

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah yang telah tercemar oleh logam berat saat ini menjadi permasalahan serius yang mengancam ekosistem, kesehatan manusia, dan merusak tanah serta memiliki sifat persisten dalam waktu yang panjang. Pencemaran tanah pada umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia seperti industri, dan juga kegiatan pertanian yang salah dalam menggunakan pupuk serta pestisida. Terdapat banyak logam berat yang sangat berbahaya bagi makhluk hidup antara lain timbal (Pb). Logam berat timbal (Pb) merupakan logam berat yang memiliki toksikitas (daya racun) tinggi. Logam berat timbal (Pb) dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf pusat dan saraf tepi seperti tremor, sakit kepala, leher terasa kaku, dan lain-lain (Putri *et al.*, 2019).

Berbagai metode telah dikembangkan untuk menurunkan kandungan logam berat dalam tanah, seperti pencucian tanah, immobilisasi kimia dan ekstraksi elektrokimia. Namun, sebagian besar metode tersebut memerlukan biaya yang tinggi, berpotensi merusak struktur tanah, dan tidak ramah lingkungan. Alternatif yang lebih ramah lingkungan dan ekonomis adalah metode bioremediasi, salah satunya melalui menggunakan makrofauna. Makrofauna yang digunakan seperti cacing tanah dan ulat hongkong.

Cacing tanah bukan merupakan hama bagi tanah, justru sebaliknya, cacing tanah memiliki banyak manfaat ekologis. Cacing tanah berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah melalui aktivitas bioturbasi, serta memperkaya unsur hara melalui feses (kotoran) yang kaya bahan organik. Selain itu, cacing tanah mampu mengakumulasi logam berat dalam tubuhnya, terutama melalui sistem pencernaan dan kulit, sehingga berfungsi sebagai bioindikator sekaligus agen bioremediasi. Cacing tanah memiliki toleransi yang tinggi pada lahan yang terkontaminasi dan diketahui mampu mengakumulasi logam berat dalam jaringannya (Wang *et al.*, 2018). Mekanisme toleransi ini dikarenakan cacing tanah memiliki gen yang menyandingkan protein kaya sistein (*metallothionein*). *Metallothionein* merupakan protein kaya sistein yang digunakan sebagai pengikat logam pada cacing tanah, sehingga logam berat tidak mengganggu proses metabolisme

sel, protein *metallothionein* mampu mengabsorpsi logam berat dan menempatkannya pada bagian tertentu dalam tubuh (Nabila & Budijastuti, 2021)

Di sisi lain, ulat hongkong (*Tenebrio molitor*), meskipun bukan organisme tanah sejati, memiliki potensi bioakumulasi logam berat dari substrat organik tercemar. Penelitian oleh Van Der (2018), menunjukkan bahwa ulat hongkong dapat menyerap logam berat seperti Pb dari media pakan yang terkontaminasi, meskipun belum banyak diterapkan dalam konteks remediasi tanah. Ulat hongkong ini memiliki potensi sehingga dapat digunakan sebagai agen bioindikator atau sebagai bagian dari sistem remediasi tanah tercemar yang mengandung logam berat Pb.

Menurut baku mutu lingkungan berdasarkan (Alloway, 2012) dalam buku “*Heavy Metals in Soils*,” nilai baku mutu Pb di tanah alami umumnya berada di kisaran 50 mg/kg atau 0,05 mg/g, yang menjadi acuan untuk menilai tingkat kontaminasi tanah oleh logam berat timbal (Pb). Tanah yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jabon Sidoarjo, yang diketahui mengandung logam berat timbal sebesar 0,1082 mg/g (Hasil analisis, 2025). Konsentrasi logam berat timbal (Pb) ini sudah di atas ambang batas baku mutu yang menandakan bahwa tanah tersebut telah tercemar logam berat timbal (Pb). Akumulasi kontinyu dari aktivitas pembuangan sampah di TPA berpotensi menyebabkan peningkatan konsentrasi Pb yang signifikan. Oleh karena itu, remediasi sangat penting untuk dilakukan agar konsentrasi Pb tidak bertambah lebih tinggi dan untuk mencegah dampak negatif pada ekosistem makhluk hidup di sekitar tanah TPA.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi dari cacing tanah *Eisenia fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) dalam meremediasi logam berat Pb pada tanah tercemar. Hasil dari penelitian ini diharapkan menjadi dasar dalam pengembangan strategi remediasi tanah yang berkelanjutan dan berbiaya rendah.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh lama waktu kontak terhadap efisiensi removal logam berat pada tanah tercemar logam berat timbal (Pb) menggunakan cacing

tanah *Eisenia fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*).

2. Bagaimana penyerapan logam berat timbal (Pb) berdasarkan bioakumulasi faktor (BAF) menggunakan cacing tanah *Eisenia fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*)?
3. Bagaimana ketahanan cacing tanah *Eisenia fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) dalam meremediasi tanah tercemar logam berat timbal (Pb)?
4. Bagaimana kondisi lingkungan hidup cacing tanah *Eisenia fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) proses remediasi berdasarkan pH, suhu, dan kelembapan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh lama waktu kontak terhadap efisiensi removal logam berat timbal pada tanah menggunakan cacing tanah jenis cacing tanah *Eisenia fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*).
2. Menganalisis penyerapan logam berat Pb berdasarkan bioakumulasi faktor (BAF) menggunakan cacing tanah *Eisenia fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*).
3. Menganalisis ketahanan cacing tanah *Eisenia fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) dalam meremediasi logam berat timbal (Pb).
4. Menganalisis kondisi lingkungan hidup cacing tanah *Eisenia fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) proses remediasi berdasarkan pH, suhu, dan kelembapan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai metode bioremediasi tanah tercemar logam berat timbal (Pb) dengan memanfaatkan cacing tanah *Eisenia Fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*).

2. Menyediakan informasi perbandingan nilai Bioaccumulation Factor (BAF) antar spesies cacing tanah *Eisenia Fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) dalam menyerap logam Pb, yang dapat digunakan dalam pengembangan metode bioremediasi berbasis bioindikator.
3. Memberikan solusi ramah lingkungan dan ekonomis untuk pengurangan kadar logam berat Pb di tanah, khususnya di area TPA yang berpotensi mengalami akumulasi kontaminan logam berat dari limbah domestik.
4. Menjadi referensi awal untuk penerapan skala lapangan penggunaan cacing tanah *Eisenia Fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) dalam upaya pemulihan lahan tercemar.
5. Memberikan informasi mengenai ketahanan dan adaptasi spesies cacing tanah *Eisenia Fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*) terhadap lingkungan tercemar, sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam program pengelolaan limbah dan konservasi tanah.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sampel tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah yang tercemar logam berat timbal (Pb) yang diambil dari TPA Jabon Sidoarjo.
2. Metode penelitian dilakukan dengan pembuatan reactor remediasi tanah secara batch.
3. Bioremediasi dilakukan dengan menggunakan cacing tanah *Eisenia fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*). Cacing tanah dan ulat hongkong tersebut diperoleh dari peternak.
4. Parameter yang diteliti adalah efisiensi removal logam berat timbal (Pb) yang ada pada tanah, serta penyerapan logam berat Pb pada tubuh cacing tanah *Eisenia fetida*, cacing tanah *Metaphire javanica* dan ulat hongkong (*Tenebrio molitor*)