

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Meningkatnya populasi manusia dan kebutuhannya, memacu perkembangan industri yang semakin pesat. Sejalan dengan perkembangan yang pesat tersebut, permasalahan lingkungan atau pencemaran menjadi aspek yang utama yang perlu mendapat perhatian banyak pihak, karena banyaknya limbah yang dihasilkan dan dibuang oleh industri ke alam bebas. Pengolahan limbah yang tidak baik akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan oleh logam berat terbukti mencemari perairan dan lingkungan yang dapat berdampak buruk bagi masyarakat (Zakaria, 2014).

Logam berat seperti timbal (Pb) telah dikenal sebagai salah satu penyebab masalah kesehatan lingkungan yang cukup serius di seluruh dunia, khususnya bagi anak-anak fakir yang hidup di negara berkembang. Kandungan Pb dalam darah lebih dari 0,48 $\mu\text{mol/L}$ dapat meningkatkan resiko terkena penyakit kardiovaskular, kanker, dan penyakit mematikan lainnya. Sumber keracunan Pb dapat berasal dari kendaraan yang menggunakan bahan bakar bertimbal dan juga dari biji logam hasil pertambangan, peleburan, pabrik pembuatan timbal atau *recycling* industri, debu, tanah, cat, baterai, mainan, perhiasan, air minum, permen, keramik, dan kosmetik. Oleh karena itu, berbagai penelitian telah banyak dilakukan untuk menangani limbah dari logam berat tersebut, salah satunya logam timbal (Pb) (Simanjuntak, 2013).

Beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mengolah logam berat antara lain adalah netralisasi, presipitasi, pertukaran ion, biosorpsi, dan adsorpsi. Diantara metode tersebut, adsorpsi merupakan metode yang paling banyak dilakukan karena selain mudah dan sederhana, juga efektif untuk menghilangkan ion logam berat. Adsorpsi dapat dilakukan terhadap logam berat dengan menggunakan berbagai macam adsorben, diantaranya yaitu zeolit, alofan, kitin-kitosan, biosorben dari spesies alga, fly ash, karbon aktif dan selulosa (Solikhah dan Budi, 2014). Adsorben harus mempunyai daya serap dan selektifitas yang

tinggi terhadap logam serta dapat didaur ulang untuk dimanfaatkan kembali. Adsorben yang sering digunakan saat ini adalah zeolit karena sifat khas yang dimilikinya yaitu sebagai penukar kation, adsorben, sensor, katalis serta mudah dalam proses pemisahan ion logam yang telah teradsorpsi.

Zeolit dapat digunakan sebagai adsorben untuk menyerap limbah logam berat, dikarenakan pori-porinya yang cukup luas untuk berikatan dengan logam-logam lain dan kristal zeolit mempunyai rongga yang terisi molekul air bebas yang berada disekitar kation. Jika dilakukan proses kalsinasi pada suhu tinggi maka akan terjadi penguapan molekul air yang mengakibatkan zeolit memiliki kemampuan untuk menyerap molekul gas atau cairan dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang tinggi (Rohatin, 2011). Kemampuan zeolit sebagai katalis berkaitan dengan tersedianya pusat-pusat aktif dalam saluran antar zeolit. Zeolit merupakan katalisator yang baik karena memiliki pori-pori yang besar dengan permukaan yang maksimum. Zeolit memiliki cirri paling khusus yang secara praktis akan menentukan sifat khusus di dalam mineral ini, yaitu adanya ruang kosong yang akan membentuk saluran di dalam strukturnya. Pada proses penyerapan atau katalisis, pemakaian zeolit akan mengakibatkan difusi molekul ke dalam ruang bebas atau hampa di antara Kristal, sehingga dimensi dan lokasi saluran sangat penting (Rohatin, 2011). Sedangkan sifat zeolit sebagai penukar ion karena adanya kation logam alkali dan alkali tanah. Kation tersebut dapat bergerak bebas didalam rongga dan dapat dipertukarkan dengan kation logam lain dengan jumlah yang sama. Akibat struktur zeolit berongga, anion atau molekul berukuran lebih kecil atau sama dengan rongga dapat masuk dan terjebak.

Zeolit alam banyak ditemukan di Indonesia, khususnya pada lokasi yang secara geografis terletak di jalur pegunungan vulkanik. Di Indonesia sampai saat ini telah dieksplorasi mineral zeolit yang tersebar lebih dari 50 daerah diantaranya dari daerah Jawa Timur, Jawa Tengah, Jawa Barat, Kalimantan, Nusatenggara, Maluku hingga Sumatera dengan potensi deposit sebesar 16,6 juta ton (Udyani dan Yustia, 2014). Menurut data dari Departemen Pertambangan dan Energi Sumatera, endapan zeolit tersebar luas di daerah Tapanuli Utara (termasuk daerah Sarulla) dengan jumlah cadangan yang diperkirakan cukup besar, penambangan

zeolit di daerah ini umumnya dapat dilakukan dengan tambang terbuka dengan terlebih dahulu mengupas tanah penutupnya setebal antara 1-2 meter. Berdasarkan data dari Badan Penelitian dan Pengembangan Propinsi Sumatera Utara (2006) diperoleh jumlah cadangan zeolit di Desa Sarulla Kecamatan Pahae Kabupaten Tapanuli Utara berjumlah 3.340.000 ton.

Dilihat dari kelimpahannya di alam, zeolit dapat dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan sehari-hari namun penggunaannya masih belum maksimal karena hanya menggunakan zeolit alam asli. Menurut Lestari (2010), Zeolit alam memiliki kemampuan adsorpsi dan pertukaran ion yang sangat tinggi namun zeolit alam memiliki beberapa kelemahan, yaitu mengandung banyak pengotor seperti Na, K, Ca, Mg dan kristalinitasnya kurang baik. Oleh karena itu, zeolit harus diaktivasi baik secara fisika ataupun secara kimia untuk meningkatkan daya adsorpsivitasnya.

Proses aktivasi zeolit alam sebagai adsorben logam berat sudah pernah dilakukan dalam penelitian sebelumnya dimana hasil penelitian yang dilakukan oleh Simangunsong (2011) menunjukkan bahwa zeolit alam yang diaktivasi secara fisika dengan pemanasan pada suhu 300°C selama 3 jam merupakan suhu aktivasi yang paling optimum dengan tujuan untuk menghilangkan pengotor-pengotor organik, memperbesar pori, dan memperluas permukaan, sedangkan pada suhu aktivasi diatas 300°C zeolit mengalami destruksi sehingga kehilangan sifat-sifatnya.

Selanjutnya penelitian Anggara, dkk (2013) tentang Optimalisasi Zeolit Alam Wonosari Dalam Menyerap Ion Logam Pb(II) Dengan Proses Aktivasi Secara Fisis Dan Kimia, dimana aktivasi secara kimianya menggunakan HCl dengan variasi konsentrasi yaitu HCl 1, 2, dan 3 M dan hasil penelitiannya diperoleh konsentrasi optimum yaitu pada penambahan larutan HCl 1 M yang tujuannya untuk menghilangkan pengotor anorganik dan meningkatkan karakter rasio Si/Al, keasaman, dan luas permukaan. Pengasaman ini akan menyebabkan terjadinya pertukaran kation dengan H⁺. Kemudian untuk mendapatkan bentuk kation dan komposisi kerangka yang berbeda maka dilakukan modifikasi zeolit

alam. Modifikasi ini biasanya dilakukan melalui pertukaran ion, dealuminasi, dan substisuti isomorfis untuk meningkatkan efektivitas kemampuan zeolit.

Berdasarkan penelitian Gatri (2012) zeolit alam yang belum dimodifikasi masih kurang selektif dan efisien karena masih mengandung banyak pengotor yang dapat mengganggu fungsi zeolit sebagai adsorben. Oleh sebab itu, perlu dilakukan modifikasi pada zeolit alam untuk meningkatkan selektifitas zeolit dan memperbaiki sifat zeolit alam yaitu membuat ukuran pori lebih seragam.

Penelitian tentang modifikasi zeolit alam sebagai adsorben telah banyak dilakukan, baik dengan perlakuan asam (HCl , H_3PO_4 , H_2SO_4) dan agen pengkhelat (EDTA) maupun dengan pertukaran ion. Peneliti terdahulu telah memodifikasi zeolit alam dengan nanokitosan sebagai adsorben ion logam berat dan studi kinetiknya terhadap ion Pb(II) (Rina Utami, 2012) dan optimasi adsorpsi ion Pb(II) menggunakan zeolit alam termodifikasi ditizon (Agustiningtyas, 2012). Dalam penelitian tersebut ternyata zeolit yang dimodifikasi mempunyai pengaruh terhadap penyerapan logam berat. Peneliti lainnya juga telah mempelajari mengenai modifikasi zeolit alam dengan menggunakan EDTA untuk adsorpsi ion Pb dan Cd (Sriatun dan Adi, 2005). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa zeolit termodifikasi dengan EDTA mampu meningkatkan kemampuan adsorpsi terhadap logam berat Pb dan Cd .

Menurut hasil penelitian Ertan dan Ozkan pada tahun 2005 yang melakukan modifikasi dengan perlakuan asam (HCl , H_3PO_4 , H_2SO_4 , dan HNO_3) terhadap zeolit alam dari Gördes, Turki menunjukkan bahwa zeolit tersebut mengalami penurunan jumlah kation dan terjadinya peningkatan rasio Si/Al serta volume dan luas permukaan mengalami peningkatan. Perlakuan dengan H_3PO_4 yang merupakan suatu asam lemah menyebabkan struktur mikropori meningkat tanpa menurunkan kristalinitas. Namun pada perlakuan dengan asam kuat (HCl dan HNO_3) terdapat kerusakan pada struktur kristal.

Beberapa penelitian modifikasi adsorben dengan asam fosfat dalam suasana asam mampu mengikat kation-kation lunak. Hal ini diduga adanya media asam mampu mengubah sifat basa keras pada asam fosfat menjadi basa lunak, beberapa penelitian tersebut diantaranya yaitu memodifikasi bentonit dengan

asam fosfat untuk mengadsorpsi Zn(II) dan Cu(II) (Olu-Owolabi and Unuabonah, 2010) dan modifikasi kaolinit untuk mengadsorpsi Pb(II), menurut teori HSAB (Hard and Soft Acid Bases) bahwa Zn(II), Cu(II) dan Pb(II) merupakan kelompok asam lunak. Oleh karena itu, modifikasi zeolit dengan asam fosfat diharapkan akan mempunyai afinitas yang tinggi terhadap ion Pb(II). Modifikasi montmorillonit dengan asam fosfat juga dapat meningkatkan afinitasnya terhadap unsur radioaktif cesium (Cs) (Wang S and Peng Y, 2010).

Dalam penelitian Zakaria, dkk (2014) tentang Penentuan Kondisi Optimum Proses Adsorpsi Ion Pb^{2+} Oleh Zeolit Alam Lampung Termodifikasi Fosfat Z-PNA₂-L dimana aktivasi zeolit alam dilakukan dengan menggunakan HCl 1 M dan dimodifikasi dengan asam fosfat dan natrium bikarbonat menunjukkan bahwa kristalinitas, kebersihan, dan luas permukaan zeolit alam hasil modifikasi lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum modifikasi, kemudian kondisi optimum yang dihasilkan pada percobaan tersebut yaitu pada pH 5, konsentrasi adsorben 0,2 g/50 mL dan waktu kontak optimum selama 10 menit.

Zeolit alam tanpa modifikasi dan termodifikasi telah dilaporkan untuk adsorpsi senyawa anion dan organik dari perairan limbah industri. Meskipun telah banyak dilakukan penelitian tentang adsorpsi Pb(II) dari larutan air menggunakan zeolit alam, tetapi setiap zeolit yang berbeda asalnya membutuhkan penelitian tersendiri (Subariyah dkk, 2013). Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**Modifikasi Zeolit Alam Sarulla (Pahae-Tapanuli Utara) Dengan Asam Fosfat Sebagai Adsorben Dalam Proses Adsorpsi Logam Pb(II)**”.

1.2 Batasan Masalah

1. Zeolit alam yang digunakan dalam penelitian berasal dari daerah Sarulla (Pahae-Tapanuli Utara).
2. Karakteristik adsorben pada zeolit alam Sarulla dilakukan dengan menggunakan XRD dan SEM-EDS.
3. Analisis pada proses adsorpsi menggunakan AAS.

4. Logam yang digunakan sebagai adsorbat terhadap adsorben zeolit alam Sarulla adalah logam Pb(II).
5. Metode adsorpsi logam Pb(II) menggunakan metode batch (tumpak).

1.3 Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik zeolit alam Sarulla hasil modifikasi dengan menggunakan asam fosfat?
2. Bagaimana kemampuan daya serap zeolit alam termodifikasi asam fosfat dalam mengadsorpsi logam Pb(II) ?
3. Bagaimana kondisi optimum dari proses adsorpsi Pb(II) dengan zeolit alam termodifikasi asam fosfat ?

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik zeolit alam Sarulla hasil modifikasi dengan menggunakan asam fosfat.
2. Mengetahui kemampuan daya serap zeolit alam termodifikasi asam fosfat dalam mengadsorpsi logam Pb(II).
3. Mengetahui kondisi optimum dari proses adsorpsi Pb(II) dengan zeolit alam termodifikasi asam fosfat.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Menambah informasi ilmiah mengenai pemanfaatan zeolit alam termodifikasi asam fosfat yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk menurunkan konsentrasi logam berat di dalam pengolahan limbah cair industri.
2. Sebagai informasi kepada pembaca tentang kondisi optimum dari proses adsorpsi Pb(II) dengan zeolit alam termodifikasi asam fosfat.
3. Sebagai bahan referensi untuk penelitian yang terkait karakterisasi adsorben dari zeolit alam.