

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri di Indonesia mengalami peningkatan pesat dalam beberapa dekade terakhir (Fitri et al. 2025). Namun, di balik kemajuan tersebut, terdapat permasalahan lingkungan yang serius akibat limbah industri, terutama limbah cair yang mengandung logam berat berbahaya. Industri yang berpotensi menghasilkan limbah logam berat adalah industri tekstil, pengolahan logam, pengolahan kayu, percetakan, penyamakan kulit, pabrik pupuk, elektroplating, dan lain-lain. Salah satu logam berat yang umum ditemukan dalam limbah cair industri adalah kromium (S and R.V, 2024).

Kromium, terutama dalam bentuk heksavalen Cr(VI), dikenal sangat toksik, bersifat karsinogenik, dan dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti kerusakan organ, penyakit kulit, hingga kanker jika terpapar dalam jangka panjang (Osha, 2024). Di lingkungan, Cr(VI) juga berpotensi merusak ekosistem perairan dan memperparah pencemaran air permukaan (S and R.V, 2024). Menurut (Elystia, HS, and Karamy 2021), kandungan Cr(VI) dalam air limbah industri pelapisan logam dapat mencapai 19,91 ppm. Apabila dibuang ke lingkungan secara langsung, jumlah ini melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014, yaitu sebesar 0,1 mg/L. Karena tingkat toksisitasnya yang tinggi, Cr(VI) perlu direduksi menjadi Cr(III), bentuk kromium yang jauh lebih stabil, tidak mudah larut, dan relatif tidak berbahaya bagi makhluk hidup (Prasad et al. 2021).

Berbagai teknik telah diterapkan dalam pengolahan limbah yang mengandung kromium (Cr), seperti adsorpsi menggunakan karbon aktif, pasir aktif, serta pemanfaatan lempung zeolit. Selain itu, metode yang lebih modern, seperti koagulasi-flokulasi dan teknologi plasma juga telah dikembangkan. Namun, pendekatan konvensional ini masih memiliki kelemahan, seperti efektivitas yang terbatas dalam menghilangkan polutan serta biaya operasional yang tinggi (Nurillahi et al. 2020). Sebagai alternatif, teknologi fotodegradasi

dengan material fotokatalis menggunakan sinar ultraviolet atau cahaya tampak menawarkan solusi yang lebih efisien untuk mengolah limbah yang mengandung Cr.

Selain fotokatalis umum seperti TiO_2 dan ZnO , salah satu material fotokatalis yang berpotensi untuk dikembangkan adalah Fe_2O_3 yang memiliki *band gap* lebih sempit, yaitu sebesar 2,2 eV sehingga dapat bekerja efektif di bawah cahaya tampak (Series and Science 2020). Namun, penggunaan Fe_2O_3 sebagai fotokatalis masih memiliki kelemahan seperti luas permukaan yang kecil dan kestabilan fotokimia yang terbatas. Untuk mengatasi hal tersebut, Fe_2O_3 dapat dimodifikasi dengan material pendukung logam maupun non logam seperti SiO_2 atau TiO_2 yang berfungsi untuk meningkatkan luas permukaan, kestabilan dan efektivitas fotokatalitiknya (Fatimah et al. 2019).

Berdasarkan penjelasan tersebut, penelitian ini berfokus pada Analisa efektifitas fotokatalis Fe_2O_3 dengan variasi komposit $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ dan $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ dalam proses fotodegradasi ion Cr(VI) pada air limbah sintesis menggunakan cahaya tampak. Dengan memanfaatkan proses fotokatalitik ini, diharapkan ion Cr(VI) yang bersifat toksik dapat direduksi menjadi Cr(III) yang lebih aman bagi lingkungan serta lebih hemat energi dalam proses pengoperasiannya karena menggunakan sumber cahaya dari cahaya tampak.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik fotokatalis Fe_2O_3 , $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$, dan $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ dan efektivitasnya terhadap penurunan ion Cr(VI) pada air limbah sintesis?
2. Bagaimana pengaruh dosis fotokatalis Fe_2O_3 , $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$, dan $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ terhadap penurunan ion Cr(VI) pada air limbah sintesis?
3. Bagaimana pengaruh lama penyinaran terhadap penurunan ion Cr(VI) pada air limbah sintesis?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik fotokatalis Fe_2O_3 , $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$, dan $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ dan efektivitasnya terhadap penurunan ion Cr(VI) pada air limbah sintesis.
2. Menganalisis pengaruh variasi dosis fotokatalis Fe_2O_3 , $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$, dan $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ terhadap penurunan parameter Cr(VI) pada air limbah batik terhadap penurunan ion Cr(VI) pada air limbah sintesis.
3. Menganalisis pengaruh lama penyinaran terhadap penurunan ion Cr(VI) pada air limbah sintesis.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi industri, hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengembangan teknologi alternatif pengolahan limbah, khususnya dalam menurunkan kadar Kromium Heksavalen (Cr(VI)) dengan memanfaatkan fotokatalis berbasis Fe_2O_3 dan komposisinya.
2. Bagi universitas, hasil penelitian ini dapat memperluas cakupan penelitian di bidang teknologi fotokatalisis dan nanomaterial, serta dapat dijadikan dasar untuk pengembangan topik tugas akhir atau riset lanjutan yang relevan.
3. Bagi penulis, penelitian ini menjadi sarana dalam mengasah keterampilan eksperimen laboratorium, analisis data, serta kontribusi ilmiah dalam upaya pengurangan dampak pencemaran logam berat di lingkungan perairan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang Lingkup Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis air limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah sintesis yang dibuat menggunakan kalium dikromat sebagai sumber Cr(VI)
2. Parameter utama yang diamati pada penelitian ini adalah konsentrasi Cr(VI) setelah proses fotodegradasi
3. Material katalis yang digunakan adalah Fe_2O_3 yang dikompositkan dengan TiO_2 dan SiO_2 .