Oxygen Demand Dan Total Suspended Solid Pada Limbah Cair Industri Tahu Kelurahan Sialang.	BOD=1,816 mg/l setelah ditanami tanaman eceng gondok selama 5 hari kadar BOD = 1,224 mg/l. Sehingga dapat dikatakan bahwa tanaman eceng gondok dapat menurunkan kadar BOD pada air limbah.	tanaman eceng gondok	nilai BOD
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------	-----------

2.2 LANDASAN TEORI

2.2.1 Fitoremediasi

Salah satu alternatif teknologi yang digunakan untuk mengolah limbah cair adalah teknik fitoremediasi. Fitoremediasi (*Phytoremediation*) adalah upaya penggunaan tanaman untuk dekontaminasi limbah. Jadi fitoremediasi merupakan suatu sistem dimana tanaman tertentu yang bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) dapat mengubah zat kontaminan (pencemar) menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi. Fitoremediasi dianggap sebagai salah satu teknologi yang paling ekonomis, berkelanjutan, dan terjangkau (Djodjodjono, 2017).

2.2.2 Eceng Gondok

Eceng Gondok merupakan tanaman air mengapung yang sangat banyak tumbuh di danau, sungai, rawa maupun perairan lainnya di daerah-daerah Indonesia. Eceng gondok tumbuh dengan mengapung di perairan. Tanaman dengan nama latin *Eichhornia Crassipes* dapat tumbuh dengan sangat cepat sehingga dapat menutupi daerah perairan. Tanaman Eceng Gondok dapat dikategorikan sebagai tanaman gulma karena pertumbuhan yang sangat cepat. Pertumbuhan yang sangat cepat ini menyebabkan gangguan pada perairan.

Tanaman ini menyerap banyak kandungan oksigen di perairan sehingga mengganggu kehidupan biota perairan. Pertumbuhan yang sangat cepat dari tanaman Eceng gondok hingga menutupi perairan kemudian menghalangi sinar matahari masuk ke perairan. Eceng gondok dapat tumbuh dengan cepat di perairan membuat tanaman eceng gondok ini dapat dimanfaatkan untuk fitoremediasi limbah dan mendekontaminasi limbah. Eceng gondok memiliki kemampuan menyerap zat organik, zat anorganik dan berbagai macam logam berat serta bahan pencemar lainnya. Eceng gondok memiliki kemampuan untuk mengkhelat logam dalam jumlah besar. Kemampuan untuk menyerap logam berat ini berasal dari pembentukan fitokelatin yang kemudian membentuk senyawa peptide untuk menyerap logam berat (Ashari, 2019). Eceng gondok dapat hidup mengapung bebas di atas permukaan air dan berakar di dasar kolam atau rawa jika airnya dangkal. Kemampuan tanaman inilah yang banyak digunakan untuk mengolah air buangan, karena dengan aktivitas tanaman ini mampu mengolah air buangan dengan tingkat efisiensi yang tinggi (Dewi & Akbari, 2020)



Gambar 2.1 Tanaman Eceng gondok
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024)

2.3 Air Limbah

Air limbah merupakan limbah dalam bentuk cair yang dihasilkan dalam bentuk industri yang dibuang ke lingkungan dan dapat menurunkan kualitas lingkungan. Limbah cair merupakan limbah yang berbentuk cairan yang terdiri atas air dan sedikit padatan, limbah cair memiliki kandungan fisika, kimia dan hayati yang membentuk zat toksik yang berbahaya bagi lingkungan apabila tidak dilakukannya pengolahan terlebih dahulu (Pungus dkk, 2019). Air limbah sebagian besar bersifat biodegradable (terurai secara biologi) dan sebagian besar terserap oleh lingkungan, begitupun dengan air limbah tahu yang sebagian besar limbahnya diserap oleh lingkungan sekitar (Rahmah, 2024).

2.4 Sumber Air Limbah

Air limbah dapat berasal dari berbagai sumber antara lain:

1. Rumah tangga (*domestic waste water*), air limbah yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari penduduk (pemukiman) yang terdiri dari air bekas cucian, air bekas memasak dan air bekas mandi. Air limbah rumah tangga sebagian besar mengandung bahan organik.
2. Perkotaan (*municipal waste water*), air limbah yang berasal dari perkantoran dan perdagangan.
3. Industri (*industrial waste water*), air limbah yang berasal dari berbagai industri akibat proses produksi misalnya industri tahu, industri tinta, industri baja, industri cat, industri karet, industri kopi dan industri tepung tapioka.

2.5 Proses Pembuatan Tahu

Pembuatan tahu adalah salah satu makanan tradisional yang mengandung tinggi protein, selain mengandung protein yang tinggi tahu juga memiliki rasa yang enak dan harganya yang murah. Tahu merupakan makanan yang terbuat dari kacang kedelai yang mana kacang kedelai mengandung protein tinggi sebanyak 40%, karbohidrat 35%, lemak 20% dan abu 5% (Arsapita, 2022).

Urutan proses pembuatan tahu umumnya sama yaitu, mulai dari tahapan persiapan bahan, tahapan pencucian dan perendaman, tahapan penggilingan, tahapan pemasakan, tahapan penyaringan dan tahapan pencetakan.

1. Tahapan persiapan

Tahapan persiapan pada proses pembuatan tahu yaitu pemilihan bahan baku yang akan digunakan, pemilihan baku sendiri merupakan kunci utama dalam pembuatan tahu yang berkualitas baik. Bahan baku utama dari pembuatan tahu adalah kedelai, kedelai yang digunakan harus kedelai yang memiliki kualitas yang bagus dan siap untuk diproses. Kedelai yang telah disiapkan akan dipilih dan disortir kemudian kedelai ditimbang untuk mengetahui seberapa banyak kedelai yang akan digunakan untuk pembuatan tahu.

2. Tahapan pencucian dan perendaman

Tahapan ini kedelai yang telah disiapkan kemudian dicuci hingga bersih, tahapan ini digunakan untuk membersihkan kedelai dari debu-debu, kerikil dan sisa-sisa kulit dari kedelai tersebut. Pada proses pencucian ini dilakukan secara berulang-ulang untuk mendapatkan kedelai yang bersih. Pada tahap selanjutnya kedelai yang telah bersih tersebut direndam selama beberapa jam, supaya

kandungan air dalam kedelai meningkat dan memudahkan pada proses penggilingan.

3. Tahapan penggilingan

Tahap ini kedelai yang telah direndam beberapa jam sudah siap untuk melakukan proses penggilingan, dalam tahapan penggilingan ini menggunakan mesin sebagai alat bantu dalam menggiling dan supaya menghasilkan gilingan kedelai menjadi bubur dan lembut.

4. Tahapan pemasakan

Tahapan pemasakan kedelai dilakukan dilakukan di atas tungku, selama pemasakan harus dijaga agar tanak menghasilkan buih dengan cara diaduk dan penambahan air secara perlahan. Pemasakan ini dilakukan untuk mengaktifkan zat antinutrisi kedelai, mempermudah ekstraksi dan pengumpulan protein. Proses pemasakan ini dilakukan 3-4 kali sehingga mendapatkan bubur kedelai yang benar matang.

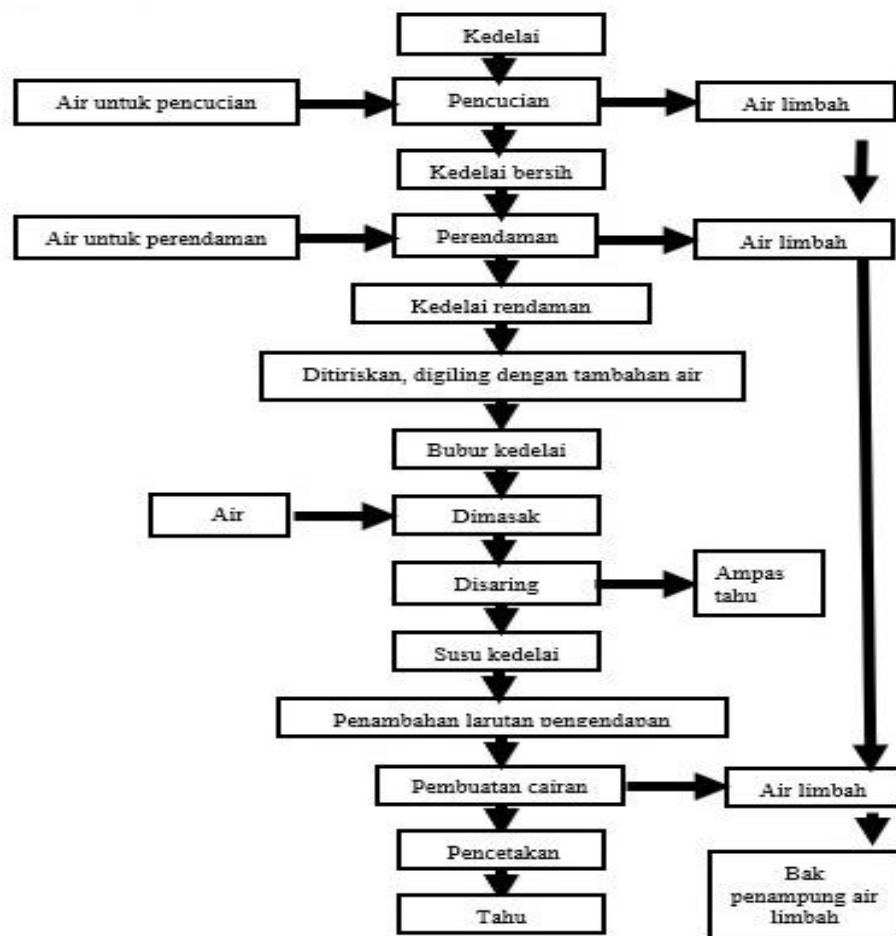
5. Tahapan penyaringan

Tahapan penyaringan bubur kedelai yang sudah dimasak selanjutnya disaring menggunakan kain blacu atau menggunakan kain mori kasar. Ampas yang diperoleh kemudian dibilas menggunakan air hangat, supaya susu kedelai dapat terekstraksi keluar semuanya. Selanjutnya setelah penyaringan cair yang dihasilkan diendapkan dengan menambahkan air asam, kemudian didiamkan sampai terbentuknya gumpalan besar.

6. Tahapan pencetakan

Tahapan pencetakan ini merupakan tahapan terakhir dari proses pembuatan tahu. Pencetakan dilakukan dengan cara, gumpalan tahu dimasukan ke dalam cetakan yang telah disediakan dan dilapisi dengan kain. Pada umumnya cetakan yang digunakan terbuat dari kayu dan berbentuk kotak yang memiliki lubang-lubang kecil supaya air dapat keluar dari cetakan tersebut.

Gambar 2.2 di bawah ini merupakan proses pembuatan tahu dari tahap awal sampai pada tahapan akhir dan di mana saja limbah tahu dihasilkan pada proses pembuatannya.



Gambar 2.2 Alur Proses Pembuatan Tahu
(Sumber : Arsapita, 2022)

Dari lokasi penelitian didapatkan data jumlah tahu yang dihasilkan selama satu kali produksi sekitar 15.000-17.500 potong tahu dengan jumlah bahan baku kedelai sebanyak 5-7 karung dengan berat masing-masing 50 kg, sehingga jumlah limbah air yang dihasilkan adalah sebanyak 300-500 L/hari.

2.6 Sumber Air Cair Limbah Tahu

Pengolahan tahu akan menghasilkan buangan atau ada sisa yang dapat berupa limbah. Limbah apabila tidak dilakukan penanganan dengan baik akan menyebabkan pencemaran. Limbah tahu merupakan sisa pengolahan kedelai yang terbuang karena tidak terbentuk menjadi tahu. Limbah tahu ada dalam bentuk padat dan cair. Limbah bentuk padat yang merupakan kotoran hasil pembersihan kedelai, sisa bubur biasa disebut ampas tahu, sedangkan hasil pencucian tahu berupa limbah cair. Limbah yang dominan terbuang yaitu dalam bentuk cair dan berpotensi mencemari perairan. Pada proses produksi tahu akan menghasilkan limbah cair yang berasal dari pembersihan kedelai, pembersihan peralatan, perendaman, pencetakan dan apabila dibuang langsung ke perairan akan berbau busuk dan mencemari lingkungan (Indah dkk, 2014). Limbah cair tahu merupakan sisa produksi industri tahu yang didalamnya mengandung bahan pencemar bagi lingkungan jika dilepaskan ke lingkungan tanpa pengolahan yang memadai (Ashari, 2019).

Menurut Ashari (2019) limbah cair memiliki tiga karakteristik yaitu karakteristik kimia, fisika dan biologis. Namun limbah cair tahu memiliki dua karakteristik yaitu karakteristik kimia dan karakteristik fisika. Karakteristik biologis pada limbah cair tahu tidak langsung ada, kecuali limbah cair tersebut

sudah tersimpan dalam jangka waktu lama hingga terjadi proses biologis oleh bakteri. Dalam limbah tahu yang termasuk karakteristik kimia adalah zat organik, zat anorganik dan gas. Sedangkan yang termasuk karakteristik fisika yaitu *Total Suspended Solid* (TSS), suhu, warna, derajat keasaman dan bau. Beberapa parameter yang penting pada karakteristik fisika yaitu:

a. *Total Suspended Solid* (TSS)

Total Suspended solid adalah padatan yang tersuspensi pada limbah cair tahu baik itu bahan organik maupun anorganik tersuspensi dalam limbah cair tahu. Padatan ini tidak larut dan membutuhkan waktu yang lama untuk mengendap. Padatan tersebut terdiri dari partikel-partikel yang ukurannya sangat kecil. Padatan yang tersuspensi ini merupakan salah satu penyebab kekeruhan pada limbah cair tahu.

b. Kekeruhan (Turbiditas)

Kekeruhan pada limbah cair tahu disebabkan oleh zat padat yang tersuspensi, zat padat ini dapat berupa zat organik atau anorganik yang mengapung dalam air. Turbiditas pada zat cair merupakan sifat optis yang membiaskan cahaya ke dalam air, kekeruhan dapat menyebabkan terjadinya cahaya tidak bisa masuk ke dalam air. Jika terdapat kekeruhan yang tinggi di perairan, biota air dapat mengalami kematian.

Adapun untuk karakteristik kimia memiliki parameter penting adalah:

a. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

BOD merupakan jumlah oksigen yang terlarut dalam air yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk mengoksidasi bahan buangan dalam air oleh

mikroorganisme. Nilai BOD bukan merupakan nilai Jumlah bahan organik yang terdapat dalam air, namun hanya untuk mengukur jumlah oksigen relatif yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan.

b. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD adalah jumlah kebutuhan oksigen kimia dalam air untuk mengoksidasi senyawa terlarut dan partikel organik pada air. Tingkat COD yang tinggi merupakan salah satu penanda bahwa air tersebut tercemar. Semakin tinggi nilai COD, maka jumlah bahan organik yang teroksidasi semakin tinggi sehingga nilai Oksigen terlarut dalam air *dissolved oxygen* (DO) semakin rendah. Kadar DO yang rendah menyebabkan kondisi di perairan menjadi kondisi anaerob sehingga menimbulkan permasalahan di perairan. Pada limbah cair tahu, nilai COD yang tinggi berasal dari proses sortasi dan pencucian

c. pH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman merupakan parameter konsentrasi ion H^+ dalam air. Semakin tinggi konsentrasinya maka, nilai pH semakin tinggi. pH dapat mempengaruhi kehidupan di perairan apabila terlalu tinggi atau terlalu rendah, pH yang normal berkisar antara 6 - 8. Limbah cair tahu mengandung asam, yaitu asam cuka. Limbah yang bersifat asam ini dapat mengganggu kehidupan biota air.

d. NO_2 (*Nitrit*)

Nitrit merupakan salah satu bentuk senyawa nitrogen, dalam hal ini *nitrit* merupakan senyawa turunan nitrogen. *Nitrit* bersumber dari bahan-bahan yang bersifat korosif dan banyak dipergunakan di pabrik-pabrik. Keberadaan *nitrit* menggambarkan berlangsungnya proses biologis perombakan bahan organik yang

memiliki kadar oksigen terlarut sangat rendah (Nadhila dan Nuzlia, 2020).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 32 tahun 2017 tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan higiene sanitasi, kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum, menyebutkan bahwa kadar maksimal untuk nitrit pada air yaitu 1 mg/l.

2.6.1 Baku Mutu Limbah Cair Industri Tahu

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah terdapat peraturan mengenai Pengolahan proses produksi Kedelai. Parameter pencemaran bahan organik dinyatakan dengan nilai BOD, COD, TSS dan pH.

Tabel 2.2 Baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan kedelai

Parameter	Limbah Cair Industri Tahu	
	Satuan	Kadar
BOD	mg/L	150
COD	mg/L	300
TSS	mg/L	200
pH	-	6-9

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah

Bagi pelaku industri tahu baku mutu yang sudah ditetapkan dalam Permen LH harus dilaksanakan sesuai aturan yang ada. Dengan adanya peraturan ini, setiap pelaku industri tahu harus melakukan pemantauan limbah cair mereka setiap bulannya dan melakukan pelaporan hasil pemantauan mereka setiap 3 bulan. Laporan tersebut memuat debit air limbah harian, bahan baku dan produksinya, kadar parameter baku mutu limbah cair dan penghitungan beban air limbah (Permen LH, 2014). Untuk mencapai baku mutu yang sesuai dengan Permen LH 2014 ini, setiap pelaku industri tahu harus mengolah terlebih dahulu

limbah cair tahu sebelum di buang ke badan air.

2.6.2 Dampak Limbah Cair Industri Tahu

Industri tahu rumah tangga pada umumnya tidak memiliki sistem pengolahan limbah cair tahu yang baik. Limbah cair tahu yang tidak melalui pengolahan sebagaimana mestinya dibuang ke drainase lalu mengalir ke sungai. Pembuangan limbah cair tahu ke badan air tanpa pengolahan dapat mengganggu kehidupan di air. Limbah tahu yang mengandung berbagai macam polutan dapat mengganggu kehidupan di air yang kemudian menyebabkan kerusakan ekosistem di badan air. Beberapa pencemaran yang terjadi di badan air disebabkan oleh limbah cair tahu diantaranya adalah oksigen terlarut rendah, air menjadi kotor, dan bau tidak sedap. Limbah cair tahu yang kaya bahan organik dan nutrient dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi di badan air yang kemudian menyebabkan kematian biota air (Ashari, 2019).