

BAB I

PENDAHULUAN

Bab satu pendahuluan menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

1.1 Latar Belakang

Industri pembuatan tahu yang berkembang di Indonesia umumnya beroperasi dalam skala industri kecil atau rumah tangga. Kurniawansyah et al. (2022) menyatakan bahwa keberadaan industri pembuatan tahu membawa dampak positif yaitu pada peningkatan ekonomi dengan menciptakan lapangan kerja bagi masyarakat pengangguran. Keberadaan industri ini juga memiliki dampak negatif dari pembuangan limbah cair ke sungai yang dapat menyebabkan pencemaran air, ditandai dengan perubahan warna air sungai dan munculnya buih putih. Pencemaran udara yang ditimbulkan juga menghasilkan bau tidak sedap dan mengganggu kenyamanan penduduk sekitar.

Menurut Uumbu et al. (2023), limbah tahu merupakan bahan atau material limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tahu dan tidak lagi dimanfaatkan. Limbah tahu terbagi menjadi dua jenis, yaitu limbah padat dan cair. Limbah padat berupa ampas kedelai, sedangkan limbah cair meliputi sisa air dari perendaman, penggumpalan, serta cairan kekuningan yang apabila dibiarkan akan berubah menjadi hitam dan mengeluarkan bau tidak sedap. Menurut Ghaffar et al. (2024), limbah padat selama ini dimanfaatkan sebagai pakan ternak, sedangkan limbah cair belum dikelola secara maksimal. Hal ini terjadi karena limbah cair dianggap tidak memiliki manfaat, sehingga pada akhirnya dibuang ke sungai dan menyebabkan pencemaran lingkungan.

Menurut Ariyetti et al. (2022), penurunan kualitas lingkungan akibat dari limbah cair tahu yang tidak diolah dengan benar sebelum dibuang ke saluran pembuangan dapat diketahui melalui beberapa parameter fisik, kimia, dan biologi. Parameter fisik limbah cair dapat dinilai melalui tingkat kekeruhan dan nilai pH. Parameter biologis mencakup keberadaan bakteri seperti *E. coli* dalam limbah tahu. Parameter kimia dari kualitas limbah cair diukur berdasarkan kadar *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang terdapat di

dalamnya. Limbah cair tahu yang secara langsung dibuang ke sungai agar tidak mencemari lingkungan, pemerintah menetapkan ambang batas standar atau baku mutu air limbah dari parameter yang mengukur kandungan zat pencemar di dalam limbah.

Baku mutu dari limbah cair pada industri pembuatan tahu telah diatur dalam peraturan menteri. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah pada industri pengolahan kedelai terutama pada industri tahu menunjukkan ambang batas BOD sebesar 150 mg/L, COD sebesar 300 mg/L, TSS sebesar 200 mg/L, dan pH sebesar 6-9. Parameter-parameter ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan sejauh mana limbah cair dari proses produksi tahu memenuhi standar lingkungan yang aman. Limbah cair tahu yang melebihi ambang batas ini dapat memberikan dampak serius terhadap lingkungan.

Hasil pengamatan dari industri pembuatan tahu di UD Gangsar yang berlokasi di Jl. Windu, RT 01/ RW 01, Desa Mojowarno, Kec. Mojowarno, Kab. Jombang menunjukkan bahwa dalam proses produksinya menghasilkan limbah padat dan cair. Limbah padat yang dihasilkan industri pembuatan tahu ini, dijual sebagai pakan hewan ternak, sedangkan limbah cair tahu tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu, tetapi langsung dibuang ke sungai. Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik UD Gangsar, alasan tidak diolahnya limbah cair sebelum dibuang ke sungai yaitu hingga saat tidak mengaplikasikan instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Di sisi lain, juga kurangnya pengawasan dari pemerintah daerah yang mengatur pengolahan limbah.

Tabel 1.1 Hasil uji laboratorium limbah cair tahu UD Gangsar

Parameter	Baku Mutu (mg/L)	Hasil Uji (mg/L)
BOD	150	344,33
COD	300	629,33
TSS	200	2300
pH	6-9	3

Tabel 1.1 merupakan hasil uji laboratorium pada limbah cair tahu di UD Gangsar menunjukkan bahwa tiap parameter belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014. Kadar BOD sebesar 344,33 mg/L melebihi ambang batas 150 mg/L yang mengindikasikan tingginya kandungan bahan organik dalam limbah dan

berpotensi mengurangi kadar oksigen dalam perairan. Kadar COD yang terukur sebesar 629,33 mg/L jauh di atas batas 300 mg/L, menunjukkan adanya zat kimia yang sulit terurai secara biologis. Kadar TSS mencapai 2300 mg/L yang melebihi standar 200 mg/L, sehingga dapat meningkatkan kekeruhan dan mengganggu ekosistem perairan. Nilai pH air limbah sebesar 3 yang berada di bawah rentang baku mutu 6-9, menunjukkan sifat asam yang dapat merusak lingkungan perairan dan organisme di dalamnya.

Berdasarkan hasil uji laboratorium, limbah cair tahu yang dihasilkan oleh UD Gangsar jika dibuang langsung ke sungai berisiko menurunkan kualitas air sungai di sekitar area pembuangan. Dari hasil pengamatan di lapangan, aliran sungai yang menerima limbah menunjukkan perubahan warna. Hal tersebut mengindikasikan tingginya kandungan zat organik dan partikel tersuspensi. Oleh karena itu, limbah cair tersebut perlu melalui proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai, agar kandungan pencemar di dalamnya memenuhi standar yang ditetapkan oleh pemerintah dan dampak pencemaran lingkungan dapat diminimalkan.



Gambar 1.1 Pembuangan limbah cair di UD Gangsar

Pengolahan limbah cair tahu menghadapi hambatan karena memerlukan teknologi yang cukup canggih dan biaya yang tinggi, sedangkan industri tahu umumnya beroperasi dalam skala kecil. Karena itu, dibutuhkan solusi yang memungkinkan industri pembuatan tahu mengolah limbah cair dengan biaya yang tidak terlalu besar, proses yang sederhana, dan limbah yang telah diolah aman untuk dibuang ke sungai. Salah satu cara untuk mengolah limbah cair tahu adalah dengan menggunakan metode filtrasi.

Menurut Sitasari & Khoironi (2021), filtrasi adalah proses penyaringan air limbah menggunakan media tertentu, di mana selama proses ini terjadi peningkatan kualitas air. Peningkatan tersebut terjadi karena adanya pemisahan partikel tersuspensi dan koloid, pengurangan jumlah bakteri melalui interaksi dengan

organisme lain serta pertukaran zat kimia yang terdapat dalam air limbah. Menurut Ria (2022), teknologi filtrasi sangat efisien dalam memanfaatkan lahan terbatas serta sumber daya air yang tersedia. Filtrasi menjadi salah satu pilihan yang efektif, berbiaya rendah, dan mudah diterapkan oleh masyarakat, terutama dalam pengolahan limbah cair industri tahu.

Penelitian terkait pengolahan air limbah dengan metode filtrasi telah banyak dilakukan. Penelitian yang dilakukan Sitasari & Khoironi (2021) bertujuan mengevaluasi efektivitas metode *batch* dan kontinu dengan jenis media filtrasi *bioball* dan *bioring* terhadap peningkatan kualitas limbah cair tahu. Parameter limbah cair tahu yang diuji meliputi COD, DO, pH, dan kekeruhan. Analisis statistik dilakukan dengan membandingkan parameter air sebelum dan sesudah filtrasi. Metode *batch* lebih efektif dalam menurunkan COD hingga 18,12% dan kekeruhan sebesar 57,22% pada hari pertama, sementara metode kontinu menunjukkan peningkatan DO yang optimal sebesar 18,03%. Peningkatan pH tertinggi terjadi pada kolom dengan media *bioring* menggunakan metode *batch* sebesar 41,27%. Penelitian yang dilakukan Calista et al. (2024) menerapkan metode filtrasi dengan aliran vertikal (*downflow*). Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh dari variasi ketebalan media filtrasi terdiri dari lapisan pasir sungai dan arang sekam padi serta variasi waktu kontak terhadap penurunan kadar pencemar air limbah. Hasil analisis data menunjukkan nilai *p-value* untuk ketebalan arang sekam padi, pasir sungai, dan waktu kontak masing-masing lebih kecil dari 0,05, dapat disimpulkan bahwa variabel tersebut memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kadar pencemar. Hasil uji t menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p\text{-value} < 0,05$) diantara beberapa reaktor yang diuji.



Gambar 1.2 Titik pengambilan sampel limbah cair tahu

Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian ini dilakukan di UD Gangsar, salah satu industri tahu yang masih membuang limbah cair langsung ke lingkungan

tanpa pengolahan yang memadai. Fokus penelitian ini adalah merancang dan mengevaluasi unit pengolahan limbah cair tahu dengan pendekatan desain eksperimen. Unit pengolahan dibuat dalam skala laboratorium menggunakan metode filtrasi sistem *downflow* (aliran turun) secara kontinu. Desain eksperimen melibatkan dua faktor utama, yaitu jenis media filtrasi terdiri dari dua level faktor zeolit dan bioring, serta ketebalan media filtrasi pada arang aktif terdiri dari dua level faktor 25 cm dan 30 cm. Parameter kualitas limbah cair yang diamati meliputi *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Total Suspended Solids* (TSS) sebagai respon utama untuk menilai kinerja sistem dalam menurunkan kadar pencemar. Setiap perlakuan diuji sebanyak tiga kali ulangan, kemudian dilakukan pengujian laboratorium dengan metode Standar Nasional Indonesia untuk mengukur parameter kualitas limbah cair setelah proses filtrasi. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan ANOVA dua arah guna mengidentifikasi pengaruh masing-masing faktor serta interaksinya terhadap hasil respon. Selanjutnya, hasil filtrasi dibandingkan dengan baku mutu limbah cair industri tahu sesuai peraturan yang berlaku guna mengetahui apakah kualitas limbah cair hasil olahan memenuhi standar lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana desain eksperimen pengolahan air limbah tahu dengan menggunakan metode filtrasi pada sistem *downflow* secara kontinu di UD Gangsar?
2. Apakah faktor jenis media dan ketebalan media filtrasi berpengaruh signifikan terhadap kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair tahu?
3. Apakah hasil pengolahan limbah cair tahu dengan metode filtrasi pada sistem *downflow* secara kontinu memenuhi baku mutu limbah cair industri tahu?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Merancang desain eksperimen pengolahan air limbah tahu menggunakan metode filtrasi dengan sistem *downflow* secara kontinu di UD Gangsar.

2. Menganalisis pengaruh jenis media dan ketebalan media filtrasi terhadap kadar BOD, COD, dan TSS pada limbah cair tahu.
3. Mengevaluasi kualitas limbah cair tahu hasil pengolahan berdasarkan variasi jenis dan ketebalan media filtrasi, serta membandingkannya dengan baku mutu limbah cair industri tahu.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Berkontribusi dalam pengembangan pengolahan limbah, khususnya dalam penerapan metode filtrasi pada sistem *downflow* secara kontinu untuk pengolahan limbah cair tahu.
2. Membantu pihak UD Gangsar dalam meningkatkan kualitas limbah cair yang dihasilkan agar sesuai dengan baku mutu air limbah.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini hanya membahas limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi tahu di UD Gangsar.
2. Pengolahan air limbah yang dikaji menggunakan metode filtrasi pada sistem *downflow* (aliran turun) secara kontinu dengan pengujian skala laboratorium.
3. Faktor pengolahan air limbah seperti waktu kontak, volume, dan debit aliran tidak dianalisis lebih lanjut.
4. Respon penelitian difokuskan pada karakteristik limbah cair tahu terdiri atas parameter fisik (TSS) dan parameter kimia (BOD dan COD).

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Bab satu pendahuluan menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan dari penelitian yang dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab dua tinjauan pustaka menjelaskan tentang teori-teori yang mendukung penelitian. Teori-teori yang digunakan bersumber dari jurnal maupun buku terkait penelitian yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab tiga metodologi penelitian menjelaskan tentang lokasi dan waktu penelitian, jenis penelitian, alat dan bahan, populasi dan sampel penelitian, sumber data penelitian, variabel penelitian, prosedur penelitian meliputi tahap pendahuluan, pengambilan data, pengolahan data, kesimpulan dan saran, serta *flowchart* penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab empat hasil dan pembahasan menjelaskan tentang proses penyelesaian permasalahan serta menyajikan data dan temuan penelitian berdasarkan metode yang diterapkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab lima kesimpulan dan saran menjelaskan tentang kesimpulan dan saran berdasarkan hasil yang diperoleh pada bab empat. Setelah menarik kesimpulan, saran dapat diberikan sebagai referensi untuk penelitian berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN