

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Industri tahu adalah kegiatan berbahan utama organik sehingga menghasilkan limbah cair dengan kadar organik tinggi. Proses produksi yang masih menggunakan teknologi sederhana mengakibatkan rendahnya efisiensi penggunaan sumber daya (bahan baku dan air) sehingga menyebabkan tingginya produksi limbah yang dihasilkan (Pamungkas & Slamet, 2017). Kisaran nilai COD dari industri tahu adalah 7.000 – 12.000 mg/L. Sedangkan, berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014, kadar maksimum COD untuk usaha pengolahan kedelai adalah sebesar 300 mg/L. Tingginya kadar COD akan mencemari perairan jika limbah cair industri tahu dibuang ke badan air secara langsung (Sayow et al., 2020). Selain itu, limbah cair tahu juga mengandung kadar total N dan fosfat yang tinggi. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (Siswoyo & Hermana, 2017).

Pengolahan air limbah industri tahu secara biologi dapat dilakukan dengan metode aerob atau anaerob menggunakan bakteri. Sedangkan pengolahan secara fisik-kimia dapat dilakukan dengan proses koagulasi flokulasi dilanjutkan sedimentasi (Pamungkas & Slamet, 2017). Namun, pengolahan biologi biasanya membutuhkan waktu pendegradasian yang cukup lama dan lahan yang cukup luas (R & Winata, 2010). Sedangkan, pengolahan limbah dengan metode pengendapan kimia membutuhkan biaya mahal dan akan membentuk lumpur berbahaya yang membutuhkan pengolahan lebih lanjut (Rahman, 2012).

Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan teknologi yang sudah ada adalah metode pengolahan dengan proses fotokatalisis. Proses fotokatalisis menggunakan bahan semikonduktor ZnO dapat mendegradasi COD dan BOD menjadi molekul yang lebih kecil hingga termineralisasi kembali menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dengan prinsip AOPs melalui mekanisme oksidasi fotokatalitik menggunakan paparan sinar UV (Herrmann, 1999). Namun, penggunaan serbuk fotokatalis secara langsung menimbulkan permasalahan sulitnya pemisahan partikel katalis dari efluen hasil pengolahan (Meena et al., 2009). Selain itu, material fotokatalis punya

daya adsorp yang rendah (Rosariawari et al., 2012). Proses pertukaran ion menggunakan resin juga dapat digunakan untuk meremoval bahan organik (Cornelissen et al., 2008). Namun, penggunaan resin saja tidak dapat menghancurkan polutan karena mekanisme yang terjadi adalah pertukaran ion polutan ke dalam resin. Oleh karena itu, baru-baru ini dilakukan imobilisasi fotokatalis ZnO ke dalam resin sebagai media penyangga (*resin immobilized photocatalyst-ZnO*) dengan tujuan untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik dan mengatasi permasalahan sulitnya pemisahan serbuk katalis dari air hasil olahan (Lavyatra, 2022).

Material *resin immobilized photocatalyst-ZnO* (RIP-ZnO) terbukti mampu menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah tahu. Adapun bahan utama untuk sintesis RIP-ZnO terdiri dari resin dan fotokatalis ZnO (Lavyatra, 2022). Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam proses fotokatalis adalah jumlah katalis dalam reaktor. Jumlah degradasi polutan dalam air meningkat seiring meningkatnya dosis katalis (Asrori, 2022). Namun, berdasarkan penelitian oleh Ridho (2021), banyaknya massa TiO<sub>2</sub>-resin dalam proses fotokatalis dapat menurunkan efektivitas removal Cu(II) akibat penggumpalan suspensi (Ridho, 2021). Selain itu, faktor cahaya juga berpengaruh dalam proses fotokatalis. Jarak antara lampu dengan air akan berpengaruh pada proses fotokatalis sebagai penyedia energi (Hermawan, 2019). Oleh karena itu, massa RIP-ZnO dan jarak lampu UV dalam sistem reaktor fotokatalis harus ditentukan kondisi optimumnya.

Pada peneliian sebelumnya, telah dilakukan sintesis *resin immobilized photocatalyst-ZnO* serta pengujian efektivitasnya untuk menghilangkan parameter COD dalam limbah tahu secara *batch*. Berdasarkan uraian di atas, peneliti akan menggunakan material *resin immobilized photocatalyst-ZnO* dalam reaktor fotokatalisis secara kontinyu dengan variasi massa RIP-ZnO dan jarak lampu UV terhadap air agar didapatkan kondisi optimum untuk pendegradasian COD, total N, dan fosfat dalam limbah tahu. Kondisi optimum reaktor fotokatalisis yang didapatkan diharapkan dapat dilakukan *scaleup* untuk kemudian diaplikasikan pada instalasi pengolahan air limbah pada industri tahu.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi optimum jarak lampu UV dan massa RIP-ZnO serta pengaruhnya dalam menurunkan COD, total N, dan fosfat limbah tahu pada reaktor fotokatalisis *continue*?
2. Bagaimana perbandingan efektivitas RIP-ZnO dan resin kontrol dalam menurunkan COD, Total N, dan Fosfat limbah tahu dalam reaktor fotokatalisis *continue*?

## 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis kondisi optimum jarak lampu UV dan massa RIP-ZnO serta pengaruhnya dalam menyisihkan COD, Total-N, dan fosfat air limbah tahu pada reaktor fotokatalisis *continue*.
2. Membandingkan efektivitas RIP-ZnO dan resin kontrol dalam menyisihkan COD, Total N, dan Fosfat limbah tahu pada reaktor fotokatalisis *continue*.

## 1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagi penulis, memberikan pengalaman dan pengetahuan tentang reaktor fotokatalisis dengan material RIP-ZnO untuk menurunkan COD, total N, dan fosfat pada limbah cair tahu.
2. Bagi akademisi, memberikan referensi penelitian dengan topik yang sama untuk diteliti lebih lanjut
3. Bagi masyarakat, khususnya untuk pelaku usaha/industri tahu, memberikan teknologi alternatif pengolahan limbah cair industri tahu yang efisien dan tanpa menghasilkan lumpur.

## 1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Limbah cair tahu yang diteliti adalah limbah cair tahu yang diambil dari kegiatan industri tahu di Jalan Kedung Tarukan, Kecamatan Tambaksari, Surabaya.
2. Parameter yang diteliti adalah COD, total N, dan fosfat.
3. Jenis material yang digunakan dalam reaktor adalah RIP-ZnO.
4. Jenis lampu yang digunakan adalah lampu UVC.
5. Penelitian dilakukan secara kontinyu dalam skala pilot yang dilakukan di Laboratorium Air serta Laboratorium Riset dan Teknologi Teknik Lingkungan UPN "Veteran" Jawa Timur.