

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman gelagah (*Phragmites karka*) merupakan tanaman yang dapat tumbuh di berbagai lingkungan baik di daerah tropis maupun non tropis. Gelagah dapat berkembang biak secara generatif melalui biji maupun secara vegetatif melalui stek batang (vegetatif). Penanaman melalui biji kurang efektif karena keseragaman bibit tidak dapat dipertahankan, oleh karena itu dalam penelitian ini dipilih stek batang untuk mendapatkan keseragaman pertumbuhan. Untuk mengoptimalkan pertumbuhan gelagah dicobakan 3 bagian batang yang berbeda yaitu bagian bawah, tengah dan atas.

Salah satu cara untuk melakukan remediasi lahan adalah dengan fitoremediasi. Cara ini dianggap sebagai salah satu metode yang cukup sederhana, relatif murah dan tidak menimbulkan dampak negatif terhadap tanah bahkan menguntungkan bagi ekosistem. Fitoremediasi dianggap efektif karena merupakan teknologi yang ramah lingkungan dengan menggunakan tanaman untuk mengekstrak, merombak atau mengimobilisasi kontaminan dari tanah, air maupun sedimen. Cara kerja fitoremediasi berdasarkan kemampuan tanaman menyerap kontaminan dari tanah melalui akar kemudian mengangkutnya ke bagian atas aerial tanaman seperti daun melalui batang (xilem). Berbagai spesies tanaman telah diketahui sebagai jenis yang potensial sebagai fitoremediator karena kemampuan akarnya dalam menyerap kontaminan. Tanaman herba semusim dapat digunakan untuk meremediasi kontaminan yang berada kurang dari 50 cm kedalaman tanahnya, sedangkan pohon atau tanaman menahun dapat dipergunakan untuk meremediasi kontaminan yang berada lebih dalam. Jenis tanaman yang dapat diaplikasikan untuk fitoremediasi harus mempunyai produksi biomassa tinggi, mampu mengakumulasi kontaminan dengan baik di bagian atas tanaman melebihi konsentrasi kontaminan yang terdapat di dalam tanah (bersifat hiperakumulator), dan toleran terhadap lingkungan lokal (*UNESCO, 2004*). Berbagai aplikasi

fitoremediasi telah dilakukan antara lain untuk meremediasi residu pestisida, minyak, logam berat dan bahan-bahan kimia lain pencemar tanah.

Penambahan kompos (berbahan baku eceng gondok) pada media pertumbuhan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Eceng gondok dipilih sebagai bahan baku pembuatan kompos dikarenakan tanaman ini telah terbukti mempunyai kemampuan sebagai fitoremediator termasuk menyerap logam berat (*Lu et al., 2004*). Kombinasi antara pemilihan batang (ruas) terbaik untuk stek, penambahan kompos dan ketersediaan air di dalam media tumbuh akan menghasilkan pertumbuhan tanaman gelagah yang optimal sehingga penyerapan (penjerapan) logam dari media tanam ke dalam organ tanaman menjadi maksimal.

Polusi logam berat di dalam tanah maupun perairan merupakan masalah yang serius bagi lingkungan dan berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan pertanian. Berbagai jenis tanaman mempunyai kemampuan mendetoksifikasi logam berat sehingga mampu tumbuh pada lahan dengan cekaman logam berat. Berbagai jenis tanaman telah diteliti karena potensinya untuk fitoremediasi logam berat. Famili Brassicaceae, bunga matahari, dan jenis rumput-rumputan merupakan contoh jenis-jenis tanaman yang berpotensi untuk fitoremediasi logam berat (*Shao et al., 2010*). Logam berat dapat diakumulasikan di dalam organ-organ tanaman antara lain akar, batang, daun, bunga, buah dan biji. Tergantung jenis logamnya, akumulasi dapat terjadi di dalam dinding sel (seperti untuk Cd), vakuola (untuk Zn), kloroplas (untuk Ni), dan lain-lain (*Shao et al., 2010*).

Keuntungan menggunakan tanaman untuk remediasi logam antara lain bahwa logam berat setelah terserap di dalam akar tidak memungkinkan terlepas kembali ke dalam aliran air tanah; bahan kontaminan lain ikut terserap melalui akar; mudah dilakukan ekstraksi tanaman setelah pemanenan; dan pemilihan jenis tanaman dapat divariasikan. Namun, beberapa hal yang harus diperhatikan adalah bahwa jenis-jenis tanaman yang bersifat hiperakumulator sering tumbuh lambat; fitoremediasi hanya bekerja efektif sebatas kedalaman akar tanaman; dan tanaman yang telah menyerap kontaminan mempunyai resiko masuknya logam berat ke dalam rantai makanan bagi ternak. Oleh karena itu kombinasi antara fitoremediasi dengan teknologi konvensional sangat diperlukan.

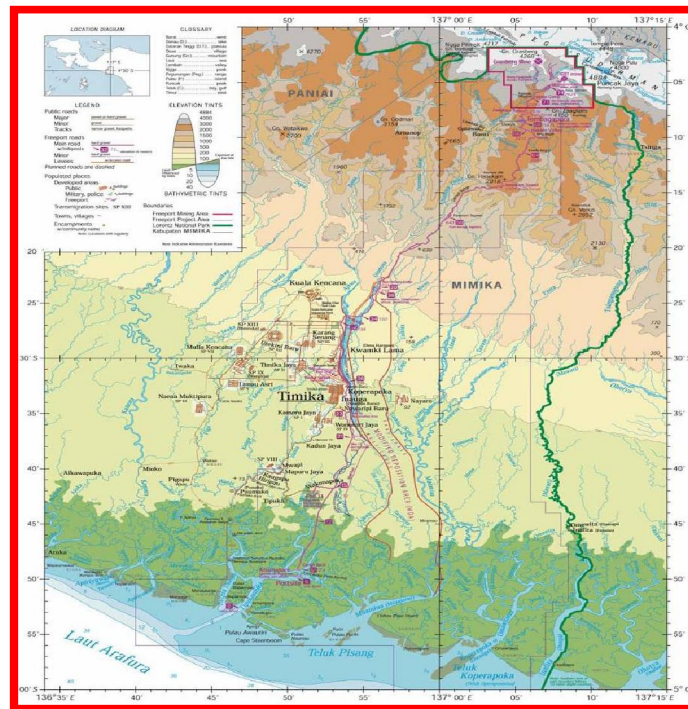
Salah satu residu logam berat yang terdapat di dalam tanah, sedimen atau air berasal dari pertambangan. Pertambangan merupakan salah satu sektor pembangunan yang sangat penting sehingga pengembangannya secara berkelanjutan perlu dilakukan karena berhubungan erat dengan pendapatan nasional dan daerah serta memberikan manfaat bagi masyarakat di sekitar area tambang. PT Freeport Indonesia (PTFI) adalah perusahaan PMA yang bergerak di bidang pertambangan tembaga dan emas dan telah beroperasi sejak tahun 1972 di Kabupaten Mimika, Provinsi Papua. Salah satu limbah dengan jumlah terbesar yang dihasilkan kegiatan operasi PTFI adalah pasir sisa tambang (sirsat/tailings) yaitu sisa dari proses pengolahan bijih berupa batuan halus dan air.

Proses produksi di pabrik pengelolaan bijih PTFI menghasilkan 3% mineral yang mengandung produk yang berupa pasir konsentrat tembaga, emas dan perak. Sisanya, sekitar 97% berakhir sebagai tailing. Butir-butir tailing mengendap di wilayah yang dinamakan Daerah Pengendapan Ajkwa yang dimodifikasi (ModADA) yang mempunyai luas 23.000 ha (PTFI, 2009). Komposisi tailing adalah kuarsit (75%), oksida besi (23%), mica dan feldspar (2%). Kandungan logam yang terdapat pada tailing sampai dengan kedalaman 40 cm adalah Cu (871-1.110 ppm), Fe (36.900-40.600 ppm), Mn (1.090-1.230 ppm), dan Zn (299-325 ppm) (*Unpublished data PTFI*). Konsentrasi Cu pada tailing telah melebihi ambang baku menurut Sediment Chemical Criteria oleh EPA yaitu 390 ppm (*Anonymous, 2011b*). Oleh karena itu diperlukan pengelolaan tailing secara berkesinambungan antara lain dengan fitoremediasi.

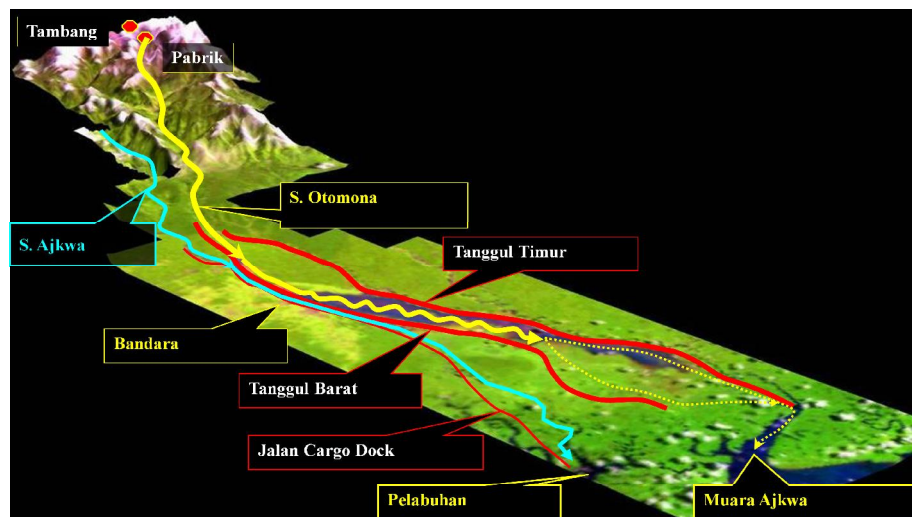
Dari tahun ke tahun PTFI selalu melakukan pengelolaan tailing antara lain pengaturan aliran tailing dari daerah penambangan, pengendapannya di areal ModADA dan upaya reklamasi di daerah pengendapan tailing. Di dalam area Tanggul Ganda terdapat tempat-tempat yang tertutup oleh vegetasi, baik akibat suksesi alami maupun reklamasi, yang diperkirakan luasnya lebih kurang 268 ha. Studi tentang pengelolaan lingkungan berkelanjutan di wilayah pengendapan tailing juga telah dilakukan (*Sumantri et al., 2008*). Di Daerah Pengendapan Ajkwa (DPA) yang dimodifikasi terdapat area tailing tidak aktif dan berumur sekitar 10-20 tahun, dengan luas 1.500 Ha yang saat ini telah berfungsi sebagai

Area Suksesi Alami dan Area Reklamasi. Area Suksesi memiliki kedalaman air tanah dangkal (kurang dari 50 cm) yang hanya ditumbuhi vegetasi alami, terutama *Phragmites karka* (gelagah) sebagai pionir. Sebagai gambaran wilayah konsesi PTFI disajikan pada Gambar 1.1, sedangkan Gambar 1.2 adalah peta pengendalian tailing dari daerah pertambangan ke daerah pengendapan. Dengan kemampuan tumbuh *Phragmites karka* inilah perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi tanaman tersebut dalam fitoremediasi tailing. Jenis lain yaitu *Phragmites australis*, dan *P. communis* juga diketahui merupakan jenis tanaman lahan basah yang potensial dalam fitoremediasi karena mempunyai biomassa akar yang tinggi dan mampu menyerap kontaminan di dalam tanah dan air yang cukup dalam (UNESCO, 2004; Chandra dan Yadav, 2011).

Penanaman gelagah dapat dilakukan melalui biji (generatif) maupun stek batang (vegetatif). Penanaman melalui biji kurang efektif karena keseragaman bibit tidak dapat dipertahankan, oleh karena itu dalam penelitian ini dipilih stek batang sehingga keseragaman pertumbuhan diharapkan dapat dijaga. Untuk mengoptimalkan pertumbuhan gelagah dicobakan 3 bagian batang yang berbeda yaitu bagian bawah, tengah dan atas. Penambahan kompos (berbahan baku eceng gondok) pada media pertumbuhan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Eceng gondok dipilih sebagai bahan baku pembuatan kompos dikarenakan tanaman ini telah terbukti mempunyai kemampuan sebagai fitoremediator termasuk untuk menyerap logam berat (Lu et al., 2004). Kombinasi antara pemilihan batang (ruas) terbaik untuk stek, penambahan kompos dan ketersediaan air di dalam media tumbuh akan menghasilkan pertumbuhan tanaman gelagah yang optimal sehingga penyerapan (penjerapan) logam dari media tanam ke dalam organ tanaman menjadi maksimal.



Gambar 1.1. Wilayah konsesi PT Freeport Indonesia (Sumber: PT FI, 2006)



Gambar 1.2. Pengelolaan tailing di Daerah Pengendapan Ajkwa yang dimodifikasi

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas maka yang menjadi rumusan masalah penelitian ini yaitu seberapa besar kemampuan tanaman gelagah (*Phragmites karka*) sebagai fitoremediator untuk logam berat Cu, Fe, Mn, Zn yang tumbuh

pada media sirsat (pasir sisa tambang/tailing) berdasarkan usia tanamnya dan kondisi lahan (ketersediaan air) tailing kering, basah dan tergenang.

Perumusan masalah penelitian adalah sebagai berikut:

1. Di lapangan belum tersedia data tentang kemampuan tumbuh tanaman gelagah (*Phragmites karka*) pada pasir sisa tambang (tailing) yang diberi perlakuan penambahan tanah maupun bahan organik (kompos), sehingga diperlukan penelitian tentang kemampuan tumbuh tanaman gelagah pada media ini.
2. Di lapangan belum terdapat data mengenai pada bagian mana tanaman gelagah (*Phragmites karka*) yang ditanam pada tailing apakah pada ruas bagian bawah, tengah dan atas dapat tumbuh optimal pada sirsat (tailing) kondisi kering, basah atau tergenang. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk mengetahui apakah bagian ruas yang digunakan berpengaruh terhadap kemampuan tanaman gelagah untuk menyerap logam Cu, Fe, Mn dan Zn karena mempunyai pertumbuhan optimal.
3. Di lapangan belum tersedia data tentang kemampuan tanaman gelagah (*Phragmites karka*) dalam menyerap logam berat Cu, Fe, Mn dan Zn yang ada di dalam sirsat (tailing), sehingga perlu dilakukan penelitian untuk menguji kemampuan tanaman gelagah dalam menyerap logam berat Cu, Fe, Mn dan Zn.
4. Di lapangan belum tersedia data tentang penambahan tanah dan pupuk organik (berbahan baku eceng gondok) pada media tailing terhadap konsentrasi logam berat Cu, Fe, Mn dan Zn yang tersisa setelah ditanami gelagah, sehingga perlu dilakukan analisis logam berat Cu, Fe, Mn dan Zn pada media tanam setelah ditanami gelagah.
5. Di lapangan belum tersedia data tentang konsentrasi logam berat Cu, Fe, Mn dan Zn yang terkandung pada tanaman gelagah setelah ditanam pada media tailing, tailing ditambah dengan tanah atau dengan kompos, sehingga perlu dilakukan analisis logam berat Cu, Fe, Mn dan Zn pada tanaman gelagah setelah ditanam pada berbagai media tanam tersebut. Dengan demikian dapat diketahui seberapa besar kemampuan tanaman gelagah sebagai fitoremediator dalam menyerap logam Cu, Fe, Mn dan Zn.

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan tanaman gelagah (*Phragmites karka*) dapat tumbuh pada media tailing terkontaminasi logam berat Cu, Fe, Mn dan Zn sehingga logam berat yang tersisa setelah pertumbuhannya dapat berkurang karena diserap oleh gelagah. Tanaman gelagah (*Phragmites karka*) yang tumbuh dominan baik pada tailing aktif maupun tidak aktif diduga memiliki kemampuan sebagai tanaman fitoremediasi.

1.3.2. Tujuan Khusus Penelitian

Adapun tujuan khusus penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengukur pertumbuhan tanaman gelagah (*Phragmites karka*) pada tailing tanpa atau dengan penambahan tanah atau kompos.
2. Untuk mengetahui pengaruh ketersediaan air dalam tailing (basah, tergenang dan kering) terhadap pertumbuhan gelagah dalam menyerap logam berat Cu, Fe, Mn dan Zn.
3. Untuk menganalisis kandungan logam berat Cu, Fe, Mn dan Zn pada organ tanaman gelagah (*Phragmites karka*) yang tumbuh pada area pengendapan tailing (kontrol) dan yang tumbuh pada media perlakuan (tailing, tailing ditambah tanah, dan tailing ditambah kompos).
4. Untuk menganalisis kandungan logam berat yang tersisa pada media tanam tailing tanpa atau dengan penambahan tanah atau kompos setelah ditanami gelagah.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai masukan bagi pihak perusahaan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan kebijakan lingkungan sesuai dengan Rencana Penutupan Tambang yaitu “Konsep penutupan ModADA adalah pengembalian ke ekosistem alami dan/atau penyiapan lahan sehingga dapat dipergunakan sebagai lahan pertanian, perkebunan dan kehutanan.

Pada masa penutupan tambang sebagian besar dari wilayah ModADA sudah akan ditutupi dengan berbagai tumbuhan sebagai akibat dari suksesi alami dan penanaman mangrove dan tanaman lain sehingga dapat meningkatkan retensi tailing. Rencana reklamasi untuk ModADA dan Estuari Ajkwa akan dimasukkan ke dalam Rencana Reklamasi Lima Tahun. Rencana tersebut akan dapat mencerminkan secara realistis kondisi aktual pada masa mendekati penutupan tambang. Hasil konsultasi dengan pemerintah dan masyarakat akan digunakan untuk mempertimbangkan apakah pemanfaatan lahan ModADA pasca tambang lebih diarahkan kepada pengembalian menjadi hutan alami atau pemanfaatan lain yang lebih bersifat komersial. (*Anonymous, 2011a*).

Kombinasi antara penggunaan *Phragmites karka* sebagai fitoremediator dengan eceng gondok sebagai bahan organik/pupuk organik diharapkan merupakan salah satu model yang dapat diaplikasikan di lapangan dalam menentukan/memperkirakan pada kondisi tailing dengan ketersediaan air yang berbeda (kering, basah dan tergenang) serta banyaknya eceng gondok yang ditambahkan ke dalam media tanam sehingga logam berat yang terkandung di dalam tailing dapat dijerap oleh gelagah. Manfaat langsung penelitian, diantaranya:

1. Untuk memberikan informasi logam berat Cu, Fe, Mn, dan Zn secara kuantitatif pada akar, batang dan daun tanaman gelagah (*Phragmites karka*) yang ditanam pada di atas tailing,
2. Untuk menambah pemahaman serta referensi bahwa tanaman *Phragmites karka* dapat dipergunakan sebagai fitoremediator dalam pengendalian pencemaran logam berat sehingga dapat diaplikasikan pada wilayah reklamasi tambang lainnya,
3. Untuk memberikan informasi seberapa besar manfaat tanah sebagai suplemen bahan organik dan eceng gondok yang diberikan sebagai pupuk organik dalam peningkatan pertumbuhan dan penyerapan logam berat oleh tanaman gelagah.