

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dapat dilihat pada

Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu

No	Judul/ Peneliti/ Tahun	Metode	Hasil Penelitian
1.	Pengolahan Limbah Cair Tahu Menggunakan <i>Bioreactor Anaerobic-Aerobic</i> dan Media Filtrasi <i>Bioball</i> dengan Variasi Waktu Retensi Hidrolik/ Astuti Dan Ayu/ 2016	Dengan metode <i>Bioreactor Anaerobic-aerobic</i> dan media filtrasi <i>bioball</i> dengan variasi waktu retensi hidrolik	Mampu menurunkan konsentrasi COD berturut-turut sebesar 90,3% untuk waktu retensi 24 jam, kemudian 84,4% untuk waktu retensi 18 jam dan 76,3% untuk waktu retensi 12 jam.
2.	Pengolahan Limbah Tahu Melalui Reaktor Kolom Dengan Bahan Organik Ampas Tebu/ Alysyah Pratiwi/ 2017	Dengan metode Reaktor kolom dengan bahan organik ampas tebu	Mampu menurunkan kadar Ph dan TSS sebesar 18,97 % dan 0,55%, sedangkan kadar COD dan BOD mengalami kenaikan diakrenakan pada proses pembuatan tahu menggunakan bahan kimia yaitu asam cuka CaSO ₄ (sulfat kapur) untuk mempercepat penggumpalan pada tahu.
3.	Pengaruh Karakteristik Limbah Cair Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai Di Desa Siraman, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Gunungkidul, DIY/ Fadli, dkk/ 2021	Dengan menggunakan metode Purposive Sampling serta mengidentifikasi status mutu air dengan	Didapati bahwa hanya parameter TDS yang telah sesuai dengan standar baku mutu dan pada sampel air sungai didapati bahwa hanya pada parameter pH yang memenuhi standar

		menggunakan metode indeks pencemaran	baku mutu. Nilai indeks pencemaran yang didapat berkisar 1,6605 mg/L – 9,7086 mg/L (tercemar ringan – sedang). Perhitungan standar stream yang didapat bahwa nilai konsentrasi campuran pada parameter BOD dan COD tidak sesuai dengan standar baku mutu dengan nilai berturut-turut yaitu 18,6288 dan 43,8198.
4.	Evaluasi Efektivitas Metode dan Media Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Tahu/ Sitasari dan Khoironi/ 2021	Menggunakan 2 metode yang diperlakukan pada 2 kolom filtrasi dengan media filtrasi yang berbeda. Susunan media utama pada kolom filtrasi 1 berupa bioball dan kolom filtrasi 2 berupa bioring. Metode batch dan kontinyu diperlakukan pada dua jenis kolom filtrasi tersebut.	Adanya peningkatan kualitas air limbah tahu pada sampel hari ke 1 dengan terjadinya penurunan konsentrasi COD pada kolom 1 dengan perlakuan metode batch sebanyak 18,12%. Peningkatan konsentrasi DO paling optimal pada kolom 1 dengan perlakuan metode kontinyu sebanyak 18,03%. Selanjutnya konsentrasi pH terjadi peningkatan secara signifikan pada kolom 2 dengan perlakuan metode batch sebanyak 41,27%. Sedangkan penurunan konsentrasi kekeruhan diperoleh pada kolom 1 dengan perlakuan metode batch sebanyak 57,22%. Perlakuan limbah tahu dengan metode batch pada waktu tinggal 1 hari memberikan peningkatan kualitas air

			limbah tahu yang lebih baik meskipun pada waktu tinggal yang lebih lama terjadi penurunan kualitas akibat terjadinya proses dekomposisi yang tidak terkontrol
5.	Pengolahan Limbah Tahu Melalui Kolom Filtrasi Dengan Bahan Ampas Padi Dan Arang Ampas Padi/ Prananda/ 2023	Dengan kolom filtrasi dengan bahan sekam padi dan arang sekam padi.	Didapati bahwa sekam padi dan arang sekam padi berhasil menurunkan kadar pencemar limbah tahu dengan tingkat efektivitas sebagai berikut: BOD (68%), COD (42%), dan TSS (92%) dan untuk parameter pH mengalami penurunan sedikit untuk parameter TSS sudah memenuhi baku mutu sedangkan BOD, dan COD masih belum memenuhi baku mutu.
6.	Pengaruh Keberadaan Limbah Industri Pembuatan Tahu Terhadap Kualitas Air Sungai/ Retnowati, dkk/ 2024	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah literature review dengan kriteria sumber literatur tahun 2014 hingga 2024. Kata kunci yang digunakan adalah industri tahu, pencemaran air, limbah tahu, dan pencemaran sungai. Berbagai penelitian dilakukan dengan	menunjukkan bahwa limbah tahu menyebabkan perubahan parameter pada air sungai. Hal tersebut membuktikan limbah industri pembuat tahu menyebabkan pencemaran pada air sungai. Pencemaran tersebut menyebabkan berbagai makhluk hidup sungai mati dan peruntukannya bagi kegiatan manusia berkurang

		mengukur parameter fisika, kimia, dan biologi.	
7.	Penggunaan Filtrasi sebagai Teknologi dalam Pengolahan Limbah Tahu di Desa Sepande Sidoarjo/ Furqonati/ 2024	Dengan metode kolom filtrasi plastik dengan media kerikil, pasir silika, bioballs dan biorings.	Penggunaan media bioball dan bioring efektif dalam meningkatkan pH. Hal tersebut dibuktikan pada persentase peningkatan konsentrasi pH pada sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan dari 3 menjadi 7. Alat filtrasi efektif dalam menurunkan nilai CO ₂ agresif, mngurangi kekeruhan, menurunkan nilai BOD. Nilai alkalinitas dan aciditas limbah tahu meningkat melebihi standar baku mutu setelah dilakukan perlakuan. Filtrasi limbah tidak berpengaruh pada parameter Fe yaitu tetap pada nilai 0,2 mg/l. Nilai kesadahan, zat organik dan DO justru meningkat setelah dilakukan perlakuan. Namun nilai kesadahan masih dibawah standar baku mutu limbah.

2.2 Pengelolaan

Secara etimologi pengelolaan berasal dari kata kelola yang berarti mengatur, mengendalikan, memimpin, dan mengusahakan agar lebih baik, lebih maju, serta bertanggung jawab atas pekerjaan tertentu. Sedangkan secara terminologi, pengelolaan dapat diartikan sebagai proses yang membantu perumusan kebijaksanaan maupun tujuan dengan memberikan pengawasan terhadap hal yang terlibat dalam pelaksanaan. Dalam proses pengelolaan sendiri tidak hanya terfokus pada pencapaian kegiatan, sasaran maupun tujuan organisasi, namun juga pada pendekatan fungsi-fungsi pengelolaan yang mencakup (Suyuthi, 2020):

1. Perencanaan (*planning*) adalah fungsi yang mencakup proses pendefinisian sasaran, penetapan strategi, dan penyusunan rencana kemudian mengintegrasikan serta mengoordinasikan aktivitas atau kegiatan. Perencanaan merupakan dasar untuk menetapkan apa, siapa, kapan, dimana, mengapa dan bagaimana kegiatan tersebut dilakukan. Langkah awal ini memerlukan data serta analisis untuk menetapkan perencanaan sesuai dengan kebutuhan organisasi.
2. Pengorganisasian (*organizing*) adalah fungsi yang digunakan untuk menentukan tugas apa yang harus dilakukan, siapa yang melakukan, bagaimana proses yang dijalankan, dan mengapa keputusan dibuat. Dalam pengorganisasian menjelaskan bagaimana strategi dan taktik yang telah dirumuskan dalam perencanaan, lingkungan organisasi yang kondusif, serta menempatkan sumber daya yang tepat agar dapat bekerja secara efektif dan efisien.

3. Memimpin (*actuating*) adalah fungsi yang mencakup memotivasi bawahan, mempengaruhi individu, memiliki saluran komunikasi yang efektif, serta memecahkan berbagai macam masalah maupun perilaku karyawan. *Actuating* merupakan proses implementasi kegiatan agar dapat dilaksanakan oleh seluruh pihak dalam organisasi serta proses memotivasi agar dapat bertanggung jawab terhadap tanggung jawab dengan penuh kesadaran.
4. Pengendalian (*controlling*) adalah fungsi yang mencakup pemantauan kinerja secara aktual, membandingkan aktual dengan standar dan melakukan koreksi jika diperlukan. Proses ini untuk memastikan bahwa seluruh kegiatan telah dilaksanakan, terorganisir dengan baik dan dapat diimplementasikan sesuai dengan target yang ingin dicapai.

2.3 Limbah

Menurut Sunarsih (2018) segala macam produk sisa industri atau hasil kegiatan manusia dan alam yang tidak terpakai dan tidak memiliki nilai ekonomi bisa disebut dengan limbah. Sehingga apabila limbah tersebut tidak memiliki sistem pengelolaan yang baik, maka akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Limbah merupakan benda yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Hal ini dapat disebabkan jika pihak pengelola industri langsung membuang limbah yang dihasilkan tanpa memperhatikan senyawa yang terkandung dalam limbah tersebut.

Limbah juga sering disebut sebagai sampah, yang keberadaannya mengganggu dan tidak dikehendaki. Menurut Waluyo (2018) limbah dibedakan menjadi tiga macam berdasarkan bentuknya, yaitu:

1. Limbah Padat

Limbah padat merupakan barang sisa yang berwujud padat, yang berasal dari sisa tanaman, hewan maupun kotoran. Limbah padat biasanya lebih mudah untuk diolah (daur ulang) dibandingkan dengan jenis limbah yang lain.

2. Limbah Cair

Limbah cair adalah zat sisa industri yang berwujud cair. Limbah cair pada umumnya dihasilkan oleh produksi dan aktivitas lainnya yang menghasilkan barang berbentuk cair, menggunakan cairan sebagai bahan baku, atau menggunakan cairan sebagai bahan pelengkap.

3. Limbah Gas

Limbah gas yaitu limbah yang berwujud gas dan melayang di udara. Biasanya limbah gas berasal dari proses produksi pada mesin pabrik, pembakaran, knalpot kendaraan, dan sebagainya dimana semuanya berbentuk gas atau asap.

2.4. Limbah Tahu

Menurut Arief (2016) pengelolaan limbah merupakan salah satu kegiatan untuk membuat proses produksi menjadi bersih sehingga dapat mencapai efisiensi produksi dengan cara meminimalisir penggunaan materi dan energi, memperbaiki lingkungan dengan cara meminimalisir limbah serta membuat limbah menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi.

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah, pengelolaan limbah didefinisikan sebagai kegiatan yang dilakukan secara

sistematis, kompleks, dan berkesinambungan dalam usaha untuk pengurangan dan penanganan sampah. Dalam Pengelolaan limbah sendiri terdapat beberapa cara tergantung jenis dan karakteristik limbah itu sendiri, atau biasa dikenal dengan 3R (*Reduce, Reuse, Recycling*).

1. *Recycling*

Recycling atau Daur ulang adalah proses pengolahan limbah kembali untuk menjadikan suatu bahan baru yang berguna atau bahkan memiliki nilai jual dengan tujuan utama untuk mengurangi jumlah limbah. Pada proses Daur ulang melewati beberapa tahapan yaitu pengumpulan, pemilahan, pemrosesan, dan pendistribusian. Dari hasil akhir bisa digunakan kembali atau bisa juga dijual berdasarkan nilai dan fungsinya. Jenis-jenis sampah atau limbah yang dapat didaur ulang diantaranya botol bekas, kertas, logam, plastic dan lain-lain.

2. *Reuse*

Kegiatan *Reuse* adalah kegiatan menggunakan kembali material atau bahan yang masih layak pakai tanpa melalui proses daur ulang (Yuneke, 2016). Contoh proses *Reuse* ini seperti ban bekas yang bisa digunakan menjadi kursi, botol bekas dimanfaatkan menjadi tempat pensil, kertas bekas yang bisa dibuat menjadi kerajinan tangan. Syarat *reuse* adalah barang yang digunakan kembali bukan barang yang *disposable* (Sekali pakai, buang), barang yang dipergunakan kembali merupakan barang yang lebih tahan lama, hal ini dapat memperpanjang waktu pemakaian barang sebelum menjadi sampah dan sampah plastik yang digunakan bukan berupa kemasan

makanan, tidak direkomendasikan untuk dipergunakan kembali karena risiko zat plastik yang berdifusi kedalam makanan.

3. *Reduce*

Reduce adalah usaha pertama yang dilakukan untuk mengurangi penumpukan limbah di TPA atau tempat tempat penampungan limbah. Pengurangan sampah atau limbah dapat dilakukan mulai dari diri kita sendiri, dengan hal – hal kecil, seperti mengurangi pemakaian botol air minum plastik diganti dengan membawa *Tupperware* saat akan membeli minuman dari luar, mengganti penggunaan sedotan plastik menjadi sedotan aluminium, penggunaan kantong kresek diganti dengan tas sebagai alat untuk wadah barang-barang belanjaan.

Selama tahap pengolahan, pabrik industri tahu menghasilkan dua jenis limbah: limbah cair dan limbah padat. Mayoritas limbah pembuatan tahu berbentuk cair, dan karena kandungan organik yang tinggi, limbah ini dapat mencemari lingkungan (Haerun, dkk, 2018). Buangan pabrik tahu juga mengandung gas seperti oksigen (O_2), hidrogen sulfida (H_2S), karbon dioksida (CO_2), dan amoniak (NH_3), dimana apabila gas-gas tersebut melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan maka berpotensi lingkungan. Limbah tahu juga mengandung bahan C organik yang mempengaruhi kadar BOD dan COD.

Karakteristik limbah industri tahu ialah sebagai berikut:

1. Biological Oxygen Demand (BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD) ialah parameter untuk mengevaluasi jumlah materi alam yang rusak.

2. Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) ialah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh operator pengoksidasi untuk mengoksidasi bahan alami dan anorganik.

3. Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) ialah padatan yang menyebabkan kekeruhan di dalam air, dan tidak dapat disimpan secara langsung.

4. Derajat Keasaman (pH)

Cairan industri tahu memiliki sifat asam, maka dari itu akan terjadinya pelepasan zat-zat yang mudah teruap serta mengeluarkan bau yang tidak sedap.

2.4.1 Limbah Padat

Limbah padat adalah bahan buangan yang berbentuk padat dan tidak terpakai lagi. Limbah padat dapat berasal dari berbagai sumber, seperti rumah tangga, industri, pertanian, atau kegiatan komersial. Contoh limbah padat di antaranya adalah sisa makanan, piring kotor, kemasan makanan, kertas, plastik, logam, kaca, dan kain. Limbah padat yang tidak dikelola dengan baik dapat menjadi masalah besar, seperti membuat lingkungan kotor dan tidak sedap dipandang, mencemari tanah dan air, menyebabkan munculnya berbagai penyakit.

Limbah padat dari industri tahu dikenal dengan sebutan ampas tahu. Ampas tahu merupakan hasil sisa perasan bubur kedelai dan masih mempunyai kandungan nutrisi yang relatif tinggi. Pemanfatan ampas tahu di Indonesia antara lain digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan tempe gembus dan sebagai pakan ternak (Faisal et al., 2016).

2.4.2 Limbah Cair

Pabrik tahu sebagai industri pengolah kedelai menjadi tahu memiliki produk samping berupa limbah cair tahu. Limbah cair yang tidak dikelola dengan baik dan langsung dibuang ke sungai atau badan air lainnya dapat mempengaruhi sifat fisik, kimiawi, dan biologis air sehingga berdampak pula pada aktivitas biota air yang hidup di dalamnya. Pada proses produksinya, pabrik tahu akan menghasilkan limbah cair yang berasal dari pembersihan kedelai, pembersihan peralatan, perendaman, dan pencetakan tahu. Limbah cair tahu harus diolah sebelum dibuang ke perairan untuk mencegah timbulnya masalah buangan limbah tahu.

Limbah cair industri tahu dapat dibuang ke sungai atau badan air lainnya jika sudah melalui proses pengolahan serta telah memenuhi standar syarat baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.5 tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah yang mengatur tentang baku mutu air limbah tahu, seperti yang ditampilkan pada tabel 2.1

Tabel 2.2. Baku Mutu Air Limbah Industri Tahu

No	Parameter	Pengolahan Tahu	
		Kadar Maksimum (mg/L)	Kadar Maksimum (kg/ton)
1	BOD	150	3
2	COD	300	6
3	TSS	200	4
4	pH	6 – 9	
5	Kadar limbah paling tinggi (m3 /ton)	20 m3 /ton kedelai	

(Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2014)

2.5 Metode Filtrasi

Secara umum metode pengolahan yang dikembangkan dapat digolongkan menjadi 3 jenis metode pengolahan, yaitu secara fisika, kimia maupun biologi. Metode fisika merupakan pemisahan sebagian dari pencemaran khususnya padatan tersuspensi atau koloid dari limbah cair dengan memanfaatkan gaya-gaya dari fisika. Didalam proses pengolahan limbah cair industri tahu secara fisika proses yang dapat digunakan yaitu filtrasi dan juga pengendapan (Prananda, 2023).

Filtrasi adalah proses penyaringan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dari air melalui media berpori. Filtrasi dapat juga diartikan sebagai proses pemisahan liquid-liquid dengan cara melewatkan liquid melalui media berpori atau bahan-bahan berpori untuk menyisihkan atau menghilangkan sebanyak-banyaknya butiran-butiran halus zat padat tersuspensi dari liquid. Secara umum filtrasi dilakukan bila jumlah padatan dalam suspensi relatif lebih kecil dibandingkan zat cairnya (Oxtoby, 2016).

Dalam proses penyaringan dibutuhkan variasi media filtrasi yang tepat diantaranya berupa sekam padi bakar, kerikil, dan media filtrasi yang lain seperti *bioball* dan *bioring*. *Bioball* merupakan suatu media filter yang terbuat dari bahan PVC yang tahan karat dan ringan. *Bioball* mempunyai luas permukaan dan volume rongga (*porositas*) yang besar, sehingga *bioball* mempunyai kemampuan dalam melekatkan mikroorganisme dengan jumlah yang besar dan resiko kebuntuannya yang sangat kecil. Sedangkan *bioring* mempunyai sifat yang tidak mudah bereaksi, mempunyai kelembaban yang tinggi, dan berpori menjadikan *bioring* mudah untuk digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri (Ariani et al., 2014).

Untuk bahan organik seperti sabut kelapa dapat dimanfaatkan serta sangat berpotensi jika digunakan sebagai media filtrasi. Bahan organik memiliki kelebihan jika digunakan sebagai media tanam dikarenakan mempunyai struktur yang dapat menjaga keseimbangan aerasi. Kemudian arang sekam padi dapat menyerap ion logam berat seperti timbal (Pb) selama 2 jam dengan efisiensi sebesar 34,01%, arang sekam padi juga dapat menghilangkan kadar pencemar logam berat seperti nikel (Ni) dan juga besi (Zn) didalam perairan (Junaedi, 2015).

Berbagai penelitian terdahulu telah dilakukan dalam rangka mendapatkan metode paling efektif untuk mengolah limbah cair tahu sehingga dihasilkan air limbah dengan kualitas yang layak untuk dibuang ke sistem perairan. Dari beberapa alternatif pengolahan limbah cair tahu, salah satu alternatif yang efektif, murah dan mudah diterapkan oleh masyarakat yaitu menggunakan pengolahan metode filtrasi sehingga begitu dibuang ke lingkungan tidak akan merusak lingkungan.