

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan industri di Indonesia sangat pesat, khususnya di kota-kota besar. Peningkatan jumlah industri ini, diikuti dengan bertambahnya jumlah limbah, baik berupa limbah padat, cair maupun gas. Limbah industri tersebut mengandung bahan kimia yang beracun dan berbahaya (B3), salah satunya adalah logam berat.

Logam berat merupakan pencemar lingkungan yang utama dan sebagian besar bersifat toksik, meskipun dalam konsentrasi yang rendah (Nriagu, 1979). Sumber utama pencemaran oleh logam berat disebabkan dari pembakaran bahan bakar fosil, pertambangan dan peleburan bijih logam, limbah domestik, pupuk, pestisida, dan lain-lain. Logam berat yang umum menyebabkan pencemaran adalah Kadmium (Cd), Kromium (Cr), Tembaga (Cu), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Seng (Zn) (Kabata-Pendias dan Pendias, 1989).

Menurut Darmono (1995), logam berat merupakan unsur logam yang mempunyai berat molekul tinggi. Logam berat mempunyai massa jenis lebih besar dari  $5 \text{ gr/cm}^3$  (Fardiaz, 1992). Pada umumnya, logam berat dalam kadar rendah sudah beracun bagi tumbuhan, hewan, dan manusia. Logam berat merupakan komponen alami tanah, sehingga unsur ini tidak dapat didegradasi maupun dihancurkan. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui makanan, air minum, dan udara. Logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar karena sifatnya yang tidak dapat terurai (*non degradable*) dan mudah

diabsorpsi. Beberapa contoh logam berat antara lain Kromium (Cr), Kadmium (Cd), Merkuri (Hg), As, dan Timbal (Pb) (Kabata-Pendias dan Pendias, 1989).

Logam Cd merupakan logam berat yang sangat toksik setelah Hg. Kadmium lebih mudah masuk dan terakumulasi ke dalam rantai makanan karena memiliki mobilitas yang tinggi dalam sistem tanah-tumbuhan (*soil-plant system*) dibandingkan logam berat lain pada umumnya (Alloway dan Ayres, 1997). Logam kadmium bersifat karsinogen. Organ tubuh yang menjadi sasaran keracunan kadmium adalah ginjal dan hati. Toksisitas kadmium ini dipengaruhi karena adanya interaksi antara kadmium dan gugus sulfhidril (-SH) dari protein yang menyebabkan terhambatnya aktivitas enzim (Widowati dkk, 2008).

Kadmium menyebabkan abnormalitas kromosom dan formasi mikronukleus, ketidakaturan struktur nukleus, dan abnormalitas sintesis DNA dan RNA (Kiran dan Sahin, 2006). Selain itu, kadmium juga menyebabkan gangguan potensi genetik hasil pertanian. Berkurangnya produksi biomassa karena keracunan kadmium, berhubungan langsung dengan berkurangnya sintesis klorofil dan fotosintesis. Kiran dan Sahin (2006) juga menambahkan bahwa pengurangan laju fotosintesis untuk setiap tumbuhan berbeda karena perlakuan dengan kadmium. Konsentrasi kadmium yang tinggi pada media tumbuh, dapat menghambat pertumbuhan sayur, dan mengganggu beberapa kerja enzim, serta reaksi foto kimia (Kiran dan Sahin, 2006).

Upaya pemulihan tanah yang tercemar logam berat dapat menggunakan metode fisik atau kimia antara lain dengan pertukaran ion, presipitasi, *reverse osmosis*, evaporasi dan reduksi kimiawi (Mangkoedihardjo, 2010). Namun

penerapan metode tersebut mahal dan dapat merusak lingkungan. Salah satu metode yang aplikatif dan diharapkan mampu menangani masalah pencemaran logam berat pada tanah adalah dengan cara fitoremediasi.

Fitoremediasi merupakan penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar, berupa senyawa organik maupun anorganik (Chaney, 1995). Keunggulan dari fitoremediasi antara lain metodenya sederhana, murah, efisien, dan ramah lingkungan (Schanoor dan Cutcheon, 2003). Secara genetis, kemampuan tumbuhan untuk toleran atau tidak toleran terhadap keracunan unsur logam non-esensial seperti Pb, Cd, Hg, Al, dan unsur lainnya, sangat beragam tergantung spesies tumbuhan tersebut (Salisbury dan Ross, 1995).

Kemampuan tumbuhan untuk toleran atau tidak toleran terhadap logam berat, tergantung pada gugus fungsi dalam jaringan tumbuhan. Menurut Gupta dkk (2004) dan Yang dkk (2005), gugus fungsi dalam jaringan tanaman yang berfungsi sebagai pengikat logam adalah gugus amina (-NH<sub>2</sub>), gugus karboksil (-COOH), dan gugus sulfidril (-SH) yang terdapat dalam protein. Selain itu, dalam jaringan tanaman terdapat dinding sel yang tersusun atas selulosa, lignin, dan gugus hidroksil (-OH), gugus-gugus polar ini diduga dapat bereaksi dengan logam berat (Chaney, 1995).

Tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Calotropis gigantea* Willd, dengan nama umumnya adalah biduri. Tumbuhan ini merupakan semak liar di daerah tropis, termasuk di Indonesia. Biduri banyak tumbuh pada lahan kering, dan pada beberapa daerah dianggap sebagai gulma (Steenis, 1992).

Tumbuhan biduri dipilih sebagai fitoremediator dalam penelitian ini berdasarkan kenyataan bahwa biduri memiliki penyebaran luas dan bukan termasuk tanaman pangan. Selain itu biduri mampu hidup di berbagai habitat, sehingga ada kemungkinan biduri juga mampu bertahan hidup pada daerah yang tercemar kadmium.

### **B. Keaslian Penelitian**

Penelitian yang berkaitan dengan fitoremediasi telah dilakukan oleh Mohamad (2011), dengan judul *Fitoremediasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Tanah dengan Menggunakan Bayam Duri (Amaranthus spinosus L)*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan daya serap tanaman bayam duri sebagai fitoremediasi terhadap logam kadmium (Cd) pada jaringan akar, batang dan daun. Penelitian dilakukan dengan variasi konsentrasi yaitu (25 dan 50 ppm) Cd tanpa EDTA dan (25 dan 50 ppm) Cd dengan EDTA, juga dilakukan dengan variasi waktu kontak 2,4 dan 6 minggu. Konsentrasi logam Cd yang teradsorpsi oleh jaringan tanaman dianalisis dengan menggunakan metoda spektrofotometri serapan atom (SSA) pada panjang gelombang 228,8 nm.

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis anava. Urutan daya adsorpsi tertinggi jaringan tanaman bayam duri pada konsentrasi 25 ppm Cd adalah daun (7,659) > batang (6,419) > akar (5,585) dan pada konsentrasi 50 ppm Cd adalah daun (5,589) > akar (5,228) > batang (4,320). Pada variasi konsentrasi urutan tertinggi Cd (II) teradsorpsi untuk 25, 50 ppm tanpa EDTA dan dengan EDTA pada masing-masing jaringan adalah pada 25 ppm yaitu daun (7.659 <30,533 %),

batang (6,419 <11,694 %), akar (5,585<18,505 %) dan untuk 50 ppm daun (5,589 < 18,471 %), akar (5,228<11,261 %), batang (4,320<9,547 %) . Urutan untuk variasi waktu kontak diperoleh Cd (II) teradsorpsi tertinggi untuk masing-masing jaringan yaitu minggu ke 2 > 4 >6.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Kok (2013) dengan judul *Fitoremediasi Ion Kadmium dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Akumulasinya dalam Biomassa Kultur Tunas Musa paradisiaca*. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati penurunan kadar ion kadmium dari medium dengan menggunakan kultur tunas *Musa paradisiaca* dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan akumulasi ion dalam biomassa *Musa paradisiaca*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kultur tunas *Musa paradisiaca* var. *saba* mampu tumbuh dalam medium yang mengandung ion kadmium hingga konsentrasi 15 ppm dengan indeks pertumbuhan terbesar adalah pada 2 ppm ion kadmium. Kultur tunas ini bisa menghilangkan ion kadmium sebanyak 1,462 ppm dari medium yang mengandung 15 ppm ion tersebut.

Surahmaida dkk (2008), melakukan penelitian dengan judul *Sistem Loop Pemulihan Tanah Tercemar Timbal Menggunakan Proses Bioaugmentasi Kompos dan Fitoremediasi Tanaman Jarak Pagar*. Pada penelitian ini digunakan larutan timbal nitrat dengan konsentrasi Pb bertingkat sampai dengan 70 mg/Kg. Tingkat bioaugmentasi dan fitoremediasi dikaji berdasarkan kemampuan mikroba dan tanaman untuk menurunkan 50% konsentrasi awal timbal dari medium.

Efek toksisitas timbal terhadap mikrobia dan tanaman dikaji berdasarkan eliminasi jumlah mikroba dan berat kering tanaman sebesar 50% dari jumlah

awalnya. Hasil uji definitif menghasilkan fakta kemampuan kompos menurunkan Pb sebesar 55-65% untuk tanah tercemar timbal maksimum 10 mg/Kg dalam waktu 2 minggu, tanpa memberikan efek signifikan terhadap jumlah mikroba. Kemampuan tanaman menurunkan Pb sebesar 85-95% untuk tanah tercemar timbal maksimum 50 mg/Kg dalam waktu 2 minggu, tanpa memberikan efek signifikan terhadap berat kering tanaman. Tingkat fitoremediasi lebih tinggi dibanding tingkat bioaugmentasi, sehingga fitoremediasi tanaman Jarak Pagar merupakan proses pertama untuk menurunkan Pb dari 50 mg/Kg menjadi 10 mg/Kg. Proses berikutnya adalah bioaugmentasi kompos untuk menurunkan Pb menjadi kurang dari 10 mg/Kg (Surahmaida dkk, 2008).

Teknik remediasi tanah tercemar logam berat kadmium menggunakan tanaman biduri (*Calotropis gigantea*, Willd) belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan fitoremediasi tanah tercemar logam berat kadmium (Cd) dengan menggunakan tanaman biduri. Alasan penggunaan tanaman biduri ini adalah persebaran yang luas dari biduri dan biduri mampu hidup di berbagai habitat, sehingga ada kemungkinan biduri dapat bertahan hidup pada lahan yang tercemar kadmium.

### **C. Rumusan Masalah**

Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah tanaman biduri mempunyai potensi dalam meremediasi tanah yang tercemar logam berat kadmium (Cd)?

2. Apakah logam berat kadmium memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman biduri?

#### **D. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui potensi tanaman biduri dalam meremediasi tanah yang tercemar logam berat kadmium.
2. Mengetahui pengaruh logam berat kadmium terhadap pertumbuhan tanaman biduri.

#### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah hasil yang diperoleh dapat memberikan informasi tentang pengolahan alternatif tanah tercemar logam berat kadmium secara fitoremediasi menggunakan tanaman biduri.