

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan aktivitas industri dalam beberapa dekade terakhir, terutama dalam sektor-sektor seperti pertambangan, metalurgi, tekstil, dan industri kimia, telah menyebabkan peningkatan pencemaran lingkungan, khususnya pencemaran air oleh logam berat. Logam kadmium merupakan salah satu logam berat yang berbahaya karena toksisitasnya yang tinggi dan potensinya untuk menyebabkan efek berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001, batas maksimum kadar kadmium dalam air adalah 0,3 ppm. Jika kadmium masuk ke dalam tubuh dan mencapai konsentrasi 200 µg Cd/gram di ginjal, hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan ginjal yang berujung pada kematian¹. Penanganan limbah yang mengandung logam berat menjadi krusial untuk mencegah kontaminasi air dan tanah serta dampak negatif pada ekosistem. Banyak metode penghilangan logam berat yang telah berkembang, seperti elektrolisis, pengendapan kimia, dan adsorpsi. Metode adsorpsi biasanya lebih disukai dalam industri karena biayanya lebih ekonomis dan cenderung tidak menimbulkan efek samping beracun². Salah satu material baru yang dapat digunakan untuk menghilangkan polutan dalam air limbah yang tidak menyebabkan pencemaran sekunder setelah proses adsorpsi adalah hidroksiapatit.

HAp adalah senyawa kalsium fosfat yang mengandung gugus hidroksida dan merupakan salah satu jenis mineral apatit dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ³. Permukaan HAp kaya akan gugus P-OH dan Ca-OH, menjadikannya sangat efektif sebagai adsorben untuk menyerap ion logam berat dari larutan⁴. HAp telah banyak diteliti sebagai adsorben yang potensial untuk ion logam berat karena kemampuan adsorpsinya yang tinggi dan stabilitasnya dalam berbagai kondisi. Selain itu, hidroksiapatit memiliki biokompatibilitas yang baik, sehingga aman digunakan dalam berbagai aplikasi lingkungan⁵.

Proses sintesis hidroksiapatit memegang peranan penting dalam menentukan karakteristik dan kinerja material yang dihasilkan. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi hasil akhir dari sintesis ini, termasuk jenis dan konsentrasi agen pengendap yang digunakan. Berdasarkan penelitian sebelumnya, HAp yang disintesis dari limbah cangkang kerang darah tanpa penambahan urea sebagai zat aditif memiliki kapasitas adsorpsi terhadap ion logam Cd^{2+} sebesar 1,132 mg/g¹. Pada penelitian ini, urea digunakan sebagai zat aditif dalam sintesis hidroksiapatit untuk

meningkatkan kinerja HAp yang dihasilkan untuk digunakan sebagai adsorben logam kadmium (Cd). Urea ketika terhidrolisis, menghasilkan amonia dan karbon dioksida, yang dapat menaikkan pH secara bertahap sehingga dapat membantu mengontrol laju pertumbuhan kristal HAp dan membantu pembentukan struktur berpori pada HAp. Hal ini penting untuk menghasilkan ukuran partikel, morfologi, dan luas permukaan yang optimal untuk pengaplikasian HAp sebagai adsorben⁶.

Berbagai metode sintesis HAp telah dikembangkan, seperti reaksi fase padat, pengendapan, sol-gel, hidrotermal, mekanokimia, elektrokimia dan sintesis dengan gelombang mikro. Metode sol-gel merupakan metode yang umum digunakan untuk mensintesis HAp. Metode sol-gel memiliki beberapa keuntungan seperti kemudahan dalam mengontrol komposisi kimia, dan homogenitas yang tinggi³. Metode sol-gel juga dapat memudahkan penambahan urea dalam proses sintesisnya sehingga dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi HAp yang dihasilkan.

HAp dapat disintesis menggunakan bahan kimia murni, bahan alami seperti batu kapur, atau biomaterial yang mengandung kalsium seperti cangkang kerang, terumbu karang, tulang, dan kulit telur. Saat ini, HAp sintetik yang tersedia di pasar memiliki harga yang sangat tinggi karena harus diimpor. Menurut Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), harga hidroksiapatit mencapai sekitar 1 juta rupiah per gram. Keterbatasan ini memotivasi pencarian alternatif bahan lain untuk menghasilkan hidroksiapatit sintetik yang lebih terjangkau, mudah diakses, tetapi tetap berkualitas sebanding dengan hidroksiapatit komersial⁷.

Cangkang kerang darah merupakan kerang yang kaya akan CaCO_3 (98,7%), sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku sintesis HAp. Indonesia menghasilkan banyak limbah cangkang seyiap tahunnya, namun pemanfaatan limbah cangkang kerang ini belum maksimal. Oleh karena itu, perlu adanya pemanfaatan limbah kerang untuk mengurangi limbah padat yang ada di lingkungan⁸.

Dalam penelitian ini, hidroksiapatit disintesis dari limbah cangkang kerang darah dengan mempelajari pengaruh urea terhadap HAp yang dihasilkan untuk mengadsorpsi ion logam Cd^{2+} pada larutan. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan hidroksiapatit yang berfungsi sebagai adsorben untuk menghilangkan ion logam Cd^{2+} dengan menganalisis isoterm dan kinetika adsorpsi. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi solusi baru untuk mengatasi permasalahan limbah cangkang kerang darah dan pencemaran logam berat dalam air limbah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh urea dalam sintesis hidroksiapatit dari cangkang kerang darah terhadap kapasitas adsorpsi hidroksiapatit?
2. Bagaimana isoterm dan kinetika adsorpsi hidroksiapatit terhadap ion logam Cd^{2+} dalam larutan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Mempelajari pengaruh urea dalam sintesis hidroksiapatit dari cangkang kerang darah terhadap kapasitas adsorpsi hidroksiapatit.
2. Mempelajari isoterm dan kinetika adsorpsi hidroksiapatit terhadap ion logam Cd^{2+} dalam larutan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan pemahaman tentang pengaruh urea dalam sintesis hidroksiapatit dari cangkang kerang darah terhadap kapasitas adsorpsi hidroksiapatit.
2. Menghasilkan hidroksiapatit dengan ukuran partikel yang dapat dioptimalkan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi terhadap ion Cd^{2+} dalam larutan.
3. Memberikan solusi untuk pengelolaan limbah cangkang kerang darah dan mengurangi dampak pencemaran logam berat dalam lingkungan

