



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Limbah industri elektroplating merupakan salah satu polutan mayoritas terhadap lingkungan dan perairan (Shafy, 2015). Limbah cair dari proses elektroplating mengandung berbagai ion logam berat, asam, dan alkali (Zhang *et al.*, 2024). Pembuangan limbah elektroplating langsung ke perairan tanpa perlakuan terlebih dahulu, kandungan limbah tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas air (Amitesh *et al.*, 2022). Beberapa logam berat seperti arsen, kadmium, timbal, tembaga, merkuri, nikel, kromium, dan seng sering ditemukan dalam limbah elektroplating, dan keberadaannya dapat mengganggu kemampuan alami air untuk memurnikan diri serta menyebabkan akumulasi logam dalam rantai makanan (Bashir *et al.*, 2019). Penanganan limbah ini kerap terkendala oleh biaya operasional yang tinggi dan pemborosan sumber daya (Lu dan Wu, 2020). Limbah elektroplating mengandung berbagai logam berat yang beracun. Konsentrasi tinggi polutan beracun dari efluen elektroplating yang dapat menghalangi penerapan langsung dari penanganan biologis. Sehingga, pengurangan kadar logam berat dalam limbah cair elektroplating termasuk sebagai prioritas (Lara *et al.*, 2014). Meskipun logam seperti tembaga (Cu^{2+}) dan timbal (Pb^{2+}) memiliki nilai ekonomi, pembuangannya tanpa perlakuan tetap menimbulkan risiko lingkungan yang serius (Thabo *et al.*, 2021).

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengurangi kadar logam berat dalam limbah cair, seperti filtrasi membran, adsorpsi dan pertukaran ion atau *ion exchange*. Di antara metode tersebut, *ion exchange* menjadi salah satu teknik yang banyak digunakan karena mampu menukar ion logam dari larutan dengan ion pada resin secara selektif (Raj, Mayank dan Laiju, 2024). Berbeda dengan metode lain seperti koagulasi atau flokulasi, metode *ion exchange* tidak memerlukan koagulan atau flokulan untuk menukar ion. Metode *ion exchange* terbukti lebih efisien dikarenakan biaya awal yang diperlukan cukup rendah dan proses tidak



Laporan Hasil Penelitian

Penurunan Kadar Logam Berat Tembaga dan Timbal Pada Limbah Elektroplating dengan Kolom *Ion Exchange*

menghasilkan produk sampingan, serta resin yang sebelumnya digunakan dapat diregenerasi untuk digunakan kembali (Yadav, Singh dan Jadeja, 2021). Selain itu, penggunaan ion exchange juga lebih fleksibel dikarenakan dapat dikategorikan berdasarkan gugus fungsional dari resin yang akan digunakan seperti resin penukar kation, resin penukar anion dan resin pengelat/chelating (Zewail dan Yousef, 2015).

Pada percobaan yang telah dilakukan (Tan *et al.*, 2017) secara batch, menggunakan resin asam kuat D001 dengan variasi laju alir 2, 5, 8, 10, 12 liter/jam selama 2 jam dapat digunakan untuk menurunkan kadar tembaga hingga 99,14% pada limbah peleburan logam sebanyak 200 ml. Sementara itu, hasil penelitian yang telah dilakukan (Zewail dan Yousef, 2015) yang menggunakan kolom dengan diameter 16 cm dan tinggi 36 cm yang berisikan resin AMBERJET 1200 Na dengan laju alir 0; 0,51; 12,74; 25,74; 50,96; dan 76,43 cm/s serta variasi waktu 3, 6, 9, 12, 15, 18 dan 21 menit menunjukkan hasil yang berupa penurunan kadar ion timbal (Pb^{+}) sebesar 98-99% pada menit ke-21. Pada percobaan yang dilakukan (Ratnasari *et al.*, 2021) dengan menggunakan kolom kontinyu yang berisi resin kation Lewatit dengan variasi berat resin sebesar 50, 100, 150, 200, dan 250 gr serta variasi laju alir 60, 120, 180, 240, dan 300 ml/menit, didapatkan efektifitas penurunan kadar logam berat timbal (Pb^{2+}) tertinggi pada laju alir 60 ml/menit dan berat resin 250 gram. Selanjutnya hasil penelitian dari (Pujiastuti *et al.*, 2023) menggunakan proses pertukaran ion pada kolom kontinyu dengan tinggi 40 cm dan diameter 3 cm yang berisi resin dowex Amberlite IRC120 Na dapat digunakan untuk menurunkan kadar ion logam berat seperti timbal (Pb^{2+}) pada limbah industri batik sebanyak 600 ml dengan variasi tinggi resin 2, 5, 10, 15, 20 cm serta laju alir 250 ml/menit. Kondisi pertukaran terbaik terjadi pada variabel tinggi resin 20 cm hingga 87,132% (Pujiastuti *et al.*, 2023). Selanjutnya berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan (Benalla *et al.*, 2022) dengan menggunakan resin Lewatit S 1568 secara batch dengan menggunakan berat resin 1; 1,5; 2; 2,5; 3,5 dan 4 gram dengan kecepatan pengadukan 10, 15, 30, 60, 90 dan 120 rpm selama 10, 20, 30, 40, 50 dan



60 menit menunjukkan bahwa kadar ion tembaga (Cu^{2+}) menurun sebanyak 99% pada berat resin 2,5 gram dengan kecepatan pengadukan 90 rpm selama 40 menit.

Namun demikian, efektivitas pertukaran ion sangat dipengaruhi oleh parameter operasional seperti tinggi resin dan laju alir, yang menentukan waktu kontak antara limbah dan resin. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa peningkatan tinggi resin dapat memperbesar kapasitas penukaran, sementara penurunan laju alir memperpanjang waktu kontak yang memungkinkan pertukaran ion berlangsung lebih maksimal. Namun, sebagian besar studi terdahulu hanya meneliti salah satu variabel atau menggunakan sistem batch, serta belum menguji pengaruh kombinasi tinggi resin dan laju alir dalam sistem kolom kontinyu dengan limbah elektroplating aktual yang memiliki konsentrasi logam berat tinggi, seperti Cu dan Pb. Penelitian ini mengkaji efektivitas kolom *ion exchange* dengan variasi tinggi resin dan laju alir yang belum banyak diteliti secara bersamaan pada limbah elektroplating. Pendekatan ini diharapkan memberikan gambaran operasional yang lebih aplikatif untuk peningkatan efisiensi proses penurunan logam berat.

I.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi tinggi resin dan laju alir pada penurunan kandungan logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dalam limbah elektroplating menggunakan metode *ion exchange* dengan resin Dowex Amberlite IRC120 Na.

I.3 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi metode untuk penurunan kandungan logam berat pada limbah elektroplating dengan metode pertukaran ion.
2. Memberikan informasi terkait penggunaan resin Dowex Amberlite IRC120 Na dalam pengolahan limbah elektroplating.