BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesatnya perkembangan industri selama beberapa tahun terakhir telah menyebabkan tingginya peningkatan limbah di lingkungan perairan (Geng *et al*., 2024). Salah satu kontaminan yang biasa ditemukan dalam air limbah industri adalah logam berat yang menempati tempat paling penting. Limbah logam berat umumnya dihasilkan dari kegiatan industri seperti pertambangan, pelapisan logam, peleburan logam, tekstil, pewarna, dan industri cat. Peningkatan logam berat hasil pembuangan di luar batas yang diizinkan menimbulkan risiko kesehatan dan lingkungan yang serius yang menjadi sumber utama masalah lingkungan (Amenaghawon *et al*., 2022). Logam berat dapat dengan mudah terakumulasi dalam organ tubuh manusia melalui rantai makanan yang menyebabkan tingginya resiko penyakit dan kanker karena tidak dapat terdegradasi (Huang *et al*., 2020).

Limbah logam berat seperti logam Pb telah menarik banyak perhatian internasional karena logam Pb dapat menyebabkan anemia, gangguan sistem saraf, pusing, dan penyakit ginjal (Li *et al*., 2021). Berdasarkan aturan dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) ambang batas kandungan logam timbal (Pb) di perairan yang diizinkan sebesar 0,05 mg/L (Raji *et al*., 2023). Oleh karena itu, logam berat beracun tersebut perlu dikurangi sebelum dibuang ke lingkungan (Yan *et al*., 2014). Beberapa upaya telah dilakukan untuk meminimalisir kandungan logam berat dilingkungan menggunakan beberapa metoda (Xu *et al*., 2023).

Metode adsorpsi dianggap sebagai metode paling menjanjikan karena memiliki efisiensi yang tinggi, kebutuhan energi yang rendah, dapat digunakan kembali sebagai bahan penyerap, sederhana dan memiliki biaya operasional yang rendah (Zein *et al*., 2024). Berbagai adsorben telah diselidiki secara intensif dan digunakan untuk menghilangkan logam berat (Liu *et al*., 2023). Beberapa dekade terakhir Hidroksiapatit (HAp) ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) telah menarik minat khusus dalam mengolah limbah logam berat karena kapasitas serapannya yang tinggi, kelarutan dalam air yang rendah, dan stabilitas yang tinggi dalam kondisi oksidasi dan reduksi (Xu *et al*., 2023a). Selain itu hidroksiaptit memiliki struktur yang berpori dan juga memiliki ketahanan terhadap panas (Azis *et al*., 2018).

Hidroksiapatit dapat disintetis menggunakan bahan dasar kalsium dari bahan kimia dan bahan alami. Prekusor kalsium sintetis yang digunakan seperti $Ca(NO_3)_2$, $Ca(OH)_2$, $CaCO_3$ (Azis *et al*., 2018) dan bahan alami seperti yaitu kerang (Alif *et al*., 2018), batu kapur, cangkang telur , dan cangkang kerang hijau (Jamarun *et al*., 2024). Hidroksiapatit dapat disintesis menggunakan beberapa metode salah satunya yaitu menggunakan metode sol-gel (Jamarun *et al.*, 2023). Metode sol-gel memiliki keunggulan yaitu menawarkan pencampuran tingkat molekuler dari prekursor kalsium dan fosfor, sehingga meningkatkan homogenitas kimia (Saranya *et al*., 2011).

Saat ini hidroksiapatit yang berasal dari bahan alam telah menerima banyak perhatian dibandingkan dengan hidroksiapatit sintetis karena kemiripan sifatnya dengan tulang asli, selain itu penggunaan hidroksiapatit dari bahan alami juga dapat bermanfaat bagi lingkungan dalam mengatasi permasalahan limbah biologis terutama yang berasal dari industri makanan seperti cangkang telur (Bee *et al*., 2019). Telur merupakan salah satu sumber protein yang paling sering dikonsumsi sehari-hari oleh masyarakat. Salah satu sumber protein sebagai bahan pangan, telur puyuh memiliki kualitas yang lebih baik karena memiliki kandungan protein yang relatif lebih tinggi untuk setiap butirnya dibandingkan dengan telur ayam (Malau, 2021). Sementara itu, cangkang telur puyuh masih menyisakan limbah padat yang berpotensi mencemari lingkungan. Limbah cangkang telur puyuh memiliki sumber kalsium karbonat yang dapat diubah menjadi kalsium oksida dan berpotensi menggantikan peran kalsium sintetik sebagai prekursor kalsium yang efektif untuk sintesis hidroksiapatit (Trakoolwannachai *et al*., 2019).

Adanya ion kalsium (Ca^{2+}), fosfat (PO_4^{3-}) dan hidroksil (OH^-) yang terdapat pada hidroksiapatit memberikan muatan positif dan negatif menyebabkan terjadinya ikatan dengan atom lain sehingga hidroksiapatit dapat digunakan sebagai adsorban untuk penghilangan kadar logam (Muthu *et al*., 2022). Hingga saat ini belum ada laporan yang pernah dipublikasikan mengenai konversi limbah cangkang telur puyuh menjadi hidroksiapatit dan kemudian diaplikasikan untuk mengadsorpsi logam berat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menilai kelayakan hidroksiapatit yang disintesis dari limbah cangkang telur puyuh dengan metode sol -gel sebagai sumber Ca dan mengkarakterisasinya menggunakan XRF,

XRD, SEM dan BET serta mengevaluasi sifat adsorpsi HAp (efek pH, konsentrasi, massa, waktu kontak, kinetika adsopsi, dan isotrem adsorpsi).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka diperoleh perumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah hidroksiapatit dapat disintesis menggunakan cangkang telur puyuh dengan metoda Sol-Gel?
2. Bagaimana hasil karakterisasi hidroksiapatit setelah disintesis dengan metode Sol-Gel?
3. Bagaimana kapasitas penyerapan ion logam timbal Pb(II) oleh hidroksiapatit dilihat dari pengaruh pH, konsentrasi, massa, dan waktu kontak?
4. Bagaimana model isotherm, model kinetika dan parameter termodinamika terhadap proses adsorpsi pada penyerapan ion logam timbal Pb(II) oleh hidroksiapatit?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mensintesis hidroksiapatit dari cangkang telur puyuh dengan metoda Sol-Gel?
2. Mengidentifikasi kandungan elemen (XRF), menganalisa sudut difrkasi (XRD), menganalisa gugus fungsi (FTIR), menganalisa luas permukaan (BET) dan menganalisa morfologi (SEM-EDX) adsorben hidroksiapatit sebelum dan setelah penyerapan ion logam Pb(II)
3. Menentukan kemampuan daya serap hidroksiapatit terhadap ion logam Pb(II) dari hasil analisa kondisi optimal pengaruh pH, konsentrasi, massa, dan waktu kontak
4. Menganalisis model isotherm, model kinetika reaksi dan termodinamika terhadap penyerapan ion logam timbal Pb(II) oleh hidroksiapatit

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini dapat memberikan informasi mengenai metode efektif yang dapat digunakan untuk menghasilkan partikel hidroksiapatit yang memiliki karakteristik yang unggul dari cangkang telur puyuh. Selain itu

digunakan sebagai solusi pengolahan limbah logam dengan memanfaatkan adsorben dengan biaya murah, mudah didapat dan proses yang tidak rumit