

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran tanah menjadi masalah lingkungan dengan dampak buruk terhadap ekosistem, kesehatan manusia, dan produktivitas pertanian (Amoateng & Arhin, 2025). Salah satu indikator pencemar tanah yang menjadi masalah dunia sampai saat ini yaitu, kontaminasi logam berat (Adnan dkk., 2022). Logam berat yang sering dijumpai di dalam tanah meliputi Pb, Cd, Hg, As, Cr, Ni, Cu, Zn, Mn, Co, Mo, dan Se. Keberadaan logam-logam tersebut dapat bersumber dari proses alami maupun dari kegiatan manusia. Pada kawasan pertanian dan wilayah industri, kandungan logam berat Pb, Cd, Hg, dan As di tanah umumnya lebih tinggi, yang berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan dan risiko terhadap kesehatan manusia. Salah satu logam berat yang paling sering ditemukan di tanah yaitu, logam timbal (Pb). Pb memiliki sifat yang sangat berbahaya sebagai pencemar tanah karena, selain berasal dari aktivitas manusia seperti industrialisasi, sebagian besar Pb di tanah berada dalam fraksi yang mudah dipertukarkan (*exchangeable fraction*) yang membuatnya relatif larut dan *bioavailable* (Alloway, 1990). Hasil analisis kandungan Pb dalam tanah di area Tanah Tempot Pemrosesan Akhir (TPA) Gunung Tugel Banyumas, Jawa Tengah menunjukkan bahwa kandungan Pb rentang 218,61 – 453,31 mg/kg (Akbar dkk., 2020). Melihat fakta tersebut, diperlukan upaya penanganan dan pemulihan tanah yang terkontaminasi logam berat terkhususnya logam Pb.

Remediasi adalah cara untuk membersihkan lahan atau media dari pencemar. Remediasi tanah terdiri dari 2 jenis yaitu, *in situ* dan *ex situ*. *In situ* adalah pembersihan tanah dari pencemar langsung dilokasi setempat, sedangkan *ex situ* adalah pembersihan tanah tercemar dengan dibawa ke tempat lain. Pembersihan secara *ex situ* membutuhkan biaya yang tinggi dan pelaksanaan yang rumit. Remediasi relatif mudah dalam pengerjaannya, biaya rendah, ramah terhadap lingkungan, yang banyak digunakan dalam remediasi tanah adalah metode fitoremediasi karena kemampuannya dalam menyerap dan menstabilkan logam berat seperti Pb dari tanah. Fitoremediasi

adalah teknik dalam pembersihan tanah dari media tercemar menggunakan tanaman (Hamzah & Priyadarshini, 2019). Menurut Hamzah & Priyadarshini (2019) tumbuhan bersifat hiperkomulator mampu dalam menurunkan konsentrasi logam berat pada tanah. Tanaman *Helianthus annuus* dilaporkan mampu menurunkan kadar Pb, karena biomassa dan pertumbuhannya yang tinggi (Al-hayah dkk., 2023), sedangkan vetiver (*Vetiveria zizanioides* L.) efektif menyerap dan menstabilkan Pb di tanah karena sistem perakaran yang dalam dan toleransi tinggi terhadap logam (Abdallah dkk., 2019). Selain itu, *Brassica juncea* dikenal sebagai tanaman hiperakumulator yang mampu mengakumulasi Pb dalam jaringan tanaman (Otunola dkk., 2023). Akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) dipilih pada penelitian ini karena memiliki sistem perakaran yang sangat dalam dan luas, dinding sel akar kaya gugus pengikat logam, serta kemampuan menahan akumulasi Pb pada akar tanpa kerusakan sel, sehingga lebih unggul dibanding banyak tanaman lain dalam fitoremediasi tanah tercemar logam berat (Silva dkk., 2025). Kesimpulan hasil dari penelitian oleh Buntu (2020) Tanaman *Vetiveria zizanioides* L. memiliki kemampuan menyisihkan Pb dengan efisiensi penyisihan 55,74% (Buntu, 2020).

Metode fitoremediasi memiliki keterbatasan dalam menyerap logam berat karena dipengaruhi oleh kondisi kimia dan fisika tanah. Pada tanah tercemar, pH rendah dapat meningkatkan kelarutan dan toksisitas logam sehingga menghambat pertumbuhan tanaman dan menurunkan efektivitas fitoremediasi. Oleh karena itu, penambahan *biochar* yang bersifat alkalis disarankan untuk menstabilkan pH tanah, menetralkan keasaman, dan menurunkan toksisitas logam. Dengan pH yang lebih stabil, pertumbuhan tanaman dan proses fitoremediasi menjadi lebih optimal (Ngambia, 2020). *Biochar* memiliki struktur permukaan yang luas dan banyak mengandung pori-pori sehingga mampu mengadsorpsi logam berat di dalam tanah dan membantu menurunkan tingkat pencemaran tanah (Hidayat dkk., 2015). Karakteristik *biochar* dipengaruhi oleh jenis bahan bakunya sehingga setiap jenis *biochar* memiliki perbedaan pH, luas permukaan, dan kapasitas adsorpsi logam. Oleh karena itu, variasi jenis *biochar* perlu dilakukan untuk mengetahui jenis yang paling efektif dalam meningkatkan penyisihan Pb pada tanah tercemar. Pada penelitian ini menggunakan

biochar sekam padi, tempurung kelapa dan *biochar* daun ranting. Pemilihan *biochar* tersebut didasarkan pada karakteristik fisik-kimia, dan efektifitasnya dalam menurunkan konsentrasi logam Pb di tanah (Widayasari dkk., 2021). Selain itu, ketiga bahan tersebut tersebut mudah ditemukan di Indonesia sebagai residu limbah pertanian dan sampah organik yang melimpah, sehingga berpotensi sebagai adsorben yang ekonomis dan berkelanjutan (Sari & Hakim, 2023). Pada penelitian Sasmita dkk. (2021) penambahan *biochar* sekam padi sebanyak 15% yaitu, dengan konsentrasi Pb sebesar 95,97 mg/kg dan efisiensi penyisihan sebesar 51,71% tanpa adanya tanaman hiperakumulator.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa tanaman akar wangi (*Chrysopogon zizanioides* L.) mampu menyisihkan logam Pb dari tanah tercemar melalui mekanisme fitoremediasi. Namun, penelitian tersebut belum mengkaji secara mendalam pengaruh penambahan *biochar* sebagai bahan yang berpotensi meningkatkan kemampuan adsorpsi dan efisiensi penyisihan logam berat. Oleh karena itu, perlu adanya pemahaman mengenai sejauh mana kombinasi antara tanaman akar wangi dan *biochar* dapat memperbaiki efektifitas fitoremediasi tanah tercemar Pb, dan diharapkan lebih efektif dalam menyisihkan Pb dalam tanah.

1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan

1.2.1 Maksud Penulisan

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengkaji perbandingan variasi *biochar* dalam proses fitoremediasi terhadap penyisihan logam timbal (Pb) di tanah oleh tanaman Akar Wangi (*Chrysopogon zizanioides* L.)

1.2.1 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis perubahan kondisi lingkungan (pH, kelembapan dan suhu) tanah dan morfologi tanaman (tinggi tanaman) *Chrysopogon zizanioides* L. pada setiap variasi perlakuan.

2. Menganalisis perubahan konsentrasi logam Pb pada tanah yang dicampurkan *biochar* serta bioakumulasinya dengan nilai *Transfer Factor* (TF) dan *Bioaccumulation Factor* (BAF)
3. Menganalisis perubahan konsentrasi dan efisiensi penyisihan Pb pada tanah dengan variasi campuran *biochar* saja.
4. Analisis kinerja komparatif dari penyisihan Pb pada setiap variasi perlakuan.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian:

1. Menunjukkan efektivitas *biochar* dalam membantu tanaman *Chrysopogon zizanioides* L. dalam menyerap logam Pb dari tanah terkontaminasi logam Pb.
2. Membandingkan beberapa jenis *biochar* untuk mengetahui mana yang paling efektif mengurangi kandungan Pb di tanah terkontaminasi logam Pb.
3. Memberikan cara alternatif yang lebih murah, sederhana, dan ramah lingkungan untuk membersihkan tanah terkontaminasi logam Pb dibandingkan metode lain.
4. Menjadi bahan pertimbangan dalam upaya memperbaiki lahan terkontaminasi logam Pb supaya lebih aman bagi lingkungan sekitar.
5. Mendukung pengelolaan lingkungan terkontaminasi logam Pb yang lebih berkelanjutan dan bisa dijadikan acuan bagi penelitian selanjutnya

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada:

1. Penelitian dimulai dari bulan Oktober 2025 – April 2026 di *Green House* di depan reservoir departemen Teknik lingkungan, Laboratorium Air dan Laboratorium Penelitian Departemen Teknik Lingkungan, Universitas Andalas.
2. Menggunakan satu spesies tanaman yaitu, *Chrysopogon zizanioides* L. dengan parameter morfologi yang diamati yaitu, tinggi batang.
3. Menggunakan tanah yang mengandung larutan Pb artifisial sebesar 200 mg/kg (Buntu, 2020).

4. Penelitian ini menggunakan 3 variasi *biochar*, yaitu tempurung kelapa, sekam padi, dan daun dan ranting dengan massa masing-masing 2% dari tanah dalam *polybag* ukuran 1 kg.
5. Penelitian dilakukan menggunakan 14 *polybag* yang telah ditambahkan Pb artifisial dengan 6 *polybag*-nya ditambahkan variasi *biochar* yang terdiri dari tempurung kelapa, sekam padi, dan daun ranting dan 6 *polybag* tanpa tanaman serta 2 *polybag*-nya tanpa penambahan *biochar* dengan 2 replikasi setiap variasinya;
6. Pengamatan dilakukan dalam rentang 50 hari, pada hari ke-1,6,12, 25 dan 50.
7. Konsentrasi Pb pada tanah dan tanaman diukur dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*).
8. Parameter lingkungan tanah yang diukur adalah pH, kelembapan, suhu dan konsentrasi Timbal (Pb) pada tanah dan tanaman selama periode penelitian.
9. Uji statiska yang digunakan yaitu uji ANOVA dan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) apabila diperlukan, untuk mengetahui perbedaan signifikan antar perlakuan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, maksud dan tujuan, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan pencemaran tanah dan logam Pb, termasuk sumber, dampak, serta cara penanganannya. Selain itu dijelaskan fitoremediasi dengan tanaman *Chrysopogon zizanioides* L. dan dukungan *biochar* sebagai upaya memperbaiki tanah tercemar.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan hasil penelitian dengan pembahasan pengaruh *biochar* terhadap penyisihan Timbal (Pb) dalam tanah dan hiperakumulasi oleh tanaman Akar Wangi (*Chrysopogon zizanioides* L.).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

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

