

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu kawasan vulkanis paling aktif di dunia. Lebih dari 30% gunung api aktif dunia berada di Indonesia, yaitu sekitar 129 gunung berapi (Van Bemmelen, 1970). Banyaknya Gunung api aktif tersebut menjadikan Indonesia berpotensi besar mengalami bencana erupsi gunung api. Erupsi gunung api mengeluarkan material gas, cairan dan padatan. Material padatan erupsi gunung terbagi menjadi beberapa ukuran, salah satunya adalah abu vulkanis. Abu vulkanis terbentuk dari pecahan batuan dan magma yang saling tercampur membentuk ukuran partikel yang halus $< 2\text{mm}$ (Branney *et al.*, 2020).

Erupsi gunung Merapi pada tahun 2010 di provinsi Yogyakarta dan Jawa Tengah, menghasilkan lebih dari 100 juta m^3 abu vulkanis dengan ketebalan mencapai 2,5 cm sampai 10 cm (Anda dan Sarwani, 2012). Gunung Sinabung di Sumatera Utara mengalami erupsi pada tahun 2013 hingga 2015 menyumbangkan material piroklastik sekitar $3 \times 10^8 \text{ m}^3$ (Pallister *et al.*, 2018), dengan ketebalan abu vulkanis 10 cm sampai 20 cm (Nakada *et al.*, 2019).

Penambahan abu vulkanis ke permukaan tanah dapat menyumbangkan unsur hara, dan meningkatkan kesuburan tanah (Shoji dan Takahashi, 2002). Akan tetapi, abu vulkanis tidak dapat langsung digunakan sebagai pembenah tanah karena membutuhkan waktu pelapukan yang lama, sekitar 2 sampai 4 tahun. Hal ini menyebabkan terjadinya penumpukan abu vulkanis di daerah sekitar erupsi gunung, yang mengakibatkan rusak infrastruktur, lahan pertanian, dan gagal panen (Sutono *et al.*, 2017).

Abu vulkanis mengandung komponen utama yaitu silika dan alumina. Fiantis *et al.*, (2009) melaporkan bahwa abu vulkanis Merapi memiliki 61,55% SiO_2 , dan Al_2O_3 15,85%. Abu vulkanis Sinabung mengandung 74,3% SiO_2 ; 13,3% Al_2O_3 (Karolina *et al.*, 2015). Dengan demikian, abu vulkanis adalah salah satu sumber daya alam bersifat *pozzolan*, yaitu suatu material yang memiliki kandungan silika dan alumina tinggi yang mempunyai sifat mengikat (*binding*) atau sementasi (Adamiec *et al.*, 2008).

Saat ini, abu vulkanis telah digunakan sebagai bahan pembenah tanah, semen, beton dan adsorban limbah, namun pemanfaatannya belum secara maksimal

bila dibandingkan dengan jumlahnya yang berlimpah. Oleh karena sifat pozzolannya, abu vulkanis akan lebih mudah diaplikasikan menjadi bahan baru yang dapat digunakan dalam bidang pertanian. Salah satu bahan material baru dari abu vulkanis adalah geopolimer.

Geopolimer merupakan produk beton yang reaksi pengikatnya terjadi melalui reaksi polimerisasi. Aluminium (Al) dan Silika (Si) mempunyai peran penting dalam ikatan polimerisasi. Hal ini dikarenakan reaksi kimia antara alumina silikat dengan alkali akan menghasilkan ikatan polimer Si-O-Al (Davidovits, 1994). Pada awal perkembangannya geopolimer disintesis dari material-material seperti liat dan mineral aluminosilikat murni (Xu dan Van Deventer, 2000), abu layang (*fly ash*) dan *blast furnace slag* (Prasetya *et al.*, 2017), dan zeolit alami (Nikolov *et al.*, 2017).

Geopolimer telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang antara lain sebagai adsorban limbah dan air (Okada *et al.*, 2009; Kaewmee *et al.*, 2020). Kemampuan geopolimer dalam menyerap air dapat dimanfaatkan sebagai media tanam. Media tanam yang berasal dari geopolimer dapat diterapkan dalam sistem hidroponik. Umumnya media tanam hidroponik (hidroton) disintesis pada suhu $> 500^{\circ}\text{C}$, sedangkan geopolimer dari abu vulkanis dapat disintesis pada suhu rendah 30° hingga 70°C . Oleh karena itu, material abu vulkanis akan lebih ramah lingkungan.

Struktur mikro dan sifat mekanik geopolimer dipengaruhi oleh komposisi kimia bahan awal, perbandingan cairan dan padatan, serta konsentrasi alkali aktivator. Duxson *et al.*, (2007) menjelaskan bahwa sifat mekanik geopolimer meningkat dengan meningkatnya rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, dan porositas meningkat dengan meningkatnya rasio $\text{H}_2\text{O}/\text{SiO}_2$. Nilai optimal rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ untuk geopolimer abu vulkanis sekitar 3,3-4,5 dan geopolimer sangat reaktif jika terdiri dari mineral amorf (Lemougna *et al.*, 2018). Umumnya rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ abu vulkanis tinggi dibandingkan *fly ash*, sehingga proses sintesis abu vulkanis memerlukan jumlah alkali yang tinggi. Sesuai dengan penelitian (Takeda *et al.*, 2014) yang menyatakan bahwa kekuatan tekan geopolimer abu vulkanis dapat diaktifkan dengan 13,5 M NaOH, setelah 3 hari pada 50°C .

Akibat abu vulkanis mengandung mineral amorf dan bersifat *pozzolan*, maka diharapkan abu vulkanis juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar

sintesis geopolimer. Berdasarkan permasalahan diatas, penulis telah melakukan penelitian tentang “Sintesis dan Karakteristik Geopolimer dari Abu Vulkanis dan Potensinya Sebagai Media Tanam”.

B. Rumusan Masalah

Gunung Sinabung dan Merapi merupakan gunung api aktif yang sangat berpotensi mengalami erupsi yang menyumbangkan material padatan vulkanis seperti abu vulkanis. Saat ini penggunaan abu vulkanis belum maksimal yang mengakibatkan abu vulkanis di sekitar daerah erupsi tidak dimanfaatkan. Salah satu pemanfaatan abu vulkanis adalah pembuatan material baru dari abu vulkanis seperti geopolimer. Oleh karena itu, perlu diketahui karakteristik abu vulkanis Merapi dan Sinabung sebagai sumber bahan dasar geopolimer, serta mengetahui pengaruh perbandingan cairan padatan dan molaritas alkali aktivator terhadap media tanam yang akan diperoleh.

C. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi kandungan kimia, mineralogi dan karakteristik abu vulkanis Merapi dan Sinabung sebagai bahan dasar geopolimer.
2. Mengidentifikasi karakteristik kimia dan mineralogi geopolimer yang terbentuk dari abu vulkanis Merapi dan Sinabung.
3. Melihat potensi geopolimer abu vulkanis Merapi dan Sinabung sebagai media tanam dari perbandingan cairan dan padatan, perbedaan jenis dan molaritas alkali aktivator.

