

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang dan Masalah

Dewasa ini perkembangan industri di Indonesia semakin pesat yang memberikan dampak terhadap pencemaran lingkungan, antara lain dapat berasal dari limbah industri yang mengandung logam berat. Logam berat merupakan unsur logam yang memiliki berat molekul tinggi. Dalam kadar rendah, logam berat pada umumnya sudah cukup beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia (Krauskopf, 1979). Logam berat yang dapat mencemari lingkungan antara lain adalah nikel (Ni) dan seng (Zn). Logam berat tersebut pada konsentrasi yang tinggi dapat bersifat toksik dan cenderung terakumulasi pada organisme (Akoto *et al.*, 2008). Proses terakumulasi tersebut dapat berdampak pada rantai makanan sehingga mempengaruhi kesehatan pada manusia (El-Kammar *et al.*, 2009).

Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya untuk menurunkan konsentrasi logam berat pada lingkungan yang sudah tercemar untuk mencegah timbulnya masalah yang baru. Beberapa metode telah dikembangkan untuk mengurangi kadar logam berat dari air buangan, seperti koagulasi, pengendapan secara kimia, kompleksasi, ekstraksi pelarut, separasi dengan membran, pertukaran ion, dan adsorpsi. Dari berbagai metode tersebut, adsorpsi paling sering digunakan dalam penyerapan ion

logam berat dalam larutan karena prosesnya yang relatif sederhana dan biaya yang diperlukan cukup ekonomis (Buhani *et al.*, 2010).

Metode adsorpsi pada umumnya berdasarkan interaksi antara logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan adsorben melalui interaksi pembentukan kompleks dan biasanya terjadi pada permukaan padatan yang kaya akan gugus fungsional seperti : -OH, -NH, -SH, dan -COOH (Stum and Morgan, 1996).

Keberhasilan proses adsorpsi ion logam sangat ditentukan oleh jenis adsorben yang digunakan. Beberapa contoh adsorben yang dapat digunakan dalam penanganan limbah logam berat adalah kitosan (Veera *et al.*, 2003), serbuk gergaji (Shukla *et al.*, 2002), rumput laut (Indriani and Akira, 1998), dan alga (Cervantes *et al.*, 2001).

Akhir-akhir ini upaya pengambilan logam berat di perairan lebih mengarah pada pemanfaatan alga sebagai adsorben logam berat. Penggunaan alga sebagai adsorben dinilai lebih efektif karena tidak membutuhkan biaya yang mahal, bahan bakunya mudah didapat, dan mudah dibudidayakan. Berbagai spesies alga terutama dari golongan alga hijau, alga coklat, dan alga merah (Martadinata, 2001; Cossich *et al.*, 2002; Buhani dkk., 2007) telah banyak digunakan untuk mengadsorpsi ion logam baik dalam keadaan hidup, biomassa (sel mati), maupun dalam bentuk biomassa terimmobilisasi, salah satunya yaitu *Nannochloropsis* sp (Buhani dkk., 2007).

Pada penelitian ini digunakan biomassa alga *Nannochloropsis* sp karena sifatnya yang memiliki daya tahan yang tinggi terhadap lingkungan dan kemampuan adsorpsi yang cukup tinggi terhadap ion-ion logam dalam bentuk biomasanya.

Hal tersebut disebabkan karena adanya gugus fungsi pada dinding sel dan di dalam sitoplasma pada biomassa alga tersebut sehingga mampu berikatan dengan ion logam (Harris and Ramelow, 1990). Telah diketahui bahwa biomassa alga *Nannochloropsis* sp memiliki gugus fungsional yang dapat bertindak sebagai ligan yaitu  $-\text{COOH}$  yang merupakan penyusun utama dari polisakarida dan juga gugus amina sebagai penyusun pektin dan protein (Buhani *et al.*, 2009). Akan tetapi biomassa alga ini memiliki beberapa kelemahan yaitu ukurannya yang kecil, berat jenis rendah, dan strukturnya yang mudah rusak akibat degradasi oleh mikroorganisme lain (Harris and Ramelow, 1990). Oleh sebab itu dilakukan immobilisasi biomassa alga dengan matriks silika melalui teknik sol-gel, dimana telah diketahui silika mudah diproduksi dan sifat permukaan (struktur geometri pori dan sifat kimia pada permukaan) yang dengan mudah dapat dimodifikasi (Fahmiati *et al.*, 2004). Selain itu silika gel memiliki situs aktif berupa gugus silanol ( $\text{Si-OH}$ ) dan siloksan ( $\text{Si-O-Si}$ ) (Sriyanti dkk., 2001). Sehingga proses immobilisasi alga pada matriks silika diharapkan dapat mempertahankan keaktifan gugus-gugus fungsi yang terdapat pada biomassa alga serta dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi ion-ion logam berat.

Selain peningkatan kapasitas adsorpsi melalui proses imobilisasi biomassa alga terhadap silika, maka peningkatan kualitas fisik pada biomassa alga sangat dibutuhkan, sehingga dapat digunakan sebagai adsorben yang lebih efektif terhadap logam berat dari limbah cair yang dihasilkan industri. Oleh sebab itu dilakukan modifikasi pelapisan partikel magnetit pada matriks pendukung seperti pelapisan silika-magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) pada biomassa alga. Metode ini 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).

Berdasarkan uraian di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis material hibrida alga silika melalui teknik pelapisan silika-magnetit. Material yang diperoleh dikarakterisasi dengan spektrofotometer inframerah (*IR*) untuk menganalisis adanya gugus fungsi. Selain itu material yang diperoleh juga diuji sifat adsorpsinya melalui penentuan laju dan isoterm adsorpsi terhadap ion Ni(II) dan Zn(II). Adapun sebab penggunaan kedua ion logam ini sebagai adsorbat adalah selain bersifat toksik dan sulit didegradasi di alam, namun juga untuk membandingkan kemampuan dari adsorben yang dihasilkan dalam mengadsorpsi ion Ni(II) yang cenderung merupakan asam madya dan ion Zn(II) yang cenderung merupakan asam lunak (Huheey *et al.*, 1993). Hasil dari kedua uji tersebut kemudian ditentukan kadar ion logam yang teradsorpsi pada adsorben dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA).

## **B. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan :

1. Mempelajari cara sintesis dan karakterisasi material biomassa alga *Nannochloropsis* sp, hibrida alga silika (HAS), dan HAS-magnetit.
2. Menentukan laju dan isoterm adsorpsi ion Ni(II) dan Zn(II) pada material biomassa alga *Nannochloropsis* sp, HAS, dan HAS-magnetit.

### **C. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi tentang proses immobilisasi alga *Nannochloropsis* sp pada matriks silika yang dimodifikasi dengan magnetit untuk menghasilkan adsorben dengan kapasitas dan efektifitas yang lebih besar dalam mengadsorpsi ion logam berat seperti ion Ni(II) dan Zn(II) pada larutan.