

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan logam berat di lingkungan, seperti Kadmium (Cd), Merkuri (Hg), dan Timbal (Pb), unsur yang keberadaannya di lingkungan yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan keseimbangan ekosistem. Salah satu sumber utama pencemaran adalah aktivitas pertambangan, yang menyebabkan akumulasi logam berat dalam tanah, mengurangi kesuburan, serta mengganggu keseimbangan ekologi. Kadmium ditemukan di kawasan pertambangan batubara, memiliki sifat toksik dan dapat masuk ke rantai makanan melalui tanaman (Genchi *et al.*, 2020; Kumar & Sharma, 2019).

Kadmium adalah logam berat beracun yang umum ditemukan di lingkungan, terutama di kawasan pertambangan. Dalam pertambangan batubara, Kadmium dapat mencemari tanah melalui limbah seperti tailing dan limbah cair. Paparan tanah terhadap beban limbah yang berlebihan dapat menyebabkan degradasi kualitas tanah (Oktavian *et al.*, 2024). Jika tidak dikelola dengan baik, kandungan Kadmium yang tinggi dapat merusak struktur tanah, mengganggu ekosistem mikroba, serta mencemari rantai makanan. Paparan kadmium secara terus menerus, bahkan dalam konsentrasi rendah, dapat menimbulkan gangguan fungsi organ vital seperti ginjal dan hati (Idris, 2023).

Menurut standar baku mutu US *Environmental Protection Agency* (EPA) pada tahun 2002 untuk konsentrasi logam berat Kadmium dalam tanah diatur agar tidak melebihi batas maksimum sebesar 0,48 mg/kg. Keberadaan Kadmium dalam tanah pada tingkat yang melebihi batas tersebut dapat menimbulkan risiko serius, seperti mengganggu kesehatan tanaman, mengurangi kesuburan tanah, dan berpotensi memasuki rantai makanan manusia melalui tanaman yang terkontaminasi. Kontaminasi tanah dapat merusak lingkungan akibat dari kegiatan penambangan yang menghasilkan lahan bekas tambang dengan kualitas tanah yang menurun, kesuburan rendah, tingkat keasaman yang tinggi, peningkatan kadar logam berat, dan rendahnya kandungan bahan organik (Sarie, 2019).

Pertambangan batubara PT. Gea Lestari merupakan salah satu pertambangan batubara yang saat ini masih aktif beroperasi yang berpotensi menyebabkan adanya penumpukan Kadmium di dalam tanah akibat penggunaan bahan kimia berbahaya, limbah pertambangan, dan proses pengolahan batubara. Berdasarkan dari hasil uji pendahuluan menunjukan

bahwa kadar logam berat Kadmium di tanah yang terkontaminasi di area lahan bekas tambang PT. Gea Lestari yaitu sebesar 1,187 mg/kg yang bisa diamati pada **lampiran 1**. Hal ini jauh melebihi batas baku mutu US EPA tahun 2002 yaitu 0,48 mg/kg. Untuk mengatasi pencemaran tanah oleh logam berat Kadmium pada area bekas penambangan batubara di PT. Gea Lestari, pemanfaatan tanaman *Calotropis gigantea* sebagai alat remediasi yang merupakan salah satu pilihan yang tepat karena kemampuannya mengakumulasi logam berat Kadmium.

Remediasi tanah merupakan suatu proses yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan pencemaran yang berlangsung di dalam tanah, termasuk pencemaran oleh logam berat seperti Kadmium. Satu diantara cara yang bisa diterapkan untuk memulihkan tanah yang terkontaminasi logam berat dengan metode fitoremediasi. Cara tersebut menggunakan tanaman untuk menurunkan atau membersihkan konsentrasi logam berat di dalam tanah. Cara membersihkan tanah dengan tanaman ini lebih baik daripada cara lain seperti membakar atau mencuci tanah dengan bahan kimia, karena lebih ramah lingkungan dan hemat biaya (Nur, 2013).

Pemanfaatan *Calotropis gigantea* sebagai fitoremediator efektif dalam mengurangi kontaminasi Kadmium di lahan bekas tambang batubara. Tanaman ini mampu mengakumulasi Kadmium melalui akar serta beradaptasi di lingkungan ekstrem. Studi Hapsari dan Lestari (2017), sebelumnya menunjukkan bahwa *Calotropis gigantea* dapat menyerap Kadmium hingga 1,26 ppm di akar dan 1,01 ppm di tajuk, menjadikannya strategi remediasi yang ramah lingkungan.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis meneliti seberapa efektivitas remediasi tanah menggunakan tanaman *Calotropis gigantea* di area bekas penambangan batubara PT. Gea Lestari yang dapat mengatasi pencemaran logam berat Kadmium dan memulihkan kualitas lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah pencemaran Kadmium pada lahan bekas tambang PT. Gea Lestari, Jambi, membutuhkan solusi yang efektif dan ramah lingkungan. Fitoremediasi dengan menggunakan tanaman *Calotropis gigantea* dapat menjadi solusi atas permasalahan tersebut. Masalah yang akan dibahas lebih lanjut dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa konsentrasi logam berat Kadmium (Cd) pada tanah area bekas penambangan batubara PT. Gea Lestari sebelum dan setelah dilakukan

fitoremediasi menggunakan tanaman *Calotropis gigantea* dengan variasi waktu 14 hari, 21 hari, 28 hari, dan 35 hari?

2. Berapa efektivitas remediasi tanah menggunakan tanaman *Calotropis gigantea* dalam menurunkan konsentrasi logam berat Kadmium (Cd) di area bekas penambangan batubara PT. Gea Lestari?

1.3 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan permasalahan yang telah dipaparkan, studi ini bertujuan untuk :

1. Menentukan konsentrasi logam berat Kadmium pada tanah area bekas penambangan batubara PT. Gea Lestari, sebelum dan setelah dilakukan fitoremediasi menggunakan tanaman *Calotropis gigantea* dengan variasi waktu 14 hari, 21 hari, 28 hari, dan 35 hari.
2. Menentukan efektivitas remediasi tanah menggunakan tanaman *Calotropis gigantea* dalam menurunkan konsentrasi logam berat Kadmium di area bekas penambangan batubara PT. Gea Lestari.

1.4 Hipotesis

Dugaan pada studi ini mencakup:

1. H₀ : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara perlakuan dan waktu tanam terhadap penurunan kadar logam berat Kadmium (Cd) pada tanah bekas tambang batubara dengan menggunakan tanaman *Calotropis gigantea*.
2. H₁ : Terdapat pengaruh yang signifikan antara perlakuan dan waktu tanam terhadap penurunan kadar logam berat Kadmium (Cd) pada tanah bekas tambang batubara dengan menggunakan tanaman *Calotropis gigantea*.

1.5 Batasan Masalah

Demi kejelasan dan kedalaman analisis, penelitian ini dibatasi pada permasalahan berikut:

1. Lokasi penelitian dilakukan di lahan penambangan batubara PT. Gea Lestari.
2. Penelitian akan mengevaluasi efektivitas remediasi tanah menggunakan tanaman *Calotropis gigantea* sebagai metode fitoremediasi untuk mengatasi pencemaran logam berat Kadmium dan memulihkan kualitas lingkungan di area tersebut.
3. Spesimen tanaman yang diteliti diperoleh dari pusat penjualan tanaman.

4. variasi waktu fitoremediasi meliputi 7 hari masa aklimatisasi, diikuti dengan waktu analisis pada variasi durasi 14 hari, 21 hari, 28 hari, dan 35 hari setelah masa aklimatisasi.
5. Penelitian ini menerapkan pendekatan eksperimental dengan alat SSA.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis, penelitian ini memberikan kesempatan untuk memperdalam wawasan dan keterampilan dalam menganalisa serta mengelola masalah pencemaran tanah, dan memberikan kesempatan kepada peneliti lain untuk melaksanakan studi di waktu mendatang.
2. Bagi program studi, penelitian ini dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan di bidang pencemaran tanah dan remediasi lingkungan, serta menjadi acuan bagi mahasiswa dan peneliti lainnya.
3. Bagi perusahaan, temuan studi ini bisa menjadi landasan untuk merancang praktik ramah lingkungan dalam operasional perusahaan, khususnya yang terkait dengan pengelolaan tanah dan pengurangan dampak pencemaran.