

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pencemaran lingkungan karena logam berat merupakan masalah yang sangat serius, ini karena penggunaan logam berat yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan di bidang industri. Umumnya, logam berat yang sering ditemukan dalam limbah industri adalah kadmium (Cd), raksa (Hg), seng (Zn), besi (Fe) dan timbal (Pb) yang tidak dapat terdegradasi dan dapat meningkatkan jumlah mikrobiologi yang selanjutnya dapat menyebabkan banyak penyakit (Jin and Bai, 2002).

Penanganan terhadap logam berat khususnya logam Pb telah banyak dilakukan yaitu dengan mengurangi konsentrasi logam Pb atau logam berat lain dengan metode pengendapan, koagulasi, kompleksasi, ekstraksi pelarut, membran pemisah, penukar ion, dan adsorpsi. Metode adsorpsi, dari segi ekonomis merupakan metode yang paling menguntungkan dan banyak digunakan, karena metode ini cukup murah dan sederhana (Gupta *et al.*, 2008) serta tidak adanya efek samping zat beracun (Blais *et al.*, 2000).

Penggunaan metode adsorpsi umumnya didasarkan pada interaksi antara ion logam dengan gugus fungsional yang berada di permukaan adsorben melalui

interaksi pembentukan kompleks dan biasanya terjadi pada permukaan padatan adsorben yang memiliki kandungan gugus fungsional seperti $-OH$, $-NH$, $-SH$, dan $-COOH$ yang cukup banyak (Stum and Morgan, 1996). Penggunaan adsorben sangat tergantung pada sifat permukaannya, sehingga perlu dilakukan modifikasi dengan pengikatan ujung gugus fungsional yang diinginkan terhadap organosilan yang sesuai. Dalam proses organosilanisasi dapat digunakan silika gel sebagai substrat, karena mampu bereaksi cepat dengan agen organosilan yang permukaannya didominasi oleh gugus hidroksil.

Silika gel merupakan salah satu adsorben yang paling banyak digunakan dalam proses adsorpsi. Hal ini dikarenakan kemudahannya dalam diproduksi dan sifat permukaannya yang dapat dimodifikasi dengan mudah (Fahmiati, 2004). Silika gel dapat digunakan secara langsung untuk adsorben, namun untuk sebagian logam interaksinya terlalu lemah dengan permukaan silika gel. Hal ini karena keasaman gugus silanol ($Si-OH$) dan sifat donor dari permukaan atom oksigen yang lemah (Tokman *et al.*, 2003). Akan tetapi kekurangan ini dapat diatasi dengan memodifikasi permukaan silika gel dengan menggunakan situs aktif yang sesuai untuk mengadsorpsi ion logam.

Modifikasi silika gel umumnya menggunakan proses sol-gel, yang diketahui dapat meningkatkan selektivitas dan efektivitas permukaan dalam berinteraksi dengan ion logam sehingga mampu berfungsi sebagai adsorben yang selektif terhadap logam target. Prinsip dasar dari metode sol-gel dalam pembuatan silika gel adalah perubahan konformasi atau transformasi dari gugus $Si-OR$ dan $Si-OH$ menjadi siloksan ($Si-O-Si$). Proses sol-gel memungkinkan terjadinya hibridisasi pada

kondisi yang lunak (*soft*) dalam sintesis material oksida metastabil (*amorf*) (Schubert and Husing, 2000) sehingga dapat dikerjakan pada laboratorium dengan peralatan yang terbatas dimana sulit dilakukan untuk proses sintesis yang membutuhkan kondisi ekstrim. Modifikasi permukaan silika gel melalui proses sol-gel dapat dilakukan dengan imobilisasi gugus organik seperti merkapto (-SH) atau amino (-NH₂) yang mampu secara efektif mengikat ion logam.

Imobilisasi gugus merkapto pada permukaan silika gel melalui proses sol-gel membentuk hibrida merkapto silika (HMS) diketahui dapat meningkatkan efektivitas adsorpsi terhadap ion logam (Narsito *et al.*, 2004). Selain gugus merkapto, dapat juga digunakan gugus amino untuk imobilisasi permukaan silika gel menghasilkan hibrida amino silika (HAS) dalam upaya meningkatkan efektivitas adsorpsi. Peningkatan efektivitas kedua gugus organo-silika tersebut dikarenakan atom S pada -SH ataupun N pada -NH₂ lebih -bersifat basa lewis dibandingkan atom O dari -OH pada silika gel. Peningkatan efektivitas adsorpsi juga dapat diikuti dengan meningkatkan selektivitas adsorpsi yaitu menggunakan teknik pencetakan ion.

Teknik pencetakan ion dapat meningkatkan selektivitas karena ion logam berperan sebagai cetakan yang terbentuk dari polimer yang akan mencetak ion logam tersebut (Buhani *et al.*, 2009; Erzoq *et al.*, 2004). Jadi, ion yang dicetakan akan dilepas dari matriks polimer sehingga akan menghasilkan hasil cetakan yang selektif terhadap ion target. Selain itu, teknik pencetakan ini relatif murah dan senyawanya stabil pada suhu kamar untuk waktu yang cukup lama. Penggunaan teknik pencetakan ion dalam ekstraksi fase padat adalah untuk pre konsentrasi

analit dalam konsentrasi yang rendah dan untuk mengekstrak ion logam secara selektif dari campuran ion logam.

Prekonsentrasi memungkinkan untuk penentuan konsentrasi analit yang rendah dan juga dapat menghilangkan matriks pengganggu (Atanassova *et al.*, 2001).

Teknik prekonsentrasi dapat digunakan dalam analisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA). Hal ini karena SSA ini mempunyai keterbatasan yang disebabkan adanya matriks pengganggu atau terlalu rendahnya konsentrasi unsur/senyawa itu sendiri (Sekhar, 2003). Contohnya logam Pb(II) yang mempunyai batas deteksi untuk analisis SSA hanya 500 ppb (0,500 ppm). Jika kandungan Pb yang akan dianalisa tersebut $\leq 0,500$ ppm maka logam Pb tersebut tidak dapat terbaca dengan baik dalam SSA.

Dalam penelitian ini, digunakan metode pencetakan ion, dengan ion Pb(II) sebagai ion cetakan. Polimer yang digunakan adalah hibrida organo-silika yang dibuat melalui proses sol-gel. Untuk membandingkan selektivitas adsorpsi terhadap ion Pb(II), maka digunakan adsorben hibrida organo-silika yang berbeda yaitu gugus amino(-NH) yang bersifat basa keras dan gugus merkapto (-SH) bersifat basa lunak.

Material hibrida organo-silika tercetak ion Pb(II) dan tidak tercetak ion dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer IR untuk identifikasi gugus fungsi, morfologi permukaan dan komposisi unsur dengan SEM-EDX serta analisis kadar ion logam dengan SSA.

B. Tujuan Penelitian

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

1. Mensintesis dan mengkarakterisasi material HAS-t-Pb(II) dan HMS-t-Pb(II).
2. Menentukan laju dan kapasitas adsorpsi ion Pb(II) pada material HAS, HMS, HAS-t-Pb(II), dan HMS-t-Pb(II) dalam larutan.
3. Membandingkan selektivitas adsorpsi material HAS-t-Pb(II) dan HMS-t-Pb(II) dengan HAS dan HMS terhadap logam target Pb(II) dengan pasangan ionnya Zn(II), Ni(II), dan Cd(II) dalam larutan.

C. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan informasi tentang proses modifikasi silika melalui teknik pencetakan ionik dalam meningkatkan kapasitas dan selektivitas adsorpsi material HAS dan HMS tercetak ion terhadap ion logam target sehingga dapat diaplikasikan dalam pemisahan ion logam dari larutan.