

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Fitoremediasi ialah metode teknologi yang memanfaatkan beragam jenis tumbuhan untuk mengurangi, mengekstraksi, menahan, dan menghentikan penyebaran kontaminan dari tanah dan air. Fitoremediasi termasuk teknologi alternatif ataupun pelengkap yang berfungsi sebagai metode tambahan ataupun pengganti bagi teknologi pembersihan konvensional. Teknologi ini mengatasi keterbatasan metode mekanis konvensional, yang umumnya membutuhkan investasi modal yang besar, penggunaan tenaga kerja dalam jumlah besar, serta konsumsi energi yang tinggi (Pandey *et al.*, 2016). Melalui proses fitoremediasi, tanaman hijau secara langsung dimanfaatkan untuk menghilangkan kontaminan dari media seperti air, tanah, ataupun sedimen yang tercemar (Osman *et al.*, 2020). Fitoremediasi memakai tanaman hias menjadi pilihan dibandingkan memakai tanaman pangan.

Tanaman Jengger Ayam (*Celosia plumosa*), yang termasuk dalam keluarga *Amaranthaceae*, dikenal sebagai tanaman bunga potong. Dalam proses fitoremediasi tanah, tanaman *Celosia plumosa* terbukti efektif dalam menurunkan kadar merkuri (Hg) pada tanah, dengan penurunan yang signifikan senilai 81.25% hingga 98.68%. Bahkan, kadar merkuri yang tersisa bisa berada di bawah ambang batas logam berat alami pada tanah. Sebagai tanaman fitoremediasi, *Celosia plumosa* mempunyai keunggulan berupa pertumbuhan yang cepat, ketahanan terhadap hama, penyakit, serta beragam jenis polutan, dan kemampuannya yang tinggi dalam mengakumulasi kontaminan di dalam jaringannya (Juhriah & Alam, 2016).

Aktivitas pertambangan batubara menimbulkan dampak lingkungan jangka panjang yang serius, terutama kontaminasi tanah oleh logam berat. Proses pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) dan tanah pucuk (*top soil*) mengakibatkan perubahan karakteristik tanah dan munculnya kontaminan berbahaya seperti merkuri (Hg), nikel (Ni), tembaga (Cu), seng (Zn), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), dan timbal (Pb). Merkuri merupakan kontaminan yang paling berbahaya karena dapat masuk ke dalam tanaman melalui difusi aktif atau *transporter non-spesifik* pada konsentrasi tinggi. Logam ini mempengaruhi aktivitas enzim tanaman dengan mengubah struktur protein atau menggantikan komponen penting enzim, menyebabkan defisiensi nutrisi pada tanaman (Tropik & Hidayat, 2015).

Hasil analisis awal menunjukkan kadar merkuri dalam tanah bekas tambang batubara di sekitar PT Gea Lestari mencapai 0,631 mg/kg, melebihi

baku mutu yang ditetapkan Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 sebesar 0.3 mg/kg. Kondisi serupa ditemukan di berbagai lokasi tambang Indonesia, seperti di Kota Palu, Sulawesi Tengah, dengan kadar merkuri mencapai 0.057-8.19 mg/kg (Borolla *et al.*, 2019). Tingginya kontaminasi merkuri di tanah bekas tambang batubara memerlukan teknologi remediasi yang efektif dan ramah lingkungan. Fitoremediasi menggunakan *Celosia plumosa* menjadi alternatif yang menjanjikan karena kemampuan tanaman ini dalam mengakumulasi logam berat merkuri, sehingga dapat mengurangi kontaminasi tanah secara alami dan berkelanjutan.

Tingginya kontaminasi merkuri di tanah bekas tambang batubara memerlukan fitoremediasi menggunakan *Celosia plumosa* yang memiliki kemampuan mengakumulasi logam berat merkuri. Untuk meningkatkan efektivitas fitoremediasi, diperlukan model matematis untuk memprediksi proses penyerapan merkuri. Analisis regresi dapat menunjukkan hubungan matematis antara variabel dalam proses fitoremediasi. Penelitian (Unisah & Akbari, 2020) menggunakan pemodelan regresi pada fitoremediasi *Azolla microphylla* menunjukkan waktu tinggal berpengaruh terhadap penurunan kontaminan, sehingga metode ini dapat diadaptasi untuk memprediksi penyerapan merkuri dengan tanaman *Celosia plumosa*.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilaksanakan pengujian terkait kemampuan dan menentukan waktu optimum tanaman *Celosia plumosa* dalam menyerap logam berat merkuri.

## **1.2. Identifikasi Rumusan Masalah**

Tingginya kadar logam berat merkuri pada tanah lahan bekas tambang Batubara kawasan PT Gea Lestari, Mestong, Kab. Muaro Jambi sehingga perlu dilaksanakannya penurunan logam berat merkuri dengan memakai teknik fitoremediasi dengan tanaman *Celosia plumosa*. Dengan rumusan masalah pada kajian ini, seperti :

1. Bagaimana penurunan konsentrasi logam berat merkuri pada tiap variasi waktu fitoremediasi?
2. Bagaimana efektivitas penggunaan tanaman *Celosia plumosa* dalam menurunkan konsentrasi logam berat merkuri dalam tanah bekas lahan tambang batubara di PT Gea Lestari?
3. Berapa waktu Optimum penyerapan logam berat merkuri pada tanah mengalami peningkatan tertinggi?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Dari hasil uraian rumusan masalah, kajian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk :

1. Menganalisis penurunan konsentrasi logam berat merkuri pada tiap variasi waktu fitoremediasi.
2. Menentukan efektivitas penggunaan tanaman *Celosia plumosa* dalam menurunkan konsentrasi logam berat merkuri dalam tanah bekas lahan tambang batubara di PT Gea Lestari.
3. Menentukan waktu Optimum penyerapan logam berat merkuri pada tanah.

### **1.4. Hipotesis**

Hipotesis pada kajian ini yakni, seperti berikut :

1.  $H_0$  = Tidak Ada pengaruh fitoremediasi terhadap penurunan logam berat merkuri pada pada tanah bekas tambang batubara dengan memakai tanaman *Celosia plumosa*.
2.  $H_1$  = Adanya pengaruh fitoremediasi terhadap penurunan logam berat merkuri pada pada tanah bekas tambang batubara dengan memakai tanaman *Celosia plumosa*.

### **1.5. Batasan Masalah**

Untuk memperjelas fokus pada kajian ini, diperlukan adanya pembatasan masalah. Pembatasan masalah tersebut ialah seperti berikut:

1. Penelitian dilaksanakan di PT Gea Lestari Muaro Jambi dengan pengambilan sampel dari satu lahan bekas tambang batubara di area PT Gea Lestari Muaro Jambi.
2. Parameter yang akan diturunkan ialah konsentrasi logam berat pada tanah bekas tambang batubara.
3. Fitoremediasi akan di uji cobakan pada konsentrasi logam berat merkuri memakai tanaman *Celosia plumosa*.
4. Variasi waktu fitoremediasi pada kajian ini mencakup 7 hari masa aklimatisasi serta analisis pada hari ke-7, ke-14, ke-21, ke-28 ke-35 dan ke-42 hari setelah masa aklimatisasi.
5. Destruksi basah menggunakan ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma- Optical Emission Spectrometry*) untuk menghitung kandungan logam berat merkuri.
6. Metode yang digunakan untuk analisis efektifitas dan optimasi adalah *curve fitting* dan Uji ANOVA (*Analysis of Variance*).

### **1.6. Manfaat Penelitian**

Kajian ini menghasilkan temuan yang bisa dimanfaatkan oleh beragam instansi terkait. Manfaat dari kajian ini antara lain ialah seperti berikut:

1. Bagi penulis, kajian ini memberikan pengalaman berharga bagi penulis dalam menerapkan ilmu yang telah diperoleh pada bangku kuliah serta mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam terkait permasalahan lingkungan.
2. Bagi program studi Teknik Lingkungan, temuan dari kajian ini bisa dimanfaatkan sebagai sumber referensi ataupun bahan pustaka yang berguna dalam proses pembelajaran serta untuk mendukung penelitian lanjutan yang dilaksanakan oleh para mahasiswa di masa mendatang.
3. Untuk Universitas Jambi, hasil kajian ini bisa dijadikan referensi ataupun bahan pustaka dalam kegiatan perkuliahan maupun penulisan ilmiah yang berkaitan dengan pengolahan tanah tercemar oleh logam berat pada lahan bekas tambang batubara.
4. Untuk Perusahaan, menjadi masukan serta menjadi bahan pertimbangan untuk mengolah lahan bekas tambang batubara.