

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan perkembangan teknologi yang semakin maju, menimbulkan dampak negatif seperti pencemaran lingkungan. Pencemaran yang ada di lingkungan salah satunya adalah pencemaran logam berat. Logam berat merupakan suatu unsur logam yang memiliki berat molekul tinggi. Logam berat sangat beracun dalam kadar yang rendah, sehingga membahayakan hewan, manusia, dan tumbuhan (Krauskopf, 1979). Pada konsentrasi yang tinggi logam berat dapat terakumulasi pada organisme dan bersifat toksik (Akoto *et al.*, 2008). Proses terakumulasi tersebut dapat berdampak pada rantai makanan sehingga mempengaruhi kesehatan pada manusia (El-Kammar *et al.*, 2009). Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya adalah karena sifatnya yang tidak dapat dihancurkan (*nondegradable*) oleh organisme hidup yang ada di lingkungan akibatnya logam-logam tersebut terakumulasi ke lingkungan. Logam berat merupakan golongan logam dengan kriteria yang sama dengan logam lain. Perbedaannya terletak dalam pengaruh yang dihasilkan apabila logam berat berikatan atau masuk ke dalam organisme hidup.

Upaya penurunan konsentrasi logam-logam tersebut di lingkungan merupakan salah satu usaha yang sangat penting dilakukan saat ini. Oleh karena itu, ada

beberapa metode yang dikembangkan untuk menghilangkan logam berat dari air buangan, seperti pengendapan secara kimia, koagulasi, kompleksasi, ekstraksi pelarut, pemisahan dengan membran, pertukaran ion, dan adsorpsi. Dari berbagai teknik tersebut, adsorpsi sering digunakan karena prosesnya yang relatif sederhana dan biaya dibutuhkan relatif tidak tinggi (Buhani *et al.*, 2010; Montanzer-Rahmat *et al.*, 2011). Keberhasilan dari proses ion logam ini sangat ditentukan oleh kuat lemahnya interaksi yang terjadi antara ion logam sebagai adsorbat dengan situs aktif (gugus fungsional) pada adsorben, karena gugus fungsi yang dimiliki oleh adsorben dan sifat dari spesies ion logam yang terikat merupakan faktor penting untuk dapat terjadinya adsorpsi. Oleh karena itu, keberadaan spesies ion logam dan gugus fungsi yang sesuai sangat diperlukan untuk mengoptimalkan interaksi adsorbat dan adsorben.

Senyawa organik yang dipilih sebagai adsorben yaitu, yang memiliki gugus fungsional yang dapat berikatan dengan matriks pendukung dan dapat mengikat ion logam dengan mekanisme ion tertentu. Biomassa alga merupakan salah satu material alam yang mengandung senyawa organik dan mempunyai gugus fungsional yang dapat berperan sebagai ligan atau donor elektron untuk mengikat ion logam (Vijawaraghwan *et al.*, 2006; Gupta and Rastogi, 2008; Sari *et al.*, 2011). Penelitian ini menggunakan alga *Spirulina* sp karena biomassa ini mengandung beberapa gugus fungsi yang dapat berperan sebagai ligan terhadap ion logam (Gupta and Rastogi, 2008; Buhani *et al.*, 2009). *Spirulina* sp adalah salah satu alga hijau yang banyak ditemukan di perairan laut Indonesia. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa gugus fungsi yang terdapat dalam alga mampu melakukan pengikatan dengan ion logam. Gugus fungsi tersebut terutama

adalah gugus karboksil, hidroksil, sulfidril, amino, imadazol, sulfat, dan sulfonat yang terdapat di dalam dinding sel dalam sitoplasma.

Teknik sol gel merupakan suspensi koloid dari partikel silika yang digelkan ke dalam bentuk padatan yang didasarkan pada prekursor molekular yang dapat mengalami hidrolisis yang sebagian besar merupakan alkoksida logam dan semi logam. Teknik sol-gel sangat potensial karena matriks silika dapat membentuk sangkar bagi biomolekul, menghasilkan lingkungan yang lebih kuat bagi biomolekul (Trevan, 1990; Livage *et al.*, 2001). Proses sol-gel merupakan salah satu cara untuk memodifikasi permukaan silika secara kimia dan pembuatan material hibrida-organo silika melalui jalur homogen (Hernandez *and* Rodriqueuz, 1999; Evangelista *et al.*, 2007). Selain meningkatkan selektifitas adsorpsi dan efektifitas adsorpsi adsorben terhadap logam, maka diperlukan juga peningkatan stabilitas kimia. Silika gel ini merupakan padatan pendukung yang ideal karena stabil pada kondisi asam, tidak mengembang, memiliki karakteristik pertukaran massa yang tinggi, porositas dan luas permukaan serta memiliki daya tahan tinggi terhadap panas. Selain itu silika gel memiliki situs aktif berupa gugus silanol (SiOH) dan siloksan (Si–O–Si) di permukaan (Santos *et al.*, 2001; Jiang *et al.*, 2006).

Pada penelitian ini telah digunakan biomassa alga *Spirulina* sp karena kemampuannya dalam menyerap logam berat dengan menggunakan silika sebagai matriks pendukung yang dilapisi dengan partikel magnetit (Fe₃O₄). Immobilisasi dengan silika magnetit (Fe₃O₄) pada biomassa alga, merupakan salah satu teknik yang dapat mengatasi adanya gumpalan padatan tersuspensi (*flocculant*) dalam

limbah industri yang diolah (Jeon, 2011; Peng *et al.*, 2010; Lin *et al.*, 2011) dan sifat super paramagnetik yang dimiliki magnetit dapat mengadsorpsi ion logam secara efektif (Lin *et al.*, 2011). Dengan menggunakan teknik pelapisan silika-magnetit maka akan diperoleh adsorben yang memiliki kapasitas dan selektivitas tertinggi logam yang diadsorpsi serta dapat memisahkan logam target dengan cepat (Ran *et al.*, 2002; Peng *et al.*, 2010). Pada penelitian ini telah dilakukan studi adsorpsi ion Cd(II), Cu(II), dan Pb(II) oleh biomassa *Spirulina* sp yang diimmobilisasi dengan silika-magnetit. Penelitian ini merupakan pengembangan metode yang sebelumnya telah dilakukan, tetapi penelitian sebelumnya tidak melakukan immobilisasi dengan silika-magnetit. Adsorben hasil sintesis akan dikarakterisasi dengan menggunakan spektrofotometer inframerah (*IR*) untuk identifikasi gugus fungsional, untuk tingkat kekristalan menggunakan Difraktometer Sinar-X (*XRD*), dan uji adsorpsi dilakukan untuk mempelajari pH optimum, isoterm, dan kapasitas ion Cd(II), Cu(II), dan Pb(II) menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (*SSA*).

B. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mempelajari cara sintesis dan karakterisasi material adsorben biomassa alga *Spirulina* sp yang diimmobilisasi dengan pelapisan partikel magnetit.
2. Menentukan pH optimum pada proses adsorpsi ion Cd(II), Cu(II), dan Pb(II) oleh HAS dan HASM.
3. Mempelajari pola isoterm adsorpsi dan menentukan kapasitas adsorpsi ion Cd(II), Cu(II), dan Pb(II) pada adsorben HAS dan HASM.

C. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi tentang pemanfaatan biomassa alga *Spirulina* sp yang diimmobilisasi dengan matriks silika dan pelapisan partikel magnetit sebagai adsorben logam berat.