

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi, aktivitas PETI (penambangan emas tanpa izin) merupakan pertambangan secara liar atau illegal. Penambangan dilakukan oleh masyarakat dengan metode tradisional dan sistem terbuka yaitu membolak-balikkan tanah sehingga lapisan atas dan bawah tanah menjadi bercampur serta hilangnya penampang atau profil tanah. Masalah yang muncul setelah penambangan secara illegal oleh masyarakat adalah terbentuknya lahan-lahan bekas tambang dengan tingkat kesuburan tanah yang sangat rendah, erosi, sedimentasi, lobang-lobang tambang, serta rusaknya sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Proses pemurnian biji emas menggunakan merkuri (Hg), yang mana limbah Hg dapat mencemari lingkungan jika melebihi ambang batas atau baku mutu yang telah ditetapkan pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Kesehatan Lingkungan menetapkan ambang batas dari merkuri di lingkungan sebesar 0,0002 ppm.

Merkuri (Hg) menempati peringkat ke-6 logam berbahaya di dunia memiliki toksisitas dan mobilitas tinggi serta bertahan dalam jangka waktu yang panjang di lingkungan (Driscoll *et al.*, 2013). Hg mempunyai nomor atom 80 dan berat atom 200,6 sangat beracun dapat terakumulasi pada tanah dan biomagnifikasi/bioakumulasi pada jaringan makhluk hidup karena sifat merkuri yang mobile seperti transformasi dan translokasi. Hg memiliki empat bentuk kimia yaitu merkuri elemental ( $\text{Hg}^0$ ), merkuri anorganik (seperti  $\text{HgCl}_2$ ), merkuri hidroksida ( $\text{Hg}(\text{OH})_2$ ), monometilmerkuri ( $\text{CH}_3\text{Hg}^+$ ), dan dimetilmerkuri ( $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ ).  $\text{Hg}^0$  jika teroksidasi oleh  $\text{O}_3$  maka terbentuk  $\text{Hg}^{2+}$  (merkuri divalen) dan  $\text{Hg}^{2+}$  dapat dimetilisasi oleh mikroba menjadi metilmerkuri. Metil merkuri dapat diserap oleh organisme dengan biokonsentrasi  $10^4$  sampai  $10^7$  dari biomasnya. Hg mempunyai waktu retensi yang lama sehingga konsentrasinya semakin lama menjadi tinggi, yang mana Hg mempunyai waktu paruh 70 hari. Salah satu penyakit yaitu Minamata terjadi di Jepang yang disebabkan oleh konsumsi ikan dan makanan laut yang terkontaminasi oleh metil merkuri (Xia, Xie and Sun, 2010).

Konsentrasi Hg dalam tanah dapat menurun secara alami pada tanah yang terkontaminasi melalui berbagai proses seperti biodegradasi, disperse, pengenceran, penyerapan, penguapan, reduksi, stabilitas kimia dan biologi. Namun jika konsentrasi Hg pada tanah masih berada di atas ambang batas, maka dapat menyebabkan polusi pada tanah (Xu *et al.*, 2015). Oleh sebab itu, remediasi tanah yang terkontaminasi Hg baik dengan menghilangkan Hg dari tanah atau mengubah bentuk Hg beracun menjadi tidak beracun, dan mengubah Hg menjadi immobile sangat perlu untuk melestarikan lingkungan dan kesehatan

Beberapa teknik fisikokimia seperti perlakuan termal, pengendapan dan pencucian dengan reagen kimia, solidifikasi dan stabilisasi secara konvensional telah diterapkan dalam remediasi lahan tercemar logam berat Hg. Namun, teknologi tersebut tergolong mahal (Mahbub *et al.*, 2017). Metode adsorpsi Hg menggunakan teknologi yang lebih ekonomis yaitu menggunakan membrane kitosan berikatan silang, biomassa *aspergillus versicolor*, karbon aktif, karbon mesopore, bahan magnet, polimer, tanah liat, dan zeolite (Prasetya *et al.*, 2020).

Metode remediasi yang lebih ekonomis yaitu menggunakan karbon aktif sekam padi. Hal itu karena sekam padi mengandung silika tinggi (Ca-permukaan/CaO) dan tersedia dalam jumlah besar. Kandungan silika yang tinggi pada biochar sekam padi lebih efektif dalam mengikat Hg karena mempunyai pori-pori yang sangat tinggi dan luas permukaan yang sangat luas sehingga Hg terperangkap pada pori CaO dengan adanya gaya disperse London (Zhao *et al.*, 2010). Bahan organik mengandung senyawa polimer yang juga sebagai adsorben padat dan pengkhelet karena adsorpsinya tinggi dan ketahanan asam serta alkali yang sangat baik. Bahan organik mempunyai gugus fungsi mengandung atom donor N, O, dan S yang berkoordinasi dengan ion logam yang berbeda. Senyawa polimer telah terbukti dalam adsorpsi Hg karena proses sintesis (Xong *et al.*, 2012). Selain itu, tanah liat juga berpotensi sebagai adsorben Hg karena memiliki rumus Si-Al, struktur yang berlapis, kemasaman pada permukaan yang tinggi, mesopori lebih banyak, dan stabilitas termal yang baik. Hal itu mampu mengikat Hg beracun dan mengubah Hg menjadi tidak beracun (Cai *et al.*, 2014). Oleh karena itu, kombinasi adsorben karbon aktif (biochar sekam padi), polimer (kompos yang berasal dari pupuk kandang sapi + limbah sayuran), dan tanah liat akan berpotensi lebih tinggi

mereduksi Hg. Namun, kapasitas adsorpsi dari adsorben terbatas, sehingga Hg yang teradsorpsi masih berpotensi untuk terdesorpsi dari permukaan adsorben. Metode fitoremediasi merupakan salah satu metode potensial yang dapat diterapkan dalam kombinasi dengan adsorben.

Fitoremediasi merupakan proses mereduksi logam berat yang terdapat di tanah melalui tanaman hiperkumulator yang bersifat berkelanjutan. Mekanisme dari fitoremediasi terdiri dari fitoekstraksi, fitodegradasi, dan fitosabilisasi. Penggunaan tanaman hiperkumulator yang mampu mengabsorpsi Hg di atas ambang batas yaitu lebih dari 1% dari total berat kering tajuk atau 100 kali lebih besar dari tanaman normal dalam proses fitoremediasi. Tanaman Hiperkumulator memiliki kemampuan mempercepat terlarutnya logam pada rizosfer dengan melibatkan sejumlah eksudat akar sehingga logam tersedia. Selain itu tanaman hiperkumulator mentranslokasikan logam dari akar ke tajuk dengan laju yang lebih tinggi dari tanaman normal serta kemampuan tanaman dalam mendetoksifikasi racun melalui reaksi enzimatis  $CN + L\text{-sistein}$  membentuk  $\beta\text{-cyanoalanine}$  dan terhidrolisis menjadi asparagin sehingga logam menjadi tidak toksik pada jaringan tanaman. tanaman yang tergolong hiperkumulator Hg yaitu *Lindemia crustacea*, *Digitaria radicata*, *Zingiber sp*, *Colocasia sp* dan *Helianthus annuus L* (Hidayati, 2013).

Berdasarkan penelitian Romadhan, (2021) tanah bekas tambang yang telah diaplikasikan biochar sekam padi dan pupuk kandang memiliki kesuburan yang masih rendah dengan kadar N-total sebesar 0,0072%, P tersedia 59,74 ppm, Ca-dd 1,8  $\text{Cmol.kg}^{-1}$ , Mg-dd 0,2  $\text{Cmol.kg}^{-1}$ , K-dd 0,07  $\text{Cmol.kg}^{-1}$ , Na-dd 0,36  $\text{Cmol.kg}^{-1}$ . Kemampuan bunga matahari (*Helianthus annuus L.*) dalam proses fitoremediasi mampu mengabsorpsi Hg mencapai 35,01 ppm. Oleh karena itu perlu upaya dalam meningkatkan kesuburan tanah bekas tambang yang telah diremediasi. Disamping itu, juga perlu dikaji kembali sisa Hg pada tanah setelah diremediasi.

Upaya yang dilakukan dalam mengkaji Hg pada tanah yang telah diremediasi yaitu dengan membandingkan tanah bekas tambang emas yang belum dilakukan remediasi dan Ultisol sebagai tanah kontrol yang belum dilakukan penambangan. Tanah bekas tambang emas yang belum dilakukan remediasi terdapat akumulasi Hg yang tinggi sehingga dapat dibandingkan terhadap tanah bekas tambang emas yang telah dilakukan remediasi. Ultisol juga digunakan

sebagai tanah pembanding karena jenis tanah sebelum dilakukan penambang oleh masyarakat yaitu Ultisol dengan penggunaan lahan sebagai perkebunan karet. Beberapa karakteristik tanah tersebut diambil pada lokasi yang sama di Nagari Tebing Tinggi, Kecamatan Pulau Punjung, Kabupaten Dharmasraya, Sumatera barat

Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti memiliki inovasi teknologi biokonat yang merupakan pupuk organik granul yang berasal dari kompos (bahan baku biochar sekam padi, pupuk kandang, dan limbah sayuran) dan tanah liat sebagai adsorben Hg serta bunga matahari sebagai tanaman yang berperan dalam proses fitoremediasi. Untuk melihat efektivitas dari biokonat dan bunga matahari sebagai metode reduksi Hg pada tanah, maka peneliti melakukan aplikasi terhadap beberapa karakteristik tanah yang terdiri dari tanah bekas tambang emas. Adapun tanah yang digunakan sebagai aplikasi biokonat yaitu Ultisol pada daerah sekitar tanah bekas tambang emas yang akan menjadi sasaran areal tambang oleh masyarakat setempat. Selain itu, tanah bekas tambang emas yang digunakan adalah tanah bekas tambang emas yang belum diameliorasi dan pasca fitoremediasi bunga matahari menggunakan berbagai bahan ameliorasi. Penggunaan beberapa karakteristik tanah tersebut dapat mengindikasikan kemampuan biokonat sebagai pupuk organik dalam meningkatkan kualitas sifat kimia tanah dan juga dapat mereduksi merkuri yang terdapat pada tanah.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan yang telah dipaparkan pada latar belakang, hal yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh interaksi pupuk organik granul biokonat terhadap sifat kimia beberapa karakteristik tanah?
2. Bagaimana respon pertumbuhan bunga matahari melalui aplikasi pupuk organik granul biokonat?
3. Bagaimana kandungan Hg tanah dan kemampuan fitoremediasi bunga matahari terhadap konsentrasi metilmerkuri melalui aplikasi pupuk organik granul biokonat?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari kegiatan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengkaji pengaruh interaksi pupuk organik granul biokanat terhadap sifat kimia beberapa karakteristik tanah.
2. Untuk mengkaji respon pertumbuhan bunga matahari melalui aplikasi pupuk organik granul biokanat.
3. Untuk mengkaji kandungan Hg tanah dan kemampuan fitoremediasi bunga matahari terhadap konsentrasi metilmerkuri melalui aplikasi pupuk organik granul biokanat.

