

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Unsur tembaga (Cu) ditemukan di alam dalam bentuk logam yang berasal dari beberapa sumber diantaranya dari kegiatan industri, kegiatan rumah tangga, pembakaran serta mobilitas sumber alami. Dampak yang ditimbulkan apabila konsentrasi logam Cu di atas nilai ambang batas konsentrasi yang dapat ditoleransi sebesar 0,0008 ppm yaitu akan mempengaruhi organisme yang berada pada lingkungan tersebut. Pada tubuh manusia logam Cu dapat menjadi racun apabila terakumulasi di dalam jaringan dengan konsentrasi di atas 1,3 ppm (Rosihan dan Husaini, 2017). Gejala yang ditimbulkan akibat keracunan tembaga yaitu: masalah pada saluran pencernaan seperti muntah, lambung dengan sensasi seperti terbakar, dan diare. Gejala lebih lanjut yang ditimbulkan yaitu nekrosis pada hati, tekanan darah rendah (hipotensi), dan koma (Supriharyono, 2000). Apabila konsentrasi Cu pada perairan berada pada nilai 2,5 – 3,0 ppm dapat menyebabkan kematian pada ikan dan menjadi toksik bagi semua tanaman apabila konsentrasi Cu melebihi 0,1 ppm (Bryan and Lockwood, 1976).

Pencemaran Cu dilaporkan telah terjadi di Kota Yogyakarta, dimana pencemaran Cu berasal dari pembuangan limbah industri perak Kota Gedhe Yogyakarta. Limbah industri ini kebanyakan dibuang disekitar tempat bekerja atau dibuang langsung ke selokan menuju sungai besar. Hal ini berdampak pada kesehatan masyarakat yang tinggal di lingkungan sekitar industri dimana beberapa masyarakat dan tenaga kerja sekitar mengalami keluhan sakit kepala dan anemia. Setelah dilakukan penelitian terhadap kandungan logam berat pada limbah industri, hasil menunjukkan bahwa limbah tersebut mengandung Cu dengan konsentrasi sebesar 84,9350 ppm dan konsentrasi tersebut melebihi baku mutu Peraturan gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2010.

Alifiani Azzahra, 2021

*PEMODELAN SISTEM DINAMIS PENYISIHAN LOGAM CU PADA PROSES FITOREMEDIASI
MENGUNAKAN SOFTWARE POWERSIM*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Bagi tanaman, logam Cu menjadi salah satu unsur hara mikro esensial yang diserap melalui akar dalam bentuk ion Cu^{2+} . Unsur Cu dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman, proses redoks, pembentukan enzim, pembentukan klorofil dan memberi ketahanan tanaman terhadap penyakit. Namun unsur Cu dalam jumlah berlebih menjadi toksik bagi tanaman karena bersifat karsinogenik. Pengaruh yang disebabkan karena sifat toksik logam Cu akan terlihat bila terakumulasi dalam jaringan organisme pada konsentrasi Cu di atas toleransi (Palar, 2004). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Alloway (1995) kandungan Cu normal yang terdapat pada jaringan tanaman yaitu sekitar 5-20 ppm. Konsentrasi maksimum pencemaran logam Cu pada sayuran segar yaitu 2 ppm seperti yang telah diatur oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan (POM) RI. Apabila konsentrasi Cu mencapai lebih dari 10 ppm dapat menyebabkan keracunan pada tanaman.

Pemulihan lingkungan akibat pencemaran logam berat membutuhkan metode pemulihan yang tepat agar lingkungan yang tercemar dapat kembali ke kondisi yang aman dan dapat digunakan untuk berbagai aktivitas. Terdapat tiga metode yang digunakan dalam menghitung tingkat kontaminasi logam yaitu: metode kimia, metode fisika dan fitoremediasi.

Fitoremediasi merupakan suatu metode untuk menurunkan konsentrasi logam berat dari lingkungan yang tercemar dengan menggunakan tanaman. Terdapat empat strategi bagi tanaman dalam mengakumulasi logam berat: fitoekstraksi, fitovolatilasi, fitostabilisasi dan rizofiltrasi. Dari keempat jenis fitoremediasi tersebut, fitoekstraksi merupakan metode yang paling dikenal yang dapat digunakan untuk menyisihkan logam berat dari lingkungan. Di dalam proses fitoremediasi, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan penyerapan logam berat dari lingkungan oleh tanaman. Kemampuan tanaman dalam menyisihkan logam berat dipengaruhi oleh bioavailabilitas logam di tanah dan tanaman. Faktor yang mempengaruhi bioavailabilitas logam yaitu pH dan

Alifiani Azzahra, 2021

**PEMODELAN SISTEM DINAMIS PENYISIHAN LOGAM CU PADA PROSES FITOREMEDIASI
MENGUNAKAN SOFTWARE POWERSIM**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

kandungan bahan organik tanah, tekstur tanah, serta interaksi antara elemen target. Penyerapan logam oleh tanaman dapat dipengaruhi oleh faktor penting seperti konsentrasi logam dalam tanah, pH tanah, kapasitas tukar kation, kandungan bahan organik, jenis dan varietas tanaman, serta umur tanaman. Namun, faktor terpenting yang mempengaruhi penyisihan logam oleh tanaman adalah konsentrasi logam berat di dalam tanah (Adriano, 2013). Seluruh rangkaian faktor-faktor tersebut saling berinteraksi sehingga mempengaruhi keberhasilan suatu proses fitoremediasi (Alloway dan Davies, 1971). Pada skala lapangan, efektivitas fitoremediasi dapat diprediksi menggunakan suatu pemodelan. Pemodelan yang biasa digunakan dalam melihat efektivitas proses fitoremediasi yaitu dengan menggunakan *Phytoremediation Dynamic Model* (PDM) atau model sistem dinamis fitoremediasi.

Pemodelan dapat digunakan dalam mensimulasikan proses yang terjadi dan memprediksi efektivitas serta proses pemulihan lingkungan dari zat pencemar. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mensimulasikannya yaitu dengan pemodelan sistem dinamis fitoremediasi. Penggunaan sistem dinamis digunakan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi dengan menggambarkan hubungan sebab-akibat. Metode ini dapat diterapkan pada proses fitoremediasi logam Cu. Interaksi dan hubungan antar variabel yang terlibat dalam penyisihan logam Cu dapat dianalisis melalui model yang telah disusun. Selain itu pembuatan model dilakukan untuk mengetahui tingkat efektivitas suatu proses fitoremediasi.

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas maka perlu dilakukan penyusunan model penyisihan logam Cu pada proses fitoremediasi dengan menganalisis variabel apa saja yang berpengaruh pada proses penyisihan logam Cu dalam proses fitoremediasi serta menganalisis hubungan variabel-variabel yang berpengaruh pada penyisihan logam Cu. Pada penelitian ini, strategi peningkatan efisiensi fitoremediasi dilakukan dengan mencari nilai biomassa yang optimal menggunakan pemodelan sistem dinamis pada software

Alifiani Azzahra, 2021

**PEMODELAN SISTEM DINAMIS PENYISIHAN LOGAM CU PADA PROSES FITOREMEDIASI
MENGUNAKAN SOFTWARE POWERSIM**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

powersim. Hal tersebut merupakan suatu kebaruan dari penelitian lainnya yang serupa.

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang diatas bahwa pemodelan dinamis dapat digunakan untuk mensimulasikan proses dan memprediksi strategi dalam meningkatkan efektivitas remediasi lingkungan akibat pencemaran Cu, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

Bagaimana model penyisihan logam Cu yang dapat mensimulasikan proses remediasi dan memprediksi strategi peningkatan efisiensi remediasi lingkungan?

1.3. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka timbul beberapa pertanyaan untuk membatasi penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana hubungan variabel-variabel pada model sistem dinamik penyisihan logam Cu proses fitoremediasi?
- b. Bagaimana pengaruh biomassa terhadap proses penyerapan logam Cu dan efektivitas fitoremediasi ?
- c. Bagaimana validasi model penyisihan logam Cu pada proses fitoremediasi?
- d. Bagaimana strategi peningkatan efisiensi fitoremediasi logam Cu?

1.4. Batasan Masalah Penelitian

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

- a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kelembaban tanah, pH tanah, konsentrasi Cu pada tanah, faktor bioakumulasi bioakumulasi, faktor translokasi tanaman, spesies tanaman, biomassa tanaman, luas lahan dan waktu kontak dengan logam Cu.

Alifiani Azzahra, 2021

*PEMODELAN SISTEM DINAMIS PENYISIHAN LOGAM CU PADA PROSES FITOREMEDIASI
MENGUNAKAN SOFTWARE POWERSIM*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- b. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah bioakumulasi total, konsentrasi Cu pada daun, efisiensi penyisihan Cu, serta konsentrasi Cu di tanah setelah fitoremediasi.

1.5. Tujuan Penelitian

- a. Menemukan hubungan variabel-variabel pada model sistem dinamik penyisihan logam Cu proses fitoremediasi menggunakan software powersim.
- b. Menentukan pengaruh biomassa terhadap proses penyerapan logam Cu dan efektivitas fitoremediasi menggunakan software powersim.
- c. Menguji validasi model penyisihan logam Cu pada proses fitoremediasi.
- d. Menganalisis strategi peningkatan efisiensi fitoremediasi logam Cu.

1.6. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat berupa dihasilkannya model penyisihan logam Cu pada proses fitoremediasi yang menggambarkan proses fitoremediasi dan membuat skenario strategi peningkatan efektivitas fitoremediasi serta sebagai model dasar yang dapat dikembangkan menjadi model yang lebih kompleks, selain itu juga dapat menjadi bahan kajian untuk pengembangan keilmuan.

1.7. Asumsi

- a. *Phytoremediation Dynamic Model* (PDM) atau model sistem dinamis fitoremediasi dapat digunakan untuk mensimulasikan interaksi yang terjadi antara faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses fitoremediasi dengan menggunakan struktur tanaman klasik untuk mensimulasikan interaksi antara tanaman, tanah, dan polutan.

Alifiani Azzahra, 2021

**PEMODELAN SISTEM DINAMIS PENYISIHAN LOGAM CU PADA PROSES FITOREMEDIASI
MENGUNAKAN SOFTWARE POWERSIM**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- b. PDM (*Phytoremediation Dinamic Model*) telah membuktikan kemampuan dalam meniru respon tanaman dan digunakan sebagai alat dalam menilai kinerja suatu sistem fitoremediasi (Canales dan Paredes, 2013).

1.8. Struktur Organisasi Skripsi

Pada bagian ini berisi tentang sistematika penulisan skripsi yang memberikan gambaran tentang penelitian yang akan dilakukan secara sistematis antara satu bab dengan bab yang lain. Berikut uraian sistematika organisasi skripsi.

Bab pertama memuat tentang pendahuluan yang terdiri atas latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, asumsi, dan struktur organisasi skripsi.

Bab kedua memuat tentang kajian teori yang memuat teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Teori-teori disesuaikan dengan permasalahan yang ada.

Bab ketiga memuat tentang metode yang digunakan di dalam penelitian. Metode penelitian terdiri atas desain penelitian, jenis penelitian, populasi dan sampel, prosedur penelitian, dan validasi data.

Bab keempat memuat tentang temuan dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan. Bagian temuan memaparkan hasil temuan yang telah dianalisis dan diolah yang selanjutnya dihubungkan dengan teori-teori yang ada pada bagian temuan.

Bab kelima berisikan tentang simpulan, implikasi, dan saran yang memaparkan seluruh hasil penelitian yang telah dirangkum dan harus menjawab pertanyaan penelitian serta mengajukan bagian penting dalam penelitian yang dapat dimanfaatkan.

Alifiani Azzahra, 2021

**PEMODELAN SISTEM DINAMIS PENYISIHAN LOGAM CU PADA PROSES FITOREMEDIASI
MENGUNAKAN SOFTWARE POWERSIM**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu