

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gunung Sinabung merupakan gunung berapi aktif yang terdapat di wilayah Indonesia yang terletak di Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara. Data BNPB menyebutkan, semenjak letusan akhir Agustus tahun 2010, Gunung Sinabung meletus beberapa kali, termasuk salah satu letusan terbesar pada 7 September 2010. Dan hingga saat ini, Gunung Sinabung terus-menerus mengalami erupsi dan mengeluarkan material abu vulkanik. Akibat dari letusan gunung tersebut timbul kabut asap yang tebal berwarna hitam kecoklatan disertai hujan pasir dan abu vulkanik yang menutupi ribuan hektar tanaman para petani yang berjarak dibawah radius enam kilometer (Barasa, dkk, 2013). Di Indonesia, gunung api dan hasil aktivitasnya yang berupa batuan gunung api tersebar melimpah baik di darat maupun di laut. Berdasarkan umur geologi, aktivitas gunung api di Indonesia setidaknya sudah dimulai sejak Zaman Kapur (*Kretazius*). Wilayah Indonesia mempunyai jalur gunung berapi serta rawan erupsi (*eruption*) di sepanjang wilayah *ring of fire* mulai dari pulau Sumatera, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku, Hingga Papua (Bronto dalam Rahayu dkk, 2014).

Abu vulkanik yang dihasilkan oleh letusan gunung sinabung pada 11 Januari 2014 memiliki kandungan kimiawi utama berupa  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ , dan  $\text{Fe}_x\text{O}_y$  masing – masing sebesar 58,1%, 18,3%, 8,05%, dan 7,09%. (Nakada dan Yoshimoto, 2014). Kandungan abu silika pada abu vulkanik gunung Sinabung yang relatif melimpah, dapat digunakan sebagai bahan pembuatan adsorben silika. Pembuatan adsorben silika dalam bentuk silika gel dapat dilakukan dengan menggunakan bahan abu vulkanik letusan gunung berapi, seperti yang telah dilaporkan oleh Sudjarwo (2015). Silika gel adalah salah satu adsorben berbasis silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ). Sol mirip agar – agar ini dapat didehidrasi menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Silika gel memiliki kemampuan mengikat ion – ion

yang terdapat didalam suatu larutan. Sifat ini menjadikan silika gel dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering, dan penopang katalis. Silika gel telah banyak digunakan sebagai adsorben pada proses adsorpsi. Hal ini disebabkan oleh adanya gugus aktif silanol (-Si-OH) dan siloksan (O=Si=O) yang merupakan situs aktif yang memiliki kemampuan polarisabilitas sehingga dapat menarik ion logam pada permukaannya (Wogo dkk, 2011). Brindley dan Brown (1980) menyatakan bahwa pada umumnya silika adalah dalam bentuk amorf terhidrat, namun bila pembakaran berlangsung terus-menerus pada suhu di atas 650°C maka tingkat kekristalinitasnya akan cenderung naik dengan terbentuknya fasa *quartz*, *crystobalite*, dan *tridymite* yang merupakan jenis kristal utama. Silika memiliki stabilitas dan kerapatan yang berbeda. Struktur kristal *quartz*, *crystobalite*, dan *tridymite* memiliki nilai densitas masing-masing sebesar  $2,65 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $2,27 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , dan  $2,23 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  (Smallman dan Bishop, 2000).

Penelitian mengenai pemanfaatan abu vulkanik erupsi Gunung Sinabung sebagai bahan dasar pembuatan adsorben silika beserta karakterisasinya, pernah dilakukan sebelumnya oleh Siti Rahmadani (2015) dan Devy Putri Oktavia (2016). Pada penelitian tersebut abu vulkanik Gunung Sinabung diaktivasi dengan menggunakan asam nitrat pekat kemudian di destruksi dengan larutan NaOH 4M pada suhu 500°C untuk menghasilkan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ). Natrium silikat hasil destruksi kemudian diubah menjadi silika gel melalui proses sol-gel dengan menggunakan asam klorida 3M. Silika gel yang disintesis dari abu vulkanik gunung sinabung kemudian diuji kemampuan adsorpsi nya pada ion logam timbal (Pb).

Silika gel banyak digunakan sebagai adsorben, baik berupa bahan tunggal maupun komposit. Hal ini dikarenakan silika gel memiliki kapasitas adsorpsi yang cukup besar sehingga dapat digunakan sebagai adsorben terutama pada ion – ion logam berat. Salah satu ion logam berat yang dapat diadsorpsi oleh silika gel adalah kadmium (Cd). Ion logam kadmium(II) merupakan ion logam berat yang berpotensi sebagai polutan bagi lingkungan perairan.

Kadmium bersifat toksik bagi semua organisme hidup, bahkan juga sangat berbahaya untuk manusia. dalam badan perairan, kelarutan kadmium dalam

konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan. Menurut Greenberg dalam Nurhasni (2002), logam kadmium menyebabkan keracunan pada ikan pada konsentrasi 200  $\mu\text{g/L}$ . Salah satu penyumbang terbesar pencemaran kadmium adalah limbah – limbah yang berasal dari industri metalurgi non ferrous. Pada industri metalurgi, logam kadmium digunakan sebagai pigmen dalam proses pelapisan logam. Beberapa pigmen yang menggunakan kadmium sebagai bahan dasarnya adalah *Cadmium Yellow* yang memiliki kandungan kadmium dalam bentuk kadmium sulfida ( $\text{CdS}$ ), *Cadmium Red* yang memiliki kandungan senyawa kadmium selenida ( $\text{CdSe}$ ), dan *Cadmium Orange* yang memiliki kandungan senyawa kadmium sulfoselenida ( $\text{CdS.CdSe}$ ). Limbah – limbah yang dihasilkan oleh industri tersebut biasanya terdapat dalam bentuk larutan tersuspensi dan langsung dibuang ke lingkungan tanpa melalui proses pengolahan limbah terlebih dahulu. Pada proses keracunan kadmium, logam kadmium masuk ke dalam tubuh manusia melalui penggunaan air yang tercemar oleh limbah kadmium. Logam kadmium masuk ke dalam tubuh manusia dalam bentuk ion kadmium (II) yang selanjutnya melewati saluran pencernaan dan masuk ke dalam sistem peredaran darah melalui usus halus. Pada tubuh manusia, logam kadmium mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi. Keracunan kadmium dapat menyebabkan kerusakan ginjal, paru – paru, anemia, osteoporosis, dan mempengaruhi sistem reproduksi dan organ – organnya. Logam kadmium juga bersifat karsinogenik sehingga diduga logam kadmium merupakan salah satu penyebab timbulnya kanker pada manusia.

Keracunan akut muncul setelah 4-10 jam sejak penderita terpapar oleh logam kadmium. Keracunan kadmium dapat menyebabkan kehilangan nafsu makan, daya tahan tubuh lemah, kerusakan hati dan ginjal, sakit kepala, demam hingga menggigil, nyeri otot dan diare bahkan bisa menyebabkan kematian. Sedangkan keracunan kronis kadmium menyebabkan kerusakan sistem fisiologis tubuh, antara lain sistem urinaria, sistem respirasi (paru-paru), sistem sirkulasi (darah) dan jantung, kerusakan sistem reproduksi, sistem saraf, dan menyebabkan kerusakan tulang. Oleh karena itu perlu diupayakan untuk menurunkan /

mengurangi kadarnya pada lingkungan yang mengandung cemaran logam kadmium.

Berdasarkan latar belakang di atas, mendorong peneliti untuk melakukan penelitian tentang “**Pemanfaatan dan Karakterisasi Abu Vulkanik Gunung Sinabung Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Adsorben Silika untuk Mengikat Logam Berat Cd(II)**”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang masalah, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

- 1 Berapa kadar silika yang terkandung dalam abu vulkanik Gunung Sinabung?
- 2 Bagaimana karakteristik silika yang diperoleh dari abu vulkanik Gunung Sinabung dengan XRF, AAS, FTIR, dan XRD?
- 3 Bagaimana kondisi optimum laju alir adsorbat, pH, dan konsentrasi terhadap penyerapan logam Cd(II) oleh adsorben silika?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Abu vulkanik yang digunakan dalam penelitian adalah abu hasil erupsi Gunung Sinabung yang diambil dari Desa Berastepu, Simpang Empat, Kabupaten Karo (radius 1,5 km).
2. Karakteristik silika pada abu vulkanik Gunung Sinabung dilakukan dengan menggunakan XRF, AAS, FTIR, dan XRD.
3. Logam yang digunakan sebagai adsorbat adalah logam Cd(II)
4. Metode adsorpsi logam Cd(II) menggunakan metode kolom adsorpsi.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kadar silika yang diperoleh dari abu vulkanik Gunung Sinabung.

2. Mengetahui karakteristik silika yang diperoleh dari abu vulkanik Gunung Sinabung.
3. Mengetahui kondisi optimum penyerapan logam Cd(II) oleh adsorben silika.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah informasi ilmiah yang terkait dengan adsorpsi logam Cd(II) oleh adsorben silika yang diperoleh dari abu vulkanik Gunung Sinabung dengan metode kolom adsorpsi.
2. Sebagai informasi kepada pembaca tentang kadar silika yang terkandung pada abu vulkanik Gunung Sinabung.
3. Sebagai bahan referensi untuk penelitian yang terkait sintesis dan karakterisasi silika dari abu vulkanik Gunung Sinabung.