

# BAB I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini dengan berkembangnya perekonomian, penggunaan ion logam berat dalam bidang industri meningkat, seiring dengan kenaikan proses manufaktur bahan kimia. Polusi logam berat telah menjadi permasalahan lingkungan yang sangat mendunia. Ion-ion logam berat bersifat toksisitas tinggi, tidak dapat terdegradasi, serta berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup dan lingkungan<sup>1</sup>.

Logam berat seperti tembaga (Cu), cadmium (Cd), dan seng (Zn) memiliki dampak serius pada kesehatan dan lingkungan. Ion Cu bisa merusak otak, kulit, hati, pankreas, dan miokardium yang menyebabkan toksikologis parah pada manusia dan hewan. Ion kadmium (Cd) dapat menyebabkan kematian sel, ginjal, penyakit tulang, dan kerusakan fungsi paru-paru. Sementara ion seng (Zn) bisa menyebabkan iritasi pada kulit, muntah, dan anemia sedangkan dampak yang lebih besar yaitu kerusakan pada pankreas, mengganggu metabolisme protein, dan penyempitan pembuluh nadi<sup>1,2,3</sup>.

Adanya bahaya yang dapat ditimbulkan oleh logam berat perlu dilakukan penghilangan ion logam berat, banyak metode yang telah dikembangkan untuk menurunkan kadar logam berat. Dalam dekade terakhir, beberapa metode seperti presipitasi, kopresipitasi, pertukaran ion, oksidasi, dan adsorpsi dieksploitasi untuk menghilangkan logam berat dari larutan. Diantara metode ini, adsorpsi dianggap sebagai pilihan paling efisien jika dilihat dari faktor ekonomi dan lingkungan. Diantara contoh adsorben, zeolit dievaluasi lebih baik dari tanah liat, pasir, dan karbon aktif. Selain itu, zeolit memiliki peran penting dalam pengolahan air limbah karena zeolit terkenal memiliki stabilitas terhadap suhu yang tinggi, sifat pertukaran ion, porositas, dan saringan yang tinggi<sup>3,4,5</sup>.

Zeolit merupakan kristal alumino silikat dengan struktur kerangka tiga dimensi yang terbentuk dari tetrahedral silika  $[\text{SiO}_4]^{4-}$  dan alumina  $[\text{AlO}_4]^{5-}$  yang terikat melalui atom oksigen. Atom silikon dikelilingi oleh empat atom oksigen sehingga membentuk jaringan dengan pola yang teratur. Beberapa tempat di jaringan ini, atom silikon digantikan dengan atom aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan tiga atom oksigen. Keberadaan atom aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif yang dapat dimanfaatkan sebagai penukaran ion dengan logam berat. Selain itu, zeolit juga memiliki pori-pori yang dapat berperan sebagai adsorpsi logam berat. Beberapa sifat penting zeolit antara lain adalah sifat

selektifitas adsorpsi ion, saringan molekul, dan juga dapat sebagai katalis aktif<sup>6</sup>. Saat ini berkembang teknologi mengenai pembuatan zeolit sintetis. Zeolit sintetis memiliki sifat dan kemampuan adsorpsi yang lebih baik lagi dibandingkan dengan zeolit alam. Hal ini dikarenakan struktur yang dibuat dalam zeolit sintetis dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan juga dapat diperoleh keseragaman dari strukturnya. Salah satu jenis Zeolit sintetis yaitu zeolit NaX. Zeolit NaX adalah kristal aluminosilikat mikro dengan tiga kerangka terbuka dimensi, yang terdiri dari sodalit terkait melalui ganda enam cincin menciptakan rongga *supercage* besar diakses oleh tiga-dimensi sistem pori 12-ring<sup>8</sup>.

Upita dan Widya (2013) mensintesis zeolit NaX dari *fly ash* batu bara PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) Ombilin dengan metoda alkali hidrotermal menggunakan air laut dan air destilasi sebagai pelarut dengan variasi temperature 35°C, 45°C, dan 60°C. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Ombilin menggunakan batubara sebagai bahan bakarnya akan menghasilkan limbah gas seperti CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, dan limbah padat yaitu *fly ash* dan *bottom ash*. *Fly ash* didefinisikan oleh standar Eropa EN 450-1 sebagai bubuk berbutiran halus, yang terdiri dari partikel bulat kaca yang dihasilkan selama pembakaran batubara. *Fly ash* terdiri antara 60 dan 88% berat residu padat dari pembakaran batubara dan menjadi polutan yang tidak digunakan<sup>7</sup>. Hasil XRF (*X-ray Fluorescence*) *Fly ash* PLTU Ombilin ini tersusun dari 51,8% silica (SiO<sub>2</sub>), 26,9% alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 0,7% MgO, 2% CaO, dan 5,1% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>15</sup>. Kemudian Upita dan Fajri (2014) mensintesis zeolit NaX dari *fly ash* batubara dengan metoda alkali hidrotermal dengan air laut sebagai pelarutnya untuk penyerapan gas CO<sub>2</sub> dan mendapatkan kemampuan penyerapan sebesar 2,045 mmol CO<sub>2</sub>/g adsorben, dimana zeolit NaX hasil sintesis memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan zeolit alam Bayah.

Berdasarkan uraian diatas maka peneliti akan melakukan sintesis zeolit NaX dari *fly ash* batubara PLTU ombilin dengan metode alkali hidrotermal menggunakan air laut sebagai pelarut pada pH 14 tanpa menggunakan *template* dan pada penelitian ini difokuskan pada pengukuran luas permukaan, volume total pori, dan rata-rata ukuran pori. Zeolit yang didapat akan dikarakterisasi dengan FT-IR (*Fourier Transform-Infra Red*), XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*)-EDX (*Energy Dispersive X-Ray*), SAA (*Surface Area Analyzer*), dan aplikasinya digunakan untuk adsorpsi logam berat Cu, Zn, dan Cd. Kemudian untuk mengetahui adsorpsi logam berat Cu, Zn, dan Cd dianalisis menggunakan AAS (*Atomic*

*Adsorbtion Spectrophotometer*), dan mengetahui isotherm adsorpsi dari persamaan langmuir dan freundlich.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan diteliti yaitu :

1. Bagaimana luas permukaan, rata-rata ukuran pori dan volume pori dari zeolit NaX yang disintesis dari *fly ash* batubara PLTU Ombilin dengan metode alkali hidrotermal dan air laut sebagai pelarut pada pH 14 tanpa menggunakan *template*?
2. Apakah zeolit NaX yang disintesis dapat digunakan sebagai adsorben pada proses adsorpsi logam berat Cu, Zn, dan Cd ?
3. Bagaimanakah adsorpsi zeolit NaX terhadap logam berat Cu, Zn, dan Cd pada beberapa variasi konsentrasi logam berat dan variasi waktu kontak?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menentukan luas permukaan, rata-rata ukuran pori dan volume pori dari zeolit NaX yang disintesis dari *fly ash* batubara PLTU Ombilin dengan metode alkali hidrotermal dan air laut sebagai pelarut pada pH 14 tanpa menggunakan *template*
2. Mempelajari kemampuan zeolit NaX yang disintesis sebagai adsorben pada adsorpsi logam berat Cu, Zn, dan Cd.
3. Mempelajari adsorpsi zeolit NaX terhadap logam berat Cu, Zn, dan Cd pada beberapa variasi konsentrasi logam berat dan variasi waktu kontak.

## 1.4 Manfaat Penelitian.

Manfaat dari penelitian ini adalah meminimalisir limbah *fly ash* batubara dengan cara memamfaatkannya sebagai bahan dasar sintesis zeolit NaX. Zeolit NaX yang dihasilkan digunakan untuk mengatasi limbah-limbah logam berat yaitu sebagai adsorben pada adsorpsi logam berat Cu, Zn, dan Cd.