

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri tahu merupakan salah satu sektor pengolahan pangan yang tumbuh pesat di Indonesia. Namun, peningkatan produksi tersebut diikuti dengan timbulnya limbah cair dalam jumlah besar, terutama dari proses pembuatan tahu. Limbah cair ini memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi, yang ditunjukkan oleh besarnya nilai *Total Suspended Solids* (TSS) dan nilai pH tertentu (Hossain et al., 2020). Berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 73 Tahun 2013, batas baku mutu untuk limbah cair industri tahu yaitu TSS maksimum sebesar 100 mg/L dan pH berkisar antara 6 hingga 9. Apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu, pembuangan limbah tersebut dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, terutama terhadap kualitas air permukaan seperti sungai (Syarma et al., 2018).

Pengolahan limbah cair tahu menjadi langkah penting untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, seperti munculnya bau tidak sedap serta peningkatan kekeruhan air akibat pembuangan limbah tanpa proses pengolahan (Aziz & Hassan, 2022). Beragam teknologi pengolahan telah dikembangkan, dan salah satu metode yang banyak digunakan adalah proses koagulasi-flokulasi. Teknik ini terbukti efektif dalam menurunkan kadar TSS dengan memanfaatkan koagulan untuk menggumpalkan partikel-partikel tersuspensi (Aziz & Hassan, 2022). Penurunan kekeruhan umumnya berbanding lurus dengan penurunan TSS, sementara kestabilan pH dapat dicapai melalui penambahan aktivator atau basa kuat pada saat pembentukan koagulan.

Secara umum, koagulan kimia konvensional seperti aluminium sulfat (alum) dan ferri klorida (FeCl_3) sering digunakan dalam proses tersebut. Namun, penggunaan bahan kimia ini dapat menimbulkan efek samping berupa peningkatan residu lumpur serta potensi kandungan logam berat yang lebih tinggi pada air olahan (Sisyanreswari et al., 2019). Oleh sebab itu, pengembangan koagulan alternatif yang lebih ramah lingkungan menjadi perhatian penting dalam penelitian pengolahan air limbah.

Salah satu bahan potensial yang dapat dimanfaatkan sebagai koagulan alami adalah bittern, yaitu cairan sisa hasil produksi garam yang terbentuk setelah pengendapan garam kalsium (CaSO_4 dan CaCO_3) serta kristalisasi sebagian besar natrium klorida (NaCl). Bittern memiliki kandungan senyawa seperti magnesium klorida (MgCl_2) dan kalsium klorida (CaCl_2) yang berperan aktif dalam proses koagulasi (Susanto et al., 2023). Pemanfaatan bittern tidak hanya membantu mengurangi limbah dari industri garam, tetapi juga menyediakan alternatif pengolahan limbah cair yang lebih berkelanjutan (Khatimah et al., 2022). Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa bittern efektif dalam menurunkan kadar pencemar pada berbagai jenis limbah, termasuk limbah domestik dan industri tekstil (Pratiwi et al., 2021).

Dalam penelitian ini, bittern digunakan sebagai koagulan dengan bantuan aktivator berupa Ca(OH)_2 , KOH , dan NaOH untuk membantu menetralkan pH sekaligus menurunkan kadar TSS dan kekeruhan. Aktivator Ca(OH)_2 dikenal mampu menaikkan pH serta mempercepat pembentukan flok dengan menetralkan muatan partikel koloid. Aktivator KOH memiliki karakteristik basa yang kuat dan berpotensi memengaruhi kecepatan pembentukan flok, sedangkan NaOH umum digunakan dalam proses industri untuk meningkatkan reaktivitas senyawa kimia di dalam sistem koagulasi (Al-Saadi & Juma, 2023). Penambahan aktivator ini diharapkan dapat menurunkan energi aktivasi reaksi, meningkatkan interaksi antar senyawa, serta mengoptimalkan efisiensi proses koagulasi-flokulasi menggunakan bittern, sehingga terjadi penurunan kadar TSS dan kekeruhan secara signifikan (Yulianto et al., 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan efektivitas ketiga jenis aktivator tersebut serta menentukan kondisi operasional paling optimal dalam pengolahan limbah cair tahu. Penelitian juga menilai kemampuan bittern dalam menurunkan kadar TSS, kekeruhan dan menetralkan pH, serta membangun model matematis yang mampu memprediksi efektivitas bittern menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM).

Metode Response Surface Method – Central Composite Design (RSM–CCD)

yang diterapkan dengan bantuan perangkat lunak Minitab/Design expert¹³ digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel bebas terhadap respons yang dihasilkan (Ahmad et al., 2023). RSM–CCD merupakan pendekatan matematis dan statistik yang efektif untuk mengoptimalkan proses dengan jumlah percobaan yang lebih sedikit, sehingga efisien dari segi waktu dan biaya (Ahmad et al., 2023). Melalui pendekatan ini, bittern hasil tambak garam diharapkan mampu berperan sebagai koagulan alternatif yang ramah lingkungan dan mendukung sistem pengolahan limbah cair tahu yang berkelanjutan (Susanto et al., 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh aktivator $\text{Ca}(\text{OH})_2$, KOH, dan NaOH dalam proses koagulasi-flokulasi limbah cair tahu menggunakan bittern?
2. Bagaimana pengaruh variasi dosis bittern dan konsentrasi aktivator terhadap penyisihan *Total Suspended Solid* dan Kekeruhan?
3. Bagaimana hubungan ketiga aktivator ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, KOH, NaOH), dengan konsentrasi aktivator dan dosis koagulan dalam menurunkan, *Total Suspended Solid* dan Kekeruhan serta menetralkan pH pada pengolahan limbah cair tahu menggunakan Response Surface Methodology (RSM)?

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh aktivator $\text{Ca}(\text{OH})_2$, KOH, NaOH, terhadap efektivitas bittern.
2. Menganalisis pengaruh dosis bittern dan konsentrasi aktivator terhadap penyisihan *Total Suspended Solid* dan Kekeruhan limbah cair industri tahu.
3. Mengetahui hubungan antara ketiga jenis aktivator ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, KOH, NaOH), konsentrasi aktivator, dan pengaruh dosis bittern, dalam penurunan, TSS, Kekeruhan serta menetralkan pH menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM).

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menentukan kondisi terbaik penggunaan bittern dengan Ca(OH)_2 , KOH, dan NaOH untuk pengolahan limbah tahu.
2. Penelitian ini akan menghasilkan informasi mengenai efektivitas bittern sebagai koagulan alternatif. Hasilnya dapat langsung diterapkan untuk meningkatkan kualitas pengolahan limbah cair tahu, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.
3. Menghasilkan model matematis (RSM) untuk memprediksi dan mengoptimalkan pengolahan limbah, memastikan kinerja yang konsisten di industri.

1.5 Ruang Lingkup

Penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut:

1. Limbah cair yang digunakan adalah limbah cair tahu dari industri tahu.
2. Koagulan yang digunakan adalah bittern yang diperoleh dari proses tambak garam.
3. Parameter yang diukur adalah TSS, Kekeruhan dan pH sesuai dengan reaktor yang digunakan.
4. Optimasi proses dilakukan menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM).
5. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur