

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Negara-negara berkembang masih menghadapi tantangan besar terkait masalah pencemaran. Pencemaran ini dapat berasal dari sumber alam maupun aktivitas manusia, dan keduanya berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem. Di antara berbagai jenis pencemaran, logam berat menjadi isu yang memerlukan perhatian serius. Unsur ini secara umum diakui berbahaya, sehingga keberadaannya di lingkungan, terutama dalam kondisi terkontaminasi, menjadi persoalan penting. Masalah utama yang ditimbulkan logam berat adalah kemampuannya untuk terakumulasi dalam rantai makanan, yang pada akhirnya meningkatkan risiko keracunan di tanah, udara, dan air¹.

Beberapa logam berat seperti merkuri (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), arsen (As), dan logam berat lainnya dikenal bersifat toksik bagi makhluk hidup. Di antara berbagai jenis tersebut, timbal (Pb) memiliki dampak negatif yang cukup berbahaya. Logam ini merupakan salah satu polutan yang banyak digunakan dalam berbagai kegiatan industri, seperti penambangan, peleburan, penyulingan minyak bumi, percetakan, produksi pigmen, dan pembuatan baterai. Pencemaran air yang disebabkan oleh timbal telah menjadi masalah serius bagi kesehatan lingkungan dan masyarakat². Logam timbal bersifat *non-biodegradable* dan dapat terakumulasi pada organisme hidup. Salah satu dampak pencemaran logam berat Pb bagi kesehatan adalah menimbulkan kerusakan pada pembentukan sel darah merah, logam berat bersifat akumulatif dalam tubuh sehingga akan menimbulkan efek dalam jangka panjang³. Oleh karena itu perlu dilakukan penyerapan ion logam timbal dari air limbah sebelum dilepaskan ke lingkungan.

Upaya mengurangi peningkatan pencemaran timbal (Pb) di lingkungan, diarahkan pada penggunaan bahan yang mudah didegradasi. Menurut Hariani, *et al.*, (2009), beberapa metode kimia maupun biologis telah dicoba untuk menghilangkan logam berat yang terdapat di dalam lingkungan maupun perairan, di antaranya adsorpsi, pertukaran ion (*ion exchange*), pengendapan kimia, koagulasi dan pemisahan dengan membran. Di antara metode-metode tersebut, adsorpsi merupakan metode yang paling banyak digunakan karena mempunyai konsep yang berbeda lebih sederhana, regeneratif dan ekonomis¹.

Adsorpsi merupakan metode yang efektif untuk mengatasi permasalahan pencemaran lingkungan. Metode adsorpsi didasarkan pada kemampuan permukaan adsorben untuk menarik molekul gas, uap atau cairan. Berbagai jenis adsorben berbahan dasar karbon aktif telah berhasil dikembangkan dan dibuktikan dapat mengadsorpsi ion logam berat, namun harganya relatif mahal dan sulit untuk diproduksi. Oleh karena itu, penelitian ekstensif terus dilakukan untuk menemukan jenis adsorben yang relatif lebih banyak, murah dan mudah didapat⁴. Sejumlah penelitian telah melaporkan berbagai jenis adsorben yang efektif dalam menghilangkan pencemaran logam berat timbal (Pb). Di antara bahan-bahan tersebut terdapat hidroksiapatit⁵, karbon aktif⁶, zeolit⁷, dan nanomaterial⁸.

Hidroksiapatit (HAp) dengan rumus kimia $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ merupakan zat anorganik yang mempunyai sifat dan formulasi kimia yang sama dengan mineral penyusun mineral dan jaringan tulang manusia dan mamalia. HAp terbentuk dari unsur kalsium (Ca) dan fosfat (PO_4^{3-}) yang diperoleh secara alami dari limbah seperti tulang mamalia (sapi, unta dan kuda), sumber laut atau perairan (tulang dan sisik ikan), cangkang (telur dan moluska), sumber daya karang, dan tumbuhan dan alga, serta sumber daya mineral alam (misalnya batu kapur) serta cairan tubuh⁹.

Hidroksiapatit (HAp) dapat dihasilkan dari bahan baku tulang sotong (*Sepia sp.*). Tulang sotong ini merupakan limbah dari budidaya perikanan yang umumnya digunakan sebagai pakan untuk burung dan kura-kura sebagai asupan kalsium. Dengan harga yang terjangkau, sekitar 85% kalsium karbonat (CaCO_3) yang terkandung dalam tulang sotong dapat dijadikan sumber kalsium dalam sintesis HAp yang ekonomis dan mudah diakses oleh masyarakat luas¹⁰. Pemanfaatan tulang sotong sebagai sumber kalsium oksida (CaO) dalam sintesis hidroksiapatit merupakan salah satu upaya untuk memanfaatkan limbah hasil perikanan, diharapkan dapat memberikan solusi alternatif terkait ketersediaan hidroksiapatit di Indonesia¹¹.

Hidroksiapatit (HAp) memiliki sifat dan karakteristik yang menarik untuk digunakan sebagai katalis, termasuk kapasitas pertukaran ion dan kemampuan adsorpsi yang tinggi. Selain itu, HAp juga menunjukkan stabilitas termal yang unggul, serta memiliki komposisi pH dan suhu yang paling stabil di antara kalsium fosfat. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa hasil sintesis HAp tidak menunjukkan toksisitas, menjadikannya sangat aman untuk diaplikasikan. Meskipun memiliki banyak kelebihan, HAp juga memiliki beberapa kekurangan, terutama dalam hal sifat mekanik yang kurang baik. Selain itu, HAp memiliki sifat getas dan kekuatan yang rendah⁹.

Hidroksiapatit (HAp) dapat disintesis dengan berbagai metode, salah satunya adalah metode *microwave-assisted* yang dikenal efisien dalam meningkatkan kinetika reaksi. Metode ini masih jarang digunakan dalam sintesis hidroksiapatit dari sumber biomassa, khususnya limbah tulang sotong (*Sepia sp.*), sehingga penerapannya dapat menjadi pendekatan yang relatif baru dalam pemanfaatan biomassa sebagai material fungsional. Dibandingkan dengan metode pemanasan konvensional menggunakan furnace, teknik *microwave-assisted* memiliki sejumlah keunggulan, di antaranya mampu mempersingkat waktu reaksi serta menghasilkan hidroksiapatit dengan tingkat kemurnian tinggi dan sifat yang lebih homogen. Dengan demikian, pemanfaatan metode ini berpotensi menghasilkan material hidroksiapatit yang efektif sebagai adsorben untuk penyerapan ion logam timbal (Pb) dari lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mensintesis hidroksiapatit dari tulang sotong (*Sepia* sp.) dengan metode *microwave-assisted*?
2. Bagaimana karakteristik hidroksiapatit dari tulang sotong yang disintesis dengan metode *microwave-assisted*?
3. Bagaimana kemampuan hidroksiapatit dari tulang sotong terhadap penyerapan logam Pb(II)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mensintesis hidroksiapatit dari tulang sotong dengan metode *microwave-assisted*.
2. Mengkarakterisasi hidroksiapatit dari tulang sotong yang disintesis dengan metode *microwave-assisted*.
3. Menguji kemampuan hidroksiapatit dari tulang sotong terhadap penyerapan logam Pb(II).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang kemampuan hidroksiapatit dari tulang sotong terhadap penyerapan logam Pb(II) untuk mengatasi pencemaran oleh logam Pb(II) dan cara memanfaatkan tulang sotong.

