

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Air Limbah

Air limbah adalah air bekas pakai yang dihasilkan dari berbagai kegiatan manusia, mulai dari aktivitas rumah tangga, perkantoran, pertokoan, fasilitas umum, industri, hingga berbagai tempat lainnya. Sederhananya, air limbah merupakan air yang telah digunakan dan tidak lagi dimanfaatkan setelah dipakai dalam berbagai aktivitas manusia yang memerlukan air bersih (Rimantho, 2019)

Limbah cair merupakan sisa fluida dari suatu kegiatan produksi. Umumnya, cairan sisa ini dikumpulkan terlebih dahulu sebelum menjalani proses pengolahan, meskipun dalam beberapa kasus langsung dialirkan ke badan air atau lingkungan sekitar. Praktik pembuangan limbah cair secara langsung menimbulkan risiko yang signifikan karena berpotensi mengandung substansi berbahaya dan beracun, atau memiliki kandungan limbah yang sulit didegradasi oleh mikroorganisme alami di lingkungan (Afridon, 2023)

Berbagai upaya pengelolaan limbah telah dilakukan, termasuk penyusunan peraturan, pedoman, dan kebijakan yang mengatur pengelolaan serta peningkatan kesehatan lingkungan di industri. Selain itu, Departemen Kesehatan secara bertahap dan berkelanjutan mengupayakan pembangunan instalasi pengolahan limbah di industry. Namun harus disadari bahwa pengelolaan limbah masih perlu ditingkatkan lagi (Afridon, 2023)

B. Kualitas Fisik Air

1. Kekeruhan

Kekeruhan sebagai sifat optik air, menyebabkan pembiasan cahaya dan menghalangi penetrasi cahaya ke dalam air. Kondisi ini timbul akibat keberadaan berbagai partikel tersuspensi maupun terlarut, seperti bahan organik, mikroorganisme, lumpur, tanah liat, dan materi-materi lain yang melayang atau mengapung. Tingkat kekeruhan air diukur dan diubah menjadi satuan mg/l SiO₂. Peningkatan kekeruhan air berkorelasi positif dengan peningkatan daya hantar listrik dan kepadatannya.

Kekeruhan air terjadi akibat keberadaan partikel-partikel padat yang tersuspensi, baik yang berbentuk anorganik maupun organik. Partikel anorganik umumnya berasal dari pelapukan batuan dan logam, sementara partikel organik dapat berasal dari pembusukan tumbuhan dan hewan. Berbagai jenis limbah, seperti limbah rumah tangga, pertanian, dan industri, menjadi sumber utama kekeruhan air. Selain itu, bencana alam seperti tanah longsor dan banjir juga dapat meningkatkan kekeruhan air secara signifikan (Gafur, 2016)

2. Bau

Bau pada air limbah muncul akibat aktivitas mikroorganisme yang mengurai materi organik dan menghasilkan gas. Selain itu, reaksi kimia tertentu juga dapat menghasilkan gas penyebab bau. Dalam kasus air limbah tahu, bau dapat berasal dari sisa-sisa kedelai. Secara umum, bau air dipengaruhi oleh komposisi kimia dan kandungan bahan organik di dalamnya, seperti materi buangan.

Kuat lemahnya bau yang ditimbulkan bergantung pada jenis dan banyaknya gas yang dihasilkan. Bau dapat timbul karena adanya kontaminasi dalam air

yang dapat disebabkan oleh sumber kontaminasi alami maupun akibat aktivitas manusia (antropogenik). Contoh kontaminasi alami adalah produk metabolisme alga dan mikroorganisme heterotrofik (*Actinomyces*) yang hidup di air atau tanah. Selain itu, kontaminasi juga dapat berasal dari sumber domestik, seperti kebiasaan buang air besar sembarangan yang memungkinkan kontaminan masuk ke dalam sumur melalui peresapan air tanah dan menimbulkan bau. resapan air di dalam tanah.

3. Suhu

Peningkatan temperatur air di lingkungan perairan secara alami seringkali dipicu oleh praktik penebangan tumbuhan di sekitar sumber air. Hilangnya vegetasi ini mengakibatkan intensitas cahaya matahari yang masuk menjadi lebih besar, yang kemudian berdampak pada akuifer, baik itu secara langsung ataupun tidak langsung (Rinda et al., 2022). Idealnya, temperatur sekitar $\pm 3^{\circ}\text{C}$ dari suhu udara di lingkungan sekitar dianggap memberikan kesegaran. Akan tetapi, kondisi iklim lokal dan karakteristik sumber air akan menentukan suhu aktual air.

Suhu memiliki dampak signifikan terhadap berbagai aspek kualitas air. Kenaikan suhu mempercepat laju reaksi kimiawi dan biokimiawi. Sebaliknya, kelarutan gas dalam air menurun, sementara kelarutan mineral cenderung meningkat seiring dengan naiknya suhu. Pertumbuhan organisme akuatik juga terpengaruh, di mana laju pertumbuhannya meningkat namun laju respirasinya menurun saat suhu naik. Perlu dicatat bahwa sebagian besar organisme memiliki rentang suhu yang berbeda untuk proses reproduksi dan kompetisi (Gafur, 2016)

4. Warna

Munculnya warna merupakan konsekuensi dari keberadaan zat yang larut atau partikel yang tersuspensi, selain pigmen spesifik yang mengandung logam berat. Warna awal limbah cair tahu sebelum melalui saringan pasir adalah kuning, berbeda dengan limbah cair tempe yang berwarna coklat muda. Warna limbah cair tahu setelah melakukan penyaringan menunjukkan hasil jernih. Pengulangan proses filtrasi beberapa kali menghasilkan filtrat dengan warna yang stabil dan tidak menjenuhkan saringan pasir dan arang sekam padi. (Muh.Azhari, 2016)

Munculnya warna pada air dapat disebabkan oleh keberadaan makhluk hidup, partikel-partikel berwarna yang melayang, serta senyawa organik dan ekstrak tumbuhan. Warna yang berasal dari limbah industri berpotensi menimbulkan risiko bagi kesehatan (Gafur, 2016)

5. TSS (Total Suspended Solids)

Total Suspended Solid (TSS) digunakan sebagai indikator untuk menentukan tingkat kekeruhan air limbah, mengevaluasi efektivitas suatu proses pengolahan, serta menghitung besaran beban pada unit-unit proses. Keanekaragaman dalam pengukuran konsentrasi residu memegang peranan krusial dalam memelihara kestabilan pengendalian proses (Pudja Arisandi, 2023)

Total Suspended Solids (TSS) adalah istilah yang mengacu pada partikel padat yang berada dalam keadaan tersuspensi di air. Keberadaan partikel-partikel ini memiliki kemampuan untuk menghalangi atau membelokkan rambatan cahaya, yang pada akhirnya berdampak pada intensitas warna air. Materi padat ini memiliki ukuran dan berat yang lebih kecil dibandingkan

sedimen, contohnya seperti lempung, beberapa jenis materi organik, dan senyawa kimia yang tidak dapat larut dalam air (Cahya Anggara et al., 2023)

C. Sumber Air Limbah

Secara umum, limbah Industri menghasilkan dua jenis limbah utama yakni padat dan cair. Limbah padat dari pabrik tahu mencakup ampas tahu (hanya sekitar 0,3% dari kedelai), kotoran hasil pembersihan kedelai (tanah, batu, kulit, dan padatan lain), serta sisa penyaringan bubur kedelai. Ampas tahu sendiri menyusun 25% hingga 35% dari produk tahu yang dihasilkan.

Selain limbah padat, proses produksi tahu juga menghasilkan limbah cair yang bersumber dari tahap perendaman kedelai, diikuti oleh pencucian kedelai dan peralatan, serta tahapan penyaringan, pengepresan, dan pencetakan. Sisa cairan dengan tekstur pekat yang dihasilkan dari proses penggumpalan tahu atau perebusan sari kedelai, adalah proporsi terbesar limbah cair dari industri tahu. Limbah ini segera terurai karena mengandung banyak protein. Seringkali limbah ini langsung dibuang tanpa pengolahan, sehingga menimbulkan bau dan mencemari lingkungan.

D. Dampak Air Limbah

Pengaruh lingkungan yang diakibatkan oleh produksi atau operasional tahu memiliki jangkauan yang luas, bukan hanya terbatas pada area sekitar tetapi juga berdampak global. Oleh karena itu, pengembangan cara kerja untuk lebih mudah memahami dan meminimalisir dampak ini menjadi perhatian penting (Amah et al., 2023)

Konsentrasi beban organik yang berlebihan dapat memicu kondisi anaerobik dalam air limbah. Dalam lingkungan tanpa oksigen ini, proses dekomposisi menghasilkan berbagai senyawa seperti amonia, karbondioksida,

asam asetat, hidrogen sulfida, dan metana. Senyawa-senyawa tersebut sangat beracun bagi banyak spesies hewan air dan menyebabkan masalah estetika seperti rasa tidak nyaman dan timbulnya bau. Jika kondisi anaerobik dibiarkan tanpa penanganan, air limbah akan berubah menjadi berwarna cokelat kehitaman dan mengeluarkan bau yang memuakkan (Fauzy, 2023).

E. Limbah Industri Tahu

Industri tahu mengalami perkembangan signifikan dalam beberapa tahun terakhir, dengan popularitas yang meluas di berbagai komunitas, baik besar maupun kecil. Kegiatan produksi tahu menghasilkan limbah dalam dua bentuk, yaitu cair dan padat. Residu padat yang dihasilkan selama pembuatan tahu dikenal sebagai ampas tahu. Sementara itu, limbah cair dengan volume yang cukup besar dihasilkan dari tahapan pencucian, perebusan, pengepresan, dan pencetakan tahu. Limbah cair ini mengandung konsentrasi polutan organik yang relatif tinggi, serta material padat yang tersuspensi dan terlarut yang mudah mengalami transformasi fisik, kimia, dan biologi (Karenina Juniska, 2024)

Pembuangan limbah cair dari pabrik tahu tanpa pengelolaan yang tepat dapat merusak ekologi sungai, menyebabkan kematian ikan, kekeruhan air, bau busuk, perkembangbiakan nyamuk yang pesat, serta mengganggu pemandangan dan nilai estetika lingkungan. Untuk memenuhi standar mutu yang berlaku, pengolahan limbah lebih lanjut menjadi suatu keharusan. Pencemaran yang disebabkan oleh limbah tahu merupakan isu lingkungan yang merugikan dan dapat memberikan dampak negatif kepada masyarakat. Seiring dengan peningkatan produksi tahu, potensi polusi juga akan meningkat. Untuk mencegah dampak buruk pencemaran limbah pabrik tahu terhadap lingkungan sekitar, penting untuk melakukan evaluasi terhadap praktik operasional pabrik

tahu dengan tujuan memperbaiki sistem pengolahan limbah (Karenina Juniska, 2024)

Limbah dari industri tahu dapat berupa cairan maupun padatan. Limbah padat dihasilkan melalui proses penyaringan dan penggumpalan. Sebagian besar limbah yang dihasilkan dalam produksi tahu adalah dalam bentuk cair ampas tahu diolah jadi pakan ternak dan tempe gembus. Namun, proses produksi mendapatkan volume limbah cair yang dihasilkan tahu cukup besar. Kondisi ini menyebabkan total produksi tahu dan tempe menghasilkan limbah cair dalam jumlah yang signifikan, sehingga pengolahan limbah menjadi suatu keharusan untuk mencegah dampak pencemaran terhadap lingkungan di sekitar industri (Karenina Juniska, 2024)

Limbah cair yang berasal dari industri tahu berpotensi mencemari lingkungan, terutama ekosistem perairan. Umumnya, proses produksi tahu masih menggunakan metode tradisional, sehingga sistem pengolahan limbah yang seharusnya mengawasi pembuangan limbah belum berjalan efektif. Keterbatasan finansial dan kurangnya pemahaman mengenai teknik pengolahan limbah menjadi kendala bagi usaha kecil untuk mengatasi masalah limbah yang mereka hasilkan. Kondisi ini dapat mengakibatkan penurunan mutu air sungai, peresapan limbah ke dalam tanah yang mencemari sumur-sumur warga, serta memicu berbagai masalah kesehatan seperti masalah kesehatan seperti penyakit pada kulit, gangguan sistem pencernaan, dan berbagai penyakit lain dapat muncul akibat penggunaan air yang telah tercemar (Karenina Juniska, 2024).

F. Pengolahan Limbah cair

1. Pengolahan Pendahuluan (Pretreatment)

Pada tahap awal, saringan kasar dengan ukuran melebihi 30 x 30 cm dan tahan karat sudah memadai untuk debit air 100 m³/jam. Untuk kinerja yang lebih baik, pemasangan dua atau tiga saringan dapat dipertimbangkan. Hal yang krusial adalah pemeriksaan rutin saringan untuk menghilangkan material yang tertahan, seperti padatan yang mengapung atau tersuspensi dalam aliran air limbah (Fauzy, 2023).

2. Pengolahan Primer (Primary Treatment)

Tahap selanjutnya adalah penyaringan untuk menghilangkan partikel halus atau zat pewarna yang masih terlarut setelah proses penyaringan sebelumnya. Terdapat dua pendekatan yang dapat diterapkan, yaitu melalui pendekatan kimiawi dan fisikawi. Pengolahan kimiawi dilakukan dengan memicu pengendapan materi padat melalui penambahan senyawa kimia spesifik, yang akan menghasilkan reaksi sehingga densitas materi padat menjadi lebih tinggi daripada air. Sementara itu, pengolahan fisika dilakukan melalui proses sedimentasi atau flotasi yang bertujuan untuk menghilangkan materi kasar yang terdapat dalam air limbah (Fauzy, 2023)

3. Pengolahan Sekunder (Secondary Treatment)

Tahap ini menghilangkan bahan organik melalui oksidasi biokimiawi (proses biologis). Reaktor lumpur aktif dan trickling filter sering digunakan. Pengolahan sekunder bertujuan menghilangkan bahan organik terurai dan padatan tersuspensi, menggunakan kombinasi kimia (misalnya koagulasi dan flokulasi) dan biologi (sistem anaerob dan aerob) (Fauzy, 2023).

4. Pengolahan Tersier (Tertiary Treament)

Tahap tersier dalam pengolahan limbah bertujuan untuk menghilangkan senyawa organik dan anorganik, dan merupakan tahap akhir dari keseluruhan proses. Kualitas efluen pada tahap ini diukur berdasarkan baku mutu limbah. Jika belum memenuhi standar, diperlukan pengolahan lanjutan. Namun, jika sudah sesuai, air buangan dianggap aman untuk dilepas ke perairan umum (Fauzy, 2023