

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Isu mengenai logam berat beserta dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia telah menjadi fokus utama dalam bidang ilmu lingkungan dan kesehatan. Pada lingkungan, logam berat dapat menumpuk dan mengalami bioakumulasi melalui rantai makanan, yang menyebabkan organisme pada tingkat trofik lebih tinggi mengakumulasi jumlah logam berat lebih banyak dibanding organisme pada tingkat trofik lebih rendah. Timbal merupakan salah satu logam berat yang bersifat toksik dan banyak ditemukan di lingkungan. Penelitian Siaka dkk., (2019) menunjukkan kandungan Pb total pada tanah pertanian organik di Bedugul, Bali berkisar antara 277,787–897,375 mg/kg, sedangkan penelitian Fauzi dkk., (2021) menunjukkan kandungan Pb pada tanah di sekitar kawasan daur ulang aki bekas di Kabupaten Tangerang, Banten berkisar antara 16,56–279,42 mg/kg. Dampak paparan timbal terhadap manusia sangat luas dan dapat memengaruhi berbagai organ, dengan sistem saraf sebagai target utama yang paling rentan (Wani dkk., 2015) terutama pada bayi, anak-anak, orang dewasa, serta wanita hamil (Putra dkk., 2023). Oleh karena itu diperlukan adanya upaya untuk menurunkan kadar logam berat dalam tanah.

Salah satu upaya untuk menurunkan logam pada tanah yang relatif ekonomis adalah fitoremediasi, yaitu metode yang digunakan untuk menyisihkan atau menurunkan logam berat dari tanah menggunakan tanaman. Metode ini dapat dilakukan secara *in situ*, yaitu remediasi langsung di lokasi pencemaran tanpa memindahkan media yang tercemar, sehingga lebih hemat biaya dan minim gangguan lingkungan. Teknologi ini bekerja melalui berbagai mekanisme seperti fitoekstraksi, fitostabilisasi, rizofiltrasi, fitodegradasi, dan fitovolatilisasi, tergantung pada jenis kontaminan dan karakteristik tanaman yang digunakan (Handayanto, MSc. dkk., 2017). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan tanaman hiperakumulator dalam fitoremediasi, salah satunya *Jatropha curcas* L. yang mampu menyerap dan mengimobilisasi logam berat seperti timbal (Pb), tembaga (Cu), kromium (Cr), seng (Zn), dan kadmium (Cd) pada media tanah tercemar

(Febrianti dkk., 2023; Singh dkk., 2022; Surahmaida & Mangkoedihardjo, 2017; Yakub dkk., 2024).

Tanaman *Jatropha curcas* L. dapat dibudidayakan di wilayah tropis dan subtropis di seluruh dunia, serta telah tumbuh secara alami di beberapa daerah. Tanaman ini mampu bertahan hidup dan tumbuh pada lahan marginal, tererosi, dan unsur hara yang terbatas. Karakteristik *Jatropha curcas* L. yang memiliki sistem perakaran yang dalam dan kuat memudahkan penyerapan logam berat dari dalam tanah (Pamba dkk., 2024). Penelitian lain menunjukkan bahwa *Jatropha curcas* L. efektif dalam menurunkan konsentrasi logam berat di tanah. Penelitian terdahulu membuktikan bahwa tanaman ini mampu mengurangi kadar timbal (Pb) dalam tanah dari 25,89 mg/kg menjadi 14,40 mg/kg (Febrianti dkk., 2023). Penelitian oleh Yakub dkk., (2024), membuktikan bahwa kadar Pb menurun hingga 68-90% di tanah setelah penanaman tanaman *Jatropha curcas* L. dengan akumulasi tertinggi ada pada akar dan batang tanaman.

Efektivitas fitoremediasi tidak hanya ditentukan oleh jenis tanaman, tetapi juga oleh tingkat akumulasi logam berat dalam tanah, sehingga diperlukan tambahan bahan penunjang untuk meningkatkan efektivitas proses fitoremediasi. Salah satu bahan penunjang yang dapat digunakan adalah *biochar*. Aplikasi *biochar* terbukti mampu menurunkan bioavailabilitas logam berat dalam tanah, yang menunjukkan adanya mekanisme imobilisasi logam melalui adsorpsi (Maceiras dkk., 2024). Setiap jenis *biochar* memiliki karakteristik yang berbeda-beda, yang dipengaruhi oleh jenis bahan baku biomassa yang digunakan. Perbedaan bahan baku tersebut memengaruhi efektivitas *biochar* dalam mengadsorpsi logam berat dalam tanah. Pemilihan jenis *biochar* berdasarkan pada ketersediaan bahan baku secara lokal, sehingga lebih ekonomis dan mudah diperoleh serta mendukung pemanfaatan limbah biomassa secara berkelanjutan (Lehmann & Joseph, 2015). Penelitian pada Hidayat dkk, (2021), Penggunaan *biochar* sekam padi dapat menurunkan Pb sebesar 43,9% serta meningkatkan produktivitas tanaman pada tanah tercemar. Selain itu, penelitian oleh Liu dkk, (2018), menunjukkan *biochar* tempurung kelapa, efektif sebagai amandemen tanah untuk fitoremediasi logam berat dengan meningkatkan adsorpsi logam dan memperbaiki sifat tanah. Tidak hanya itu, penelitian oleh Fellet dkk, (2011) dengan menggunakan *biochar* dari biomassa

tanaman menunjukkan terjadinya penurunan besar bioavailabilitas Cd, Pb, dan Zn pada tanah terkontaminasi.

Meskipun berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan keberhasilan penggunaan beberapa jenis *biochar* dalam meningkatkan efektivitas proses fitoremediasi, penelitian yang secara langsung membandingkan berbagai jenis *biochar* dalam mendukung efektivitas proses fitoremediasi terhadap logam Pb menggunakan tanaman *Jatropha curcas* L. belum banyak dilakukan. Pemilihan tanaman *Jatropha curcas* L. didasarkan pada sejumlah keunggulan dibandingkan tanaman hiperakumulator lainnya. Sebagian besar tanaman hiperakumulator tersebut tergolong tanaman pangan atau berkerabat dekat dengan tanaman pangan, sehingga pemanfaatannya pada lahan tercemar logam berat berisiko menimbulkan kontaminasi rantai makanan apabila terjadi kontak atau penyalahgunaan hasil panen. Sebaliknya, *Jatropha curcas* L. merupakan tanaman non-pangan yang bijinya dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel, sehingga penggunaannya pada lahan terkontaminasi logam berat relatif lebih aman ditinjau dari aspek keamanan pangan, sekaligus tetap memberikan nilai ekonomis (Yamada dkk., 2018). Setiap jenis *biochar* memiliki karakteristik yang berbeda bergantung pada bahan baku yang digunakan, sehingga berpotensi memberikan efektivitas yang berbeda juga dalam proses imobilisasi maupun penyerapan logam berat di dalam tanah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan efektivitas berbagai jenis *biochar* (tempurung kelapa, sekam padi, dan daun ranting) dalam mendukung proses fitoremediasi menggunakan tanaman *Jatropha curcas* L., dan menganalisis perubahan morfologi tanaman, serta mengevaluasi kinerja komparatif pada setiap variasi perlakuan.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1 Maksud Penelitian

Penelitian ini dilakukan guna mengetahui perbandingan antar variasi *biochar* dalam proses fitoremediasi terhadap penyisihan Pb dengan menggunakan tanaman *Jatropha curcas* L.

1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kondisi lingkungan tanah dan perubahan morfologi tanaman *Jatropha curcas* L. pada setiap variasi perlakuan.
2. Menganalisis perubahan konsentrasi Pb pada tanah yang dicampurkan variasi *biochar* serta bioakumulasi pada tanaman dengan nilai TF dan BAF.
3. Menganalisis perubahan konsentrasi Pb dan efisiensi penyisihan Pb pada tanah dengan variasi campuran *biochar* saja.
4. Menganalisis kinerja komparatif pada setiap variasi perlakuan.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah:

1. Menjadi dasar pengembangan teknologi fitoremediasi dengan *biochar* yang berkelanjutan dan ekonomis untuk perbaikan tanah terkontaminasi.
2. Menjadi bahan pertimbangan dalam upaya rehabilitasi tanah terkontaminasi logam agar lebih aman dan ramah lingkungan.
3. Mendukung pengelolaan lingkungan terkontaminasi yang berkelanjutan serta dapat dijadikan referensi untuk penelitian lanjutan.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di *Green House* yang berada di depan Reservoir Departemen Teknik Lingkungan Universitas Andalas dan preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Air dan Laboratorium Penelitian, Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Andalas pada bulan Oktober 2025 hingga Maret 2026.
2. Menggunakan satu spesies tanaman yaitu jarak pagar (*Jatropha curcas* L.).
3. Media yang digunakan adalah tanah yang diberi kontaminan Pb berupa $Pb(NO_3)_2$ dengan konsentrasi 280 mg/kg.
4. Penelitian menggunakan tiga variasi *biochar*, yaitu tempurung kelapa, sekam padi, dan daun ranting yang berukuran 100 mesh (0,149 mm) dengan massa masing-masing 2% dari tanah dalam *polybag*.

5. Penelitian dilakukan menggunakan dengan variasi, tanaman ditambahkan tanah terkontaminasi Pb, tanaman ditambahkan 3 jenis *biochar* pada media tanam terpisah masing-masing *biochar*-nya yaitu tempurung kelapa, sekam padi, dan daun ranting yang dicampur pada tanah terkontaminasi Pb, serta variasi dengan 3 jenis *biochar* pada media tanam terpisah masing-masing *biochar*-nya yang dicampur pada tanah terkontaminasi Pb, masing-masing variasi memiliki 2 replikasi
6. Pengamatan dilakukan dalam rentang waktu 50 hari, yaitu hari ke-1 hari ke-6, hari ke-12, hari ke-25, dan hari ke-50.
7. Konsentrasi Pb pada tanah dan tanaman diukur dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).
8. Parameter morfologi yang diukur, yaitu tinggi batang pada tanaman.
9. Parameter lingkungan tanah yang diukur adalah pH, temperatur tanah, dan kelembapan tanah.
10. Data hasil pengukuran dianalisis secara statistik menggunakan ANOVA dan uji DMRT apabila diperlukan, untuk mengetahui perbedaan signifikan antar perlakuan.

1.5 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, maksud dan tujuan, manfaat penelitian, ruang lingkup dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang pencemaran tanah dan logam Pb, termasuk sumber, serta cara penanganannya. Selain itu dijelaskan fitoremediasi dengan tanaman *Jatropha curcas* L. dan penambahan *biochar* sebagai upaya memperbaiki tanah terkontaminasi Pb.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan alat dan bahan penelitian, metode analisis laboratorium, serta lokasi dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil pengukuran dan analisis data penelitian disertai pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan.

