

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Perubahan lingkungan di sekitar daerah industri dapat terjadi setiap saat, sehingga manajemen pengelolaan limbah yang efektif menjadi indikator keberlanjutan operasi industri tersebut. Salah satu dampak kerusakan lingkungan yang ditimbulkan oleh aktivitas industri adalah material residu atau limbah yang berasal dari proses produksi (Halimah, 2003). Salah satu jenis limbah hasil industri yang mempunyai potensi cukup besar untuk meningkatkan jumlah zat pencemar pada lingkungan adalah limbah yang mengandung logam berat seperti merkuri (Hg). Pada aktivitas pertambangan perak dan emas yang berlangsung, sering sekali ditemukan beberapa unsur-unsur lain yang terkandung dan larut dalam eksploitasi pertambangan, unsur-unsur tersebut diantaranya adalah timah, besi, merkuri (Hg), tembaga, seng, dan juga nikel (Ambarsari dan Qisthi, 2017).

Produk limbah dari aktivitas industri yang mengandung logam-logam berat dapat membawa efek buruk bagi lingkungan disebabkan karena adanya elemen toksik yang terkandung di dalamnya. Limbah-limbah tersebut umumnya dibuang dan dialirkan ke selokan, parit, kolam atau sungai sehingga limbah toksik yang mengandung logam-logam berat ini akan mengkontaminasi lingkungan di sekitarnya. Logam dapat mengakibatkan timbulnya suatu bahaya pada makhluk hidup. Hal ini dapat terjadi apabila sejumlah logam mencemari lingkungan. Logam-logam tertentu akan sangat berbahaya apabila ditemukan dalam konsentrasi yang tinggi di dalam lingkungan (dalam lingkungan air, tanah dan udara) karena logam tersebut mempunyai karakteristik yang dapat merusak jaringan tubuh makhluk hidup (Darmono, 1995).

Logam berat merkuri (Hg) merupakan salah satu jenis pencemar yang mendapat perhatian khusus dari masyarakat dan pemerintah karena mempunyai sifat racun yang kuat dibandingkan dengan logam berat lainnya. Merkuri yang berasal dari limbah berikutnya akan berubah menjadi metil merkuri akibat proses alamiah.

Apabila senyawa metil merkuri masuk ke dalam tubuh manusia melalui media air, maka dapat menyebabkan keracunan seperti yang dialami para korban pada Tragedi Minamata (Sipayung, 2012). Merkuri dapat terakumulasi dan tetap tinggal dalam tubuh makhluk hidup dalam jangka waktu yang lama sebagai racun. Merkuri mempunyai waktu tinggal (*residence time*) ribuan tahun yang dapat mengendap pada sedimen dan masuk serta terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan yaitu: melalui pernapasan, kulit dan saluran pencernaan sehingga dapat mengakibatkan kematian (Wardhana, 2004).

Dewasa ini, banyak ditemukan industri ilegal penghasil limbah pencemar terkhususnya merkuri yang menghasilkan limbah dalam jumlah melampaui standar baku sehingga dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan dan resiko kesehatan bagi manusia. Seperti kasus yang dilaporkan oleh Saturi dalam Mongabay (2014) ditemukan bahwa hasil uji laboratorium air limbah pengolahan emas di daerah Kabupaten Mandailing Natal mengandung zat-zat kimia seperti : merkuri, timbal, arsen, cadmium, tembaga, nikel dan zink yang berada di ambang batas baku mutu. Data hasil pengujian yang dilakukan oleh Forum Mahasiswa Teknik Kimia ITM menyatakan bahwa kadar merkuri yang dibuang mencapai 1,22 mg/l dan pengujian terbaru yang dilakukan oleh penulis pada tahun 2021 terhadap kandungan merkuri dalam limbah hasil pertambangan di Mandailing Natal adalah sebesar 0,015 mg/l dimana ambang batas yang telah ditetapkan pemerintah berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 202 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Bijih Emas dan atau Tembaga hanya 0,005mg/l.

Holik dalam Antara Sumut (2019) melaporkan bahwa diduga aktivitas pertambangan di daerah Kabupaten Mandailing Natal tersebut menggunakan bahan kimia jenis merkuri dalam proses pemisahan biji emas dengan bebatuan dan pembuangan limbah hasil tambang tersebut sembarangan sehingga menimbulkan dampak pada kesehatan manusia. Hal ini dapat dilihat dengan adanya bayi yang lahir dengan kondisi tidak normal di sekitaran lokasi pertambangan yang didiagnosa mengalami cacat bawaan seperti *Omphalocele*, *Anencephali*, *Cyclopia* dan *Gastroschicis*. Selain adanya pengendapan limbah merkuri di lingkungan yang membahayakan kesehatan masyarakat, maraknya aktivitas tambang dengan

menggunakan alat-alat berat untuk dinilai juga sangat merusak lingkungan di area pertambangan sehingga pada daerah tersebut sering terjadi longsor dan rawan banjir. Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan lingkungan yang muncul akibat pencemaran logam merkuri harus segera dibenahi salah satunya dengan cara mencegah pencemaran yang semakin meningkat dan menanggulangi dampak akibat pencemaran, serta memperbaiki kerusakan alam di lokasi tersebut dan sekitarnya dengan teknik pengelolaan limbah yang ramah lingkungan menuju pembangunan berkelanjutan.

Salah satu teknik penanganan pencemaran limbah merkuri yang ramah lingkungan adalah dengan menerapkan teknik bioremediasi menggunakan tanaman atau yang dikenal dengan fitoremediasi. Fitoremediasi merupakan teknik remediasi penggunaan tumbuhan untuk memindahkan, menstabilkan, menghancurkan atau menghilangkan bahan pencemar baik berupa senyawa organik maupun anorganik yang terdapat pada lingkungan (Purakayastha dan Chonkar, 2010). Berbagai hasil penelitian telah membuktikan bahwa banyak spesies tumbuhan yang berhasil dalam meremediasi polutan (khususnya logam berat) pada tanah ataupun perairan yang tercemar dan bahkan beberapa diantaranya merupakan tumbuhan hiperakumulator. Spesies tersebut diantaranya *Thlaspi calaminare* untuk seng (Zn), *T.caerulescens* untuk kadmium (Cd), *Aeolanthus biformifolius* untuk tembaga (Cu), *Phylanthus serpentinus* untuk nikel (Ni), *Haumaniastrum robertii* untuk kobalt (Co) *Astragalus racemosus* untuk selenium (Se), dan *Alyxia rubricaulis* untuk mangan (Mn) (Li, 2000 dalam Titi, dkk., 2005).

Fitoremediasi menggunakan tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*) telah diakui sangat efektif untuk mengurangi pencemaran limbah logam berat melalui sistem perakarannya. Tanaman ini mampu bertahan terhadap kondisi tanah yang ekstrim termasuk area yang terkontaminasi oleh logam berat. Menurut Ristianingsih (2018), penggunaan tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*) dan bakteri mampu menurunkan kadar *oil and grease* sebesar 50-87% dan *oil content* sebesar 22-64% yang mencemari lingkungan perairan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Wakano dan Samson (2015) mengenai potensi tanaman vetiver dalam merehabilitasi tanah tercemar logam berat timbal berkisar antara 71,08 %- 73,71 %. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Triastuti (2011), penggunaan tanaman vetiver

terhadap lahan tercemar merkuri pada lahan eks-TPA ditemukan akumulasi logam merkuri (Hg^{2+}) tertinggi terdapat pada bagian akar dalam konsentrasi 6 mg/kg adalah sebesar 0,698 mg/kg untuk media tanam berupa 100% tanah tercemar.

Berdasar penjelasan di atas, maka penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh penanaman tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*) terhadap fitoremediasi limbah merkuri dengan variasi konsentrasi limbah yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan tanaman dalam mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, berikut ini merupakan beberapa masalah yang muncul sebagai bahan penelitian, yaitu :

- 1) Maraknya aktivitas industri seperti pertambangan ilegal yang menghasilkan limbah merkuri yang mengkontaminasi lingkungan.
- 2) Masih sedikitnya aktivitas perbaikan lahan di lingkungan yang tercemar logam berat merkuri dengan memanfaatkan tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*).

1.3. Ruang Lingkup

Untuk memperjelas masalah yang akan dibahas sehingga tidak menimbulkan adanya pembahasan yang meluas atau menyimpang, maka ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu hanya berfokus pada besar penyerapan merkuri oleh tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*) terhadap penurunan kadar merkuri pada beberapa konsentrasi limbah yang digunakan.

1.4. Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini yaitu :

- 1) Berapa besar serapan (Hg^{2+}) pada tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*) dalam remediasi limbah yang tercemar merkuri (Hg^{2+}) ?
- 2) Apakah penambahan pupuk kompos pada penanaman tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*) mempengaruhi laju penurunan merkuri (Hg^{2+}) dalam remediasi limbah yang tercemar merkuri ?

1.5. Batasan Masalah

Melihat banyaknya perkembangan penelitian saat ini dengan demikian dibutuhkan adanya suatu batasan masalah yang jelas mengenai penelitian yang dilakukan. Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu besar penyerapan merkuri oleh tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*) dalam mereduksi limbah yang tercemar merkuri dengan konsentrasi 0,5 ppm, 1,5 ppm dan 5 ppm.

1.6. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- 1) Mengetahui besar laju serapan (Hg^{2+}) pada tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*) dalam remediasi limbah yang tercemar merkuri
- 2) Mengetahui pengaruh penambahan pupuk kompos pada penanaman tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*) dalam mempengaruhi laju penurunan merkuri (Hg^{2+}) dalam remediasi limbah yang tercemar merkuri.

1.7. Manfaat Penelitian

- 1) Memberikan tambahan pengetahuan mengenai teknik fitoremediasi reduksi merkuri menggunakan tanaman vetiver (*Vetiveria zizanioides*).
- 2) Memberikan informasi mengenai metode penanganan limbah merkuri untuk mengurangi dampak kerusakan lingkungan.

1.8. Defenisi Operasional

1) Logam Berat : unsur logam dengan massa jenis lebih besar dari 5 gr/cm^3 yang dapat mencemari lingkungan dan bersifat racun bagi tumbuhan, hewan dan manusia

2) Fitoremediasi : teknik remediasi menggunakan tumbuhan untuk memindahkan, menstabil-kan, menghancurkan atau menghilangkan bahan pencemar baik berupa senyawa organik maupun anorganik yang terdapat pada lingkungan

Tumbuhan hiperakumulator : tumbuhan yang mampu menyerap logam berat pencemar lingkungan.