

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Fitoremediasi**

Fitoremediasi merupakan suatu proses menggunakan tanaman hijau meliputi rempah (contohnya, *Thlaspi Caerulescens*, *Brassica Juncea*, *Helianthus annuus*) berkayu (contohnya, *Salix spp*, *Populus spp*), karena mereka mampu untuk menghilangkan, menyerap, atau mengubah berbagai kontaminan yang berbahaya bagi lingkungan seperti logam berat. Terlebih kelebihan fitoremediasi adalah mengurangi risiko kontaminan terdispersi yang menyebabkan pencemaran tiada habisnya (Mudhoo et al., 2010).

Fitoremediasi mempunyai kekurangan dalam hal proses yang berlangsung lama, beberapa spesies tanaman tidak dapat di tanam di area yang sangat berpolusi. Tetapi kelebihan adalah fitoremediasi tidak mengganggu ekosistem malah dapat memberikan nilai lebih terhadap lahan melalui estetika, kemudian metode ini membutuhkan sedikit tenaga kerja serta harganya murah dan fitoremediasi dilakukan secara *in situ*. Banyak negara yang sudah mencoba metode ini dengan teknik yang berbeda-beda (Antonio et al., 2017).

Tumbuhan mempunyai potensi untuk mengurangi kadar logam pada polutan melalui kemampuannya yaitu fitoekstraksi, fitostabilisasi, rizofiltrasi, dll (ITRC, 2009). Kolonjono (*Brachiaria mutica*) merupakan salah satu tumbuhan yang mempunyai kelebihan hidup didalam kondisi yang terkontaminasi terutama zat logam dan dapat menyerapnya (Zahid et al., 2018; Muhammad et al., 2018). Selain tumbuhan yang berperan dalam mengurangi kadar logam dalam air yang terkontaminasi, bakteri juga berpengaruh dalam mendegradasi logam (Khadeeja et al., 2018) Kontaminan yang bisa ditreatment selain logam adalah amonia yang merupakan salah satu polutan yang sering dijumpai dan juga berbahaya bagi seluruh elemen. Sumbernya pun beraneka ragam, seperti industri, rumah sakit, domestik, dll (Lin et al., 2009; Endar, 2016). Selain itu TSS (Total Suspended Solid) sebagai salah satu polutan yang beerkontribusi menurunkan kualitas air dapat diatasi dengan *fitotreatment*. (Tati, dkk., 2017; Rahan, dkk., 2017; Bilotta et al., 2008).

Mekanisme tanaman dalam menyerap limbah khususnya dengan metode *floating treatment wetland* terbagi menjadi dua, yaitu fitoekstraksi dan fitostabilisasi.

### **2.1.1 Fitoekstraksi**

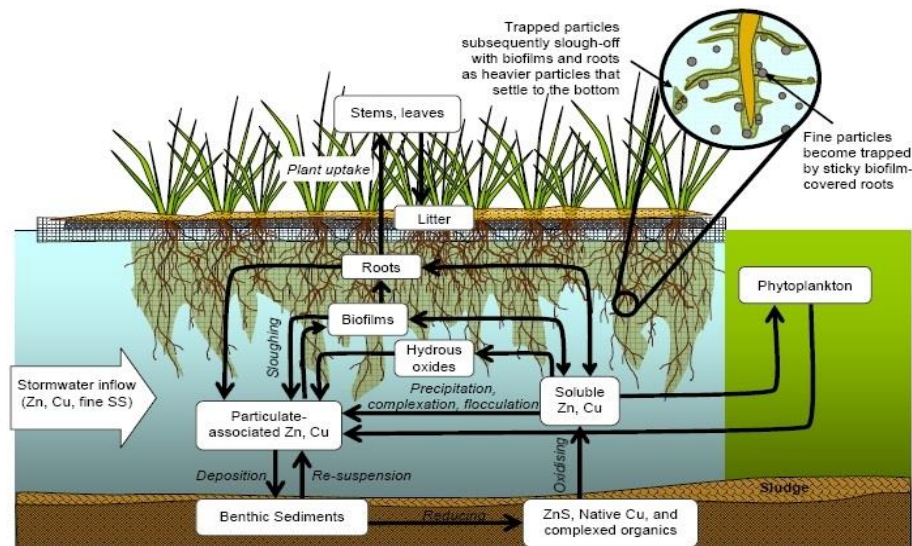
Fitoekstraksi merupakan teknik digunakan secara *in situ* untuk treatment tanah yang telah terkontaminasi (Barcelo et al., 2003). Kontaminan di absorpsi oleh akar, di transport dan terakumulasi di tunas dan daun (ITRC,2009).

### **2.1.2 Fitostabilisasi**

Polutan yang tidak bergerak di absorpsi akar atau presipitasi di lapisan rizosfer. Proses fitostabilisasi ini mengurangi mobilitas dari kontaminan, mencegah kontaminan masuk kedalam air tanah dan mengurangi ketersediaan hayati dalam rantai makanan (Barcelo et al.,2003). Fitostabilisasi sangat berguna untuk treatment logam berat seperti Pb, As,Cd,Cr,Cu,dan Zn (Zhao et al.,2016; Yang et al.,2016).

### **2.1.3 *Floating Wetland***

*Floating Wetland* merupakan vegetasi yang ditanamkan pada infrastruktur yang terapung, mengapung di perairan bagian permukaan. Bagian atas ditumbuhkan vegetasi sedangkan akar membentang pada bagian bawah infrastruktur dengan demikian tanaman tumbuh secara hidroponik. Akar yang membentang dibawah infrastruktur menyerap nutrient untuk pertumbuhan tanaman (Headley et al,2012).



**Gambar 2.1** *Floating Treatment Wetland*

(Sumber: *Canadianpond*)

Sebuah penelitian terdahulu yang dilakukan selama 2 tahun dimana terdapat 2 kolam retensi yang digunakan untuk menampung air badai hujan dan salah satunya menerapkan konsep floating wetland berisi tumbuhan yang telah dikembangkan. Setelah diteliti total Tembaga (TCu) dan total zinc (TZn) dari air hujan telah turun sebanyak 36% dan 57% pada kolam FTW, sedangkan pada kolam kontrol hanya turun 15% dan 41% (Borne et al.,2013)

Salah satu kelebihan yang dimiliki dari metode floating wetland ini adalah tidak terpengaruh pada fluktuasi air dan tidak membutuhkan banyak lahan karena dapat diaplikasikan langsung pada badan air. Selain itu *floating wetland* juga memberikan manfaat lain yaitu memberikan habitat baru bagi hewan, dan menambah estetika lingkungan. Ketika *floating wetland* dibangun di daerah pesisir maka dapat mereduksi ombak, mencegah erosi, dan sebagai habitat satwa liar (David et al,2012 ; Kamble et al,2012, Huang et al,2013)

## 2.2 Logam Berat

Logam berat ialah unsur logam dengan berat molekul tinggi. Dalam kadar rendah logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan,

termasuk manusia. Termasuk logam berat yang sering mencemari habitat ialah Hg, Cr, Cd, As, dan Pb (American Geological Institute, 1976)

Logam berat itu dibagi ke dalam dua jenis, yaitu :

1. Logam berat esensial : logam dalam jumlah tertentu yang sangat dibutuhkan oleh organisme. Dalam jumlah yang berlebihan, logam tersebut bisa menimbulkan efek toksik. contohnya adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dll.
2. Logam berat tidak esensial : logam yang keberadaannya masih belum diketahui manfaatnya bahkan bersifat toksik, seperti Hg, Cd, Pb, Cr, dll

Logam berat adalah salah satu kontaminan di lingkungan. Selain aktivitas alam, hampir semua aktivitas manusia juga berpotensi memberi kontribusi untuk menghasilkan logam berat sebagai dampak samping. Migrasi kontaminan ini ke daerah yang tidak terkontaminasi sebagai debu atau lindi melalui tanah dan penyebaran endapan yang mengandung lumpur adalah beberapa contoh kejadian yang berkontribusi terhadap kontaminasi ekosistem (Gaur et al., 2004).

Kehadiran Logam berat dalam lingkungan menjadi salah masalah yang cukup serius, mengingat debit mereka yang semakin meningkat, sifat toksik logam berat, serta masuknya logam berat ke badan air yang dapat mempengaruhi kualitas air (Bashyal et al., 2010). Menurut Darmono (1995), faktor yang menyebabkan logam berat termasuk dalam kelompok zat pencemar adalah karena adanya sifat-sifat logam berat yang tidak dapat terurai (*non degradable*) dan mudah diabsorpsi.

Organisme pertama yang terpengaruh akibat penambahan polutan logam berat ke tanah atau habitat lainnya adalah organisme dan tanaman yang tumbuh ditanah atau habitat tersebut. Dalam ekosistem alam terdapat interaksi antar organisme baik interaksi positif maupun negatif yang menggambarkan bentuk transfer energi antar populasi dalam komunitas tersebut. Dengan demikian pengaruh logam berat tersebut pada akhirnya akan sampai pada hierarki rantai makanan tertinggi yaitu manusia. Logam-logam berat diketahui dapat mengumpul didalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh untuk jangka waktu lama sebagai racun yang terakumulasi (Saeni, 1997).

Logam dan kontaminan lain mempunyai dampak berbahaya bagi manusia, hewan, dan lingkungan. Efek yang ditimbulkan pun bisa secara akut atau kronis (Flora *et al.*, 2008).

### **2.2.1 Timbal (Pb)**

Timbal merupakan salah satu dari logam berat yang banyak digunakan pada dunia perindustrian. Contohnya dalam industri pembuatan baterai, cat, produk-produk logam, dll. Logam berat Pb sangat berbahaya bagi lingkungan karena meskipun konsentrasinya sedikit, Timbal (Pb) sudah bersifat toksik (Kushwaha *et al.*, 2018). Pengaruh Timbal pada jangka pendek menyebabkan berbagai macam penyakit seperti sakit kepala, mual, kejang perut, dll. Sedangkan efek jangka panjangnya dapat menyebabkan gangguan sistem saraf pusat, pencernaan, ginjal, darah, dan jantung (Palar, 1994)

### **2.2.2 Tembaga (Cu)**

Tembaga merupakan unsur esensial bagi organisme karena merupakan bagian penyusun dari enzim-enzim katalis pada reaksi oksidasi-reduksi dalam jalur metabolisme (Klepper, 1991). Unsur Tembaga di alam dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral (Palar, 1994). Logam ini banyak digunakan pada pabrik yang memproduksi alat-alat listrik, gelas dan zat warna yang biasanya bercampur dengan logam lain seperti alloy dengan perak, kadmium, timah putih, dan seng (Merian, 1994).

Meskipun dibutuhkan oleh makhluk hidup, ketika jumlahnya melebihi ambang batas gejala yang timbul pada manusia yang keracunan Cu akut: mual, muntah, sakit perut, hemolisis, nefrosis, kejang, dan akhirnya mati. Pada keracunan kronis, Cu tertimbun dalam hati dan menyebabkan hemolisis. Hemolisis terjadi karena tertimbunnya H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dalam sel darah merah sehingga terjadi oksidasi dari lapisan sel yang mengakibatkan sel menjadi pecah. Defisiensi suhu dapat menyebabkan anemia dan pertumbuhan terhambat (Darmono, 2005).

### 2.2.3 Besi (Fe)

Besi merupakan salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, terutama pada lapisan-lapisan geologis dan badan air. Besi (Fe) dibutuhkan tubuh dalam pembentukan hemoglobin dan juga diperlukan oleh mikroorganisme lainnya. Dosis Fe yang besar ketika dikonsumsi dapat membuat kerusakan di dalam tubuh seperti merukan dinding usus. Selain itu konsentrasi Fe yang berlebih juga dapat membuat iritasi pada mata dan kulit. (Slamet,2004)

### 2.3 Total Suspended Solid (TSS)

TSS (Total Suspended Solid) sebagai salah satu polutan yang berkontribusi menurunkan kualitas air, berkurangnya SDA ikan dan menurunkan estetika air (Bilotta et al.,2008). TSS yang tinggi menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam air, sehingga akan mengganggu proses fotosintesis, menyebabkan turunnya oksigen terlarut yang dilepas ke dalam air oleh tanaman. Turunnya oksigen terlarut dalam air yang mengganggu ekosistem akuatik. Selain itu apabila jumlah materi tersuspensi ini mengendap, akan terjadi pembentukan lumpur yang menyebabkan pendangkalan (Soemirat 2004).

### 2.4 Amonia

Amonia merupakan salah satu polutan yang sering dibuang ke aliran air, yang biasanya bersumber dari industri, pertanian, atau pun domestik. Biasanya, industri pengolahan makanan, pengolahan karet, tekstik, manufaktur kulit, pabrik pupuk,dll menghasilkan tingkat amonia yang tinggi (Atkins et al.,1973;Lin et al.,2009). Efeknya terhadap lingkungan jika amonia tidak diolah dahulu adalah manusia akan memakan ikan atau tumbuhan yang terkontaminasi amonia.

### 2.5 Rumput Kolonjono (*Brachiaria mutica*)

*Brachiaria mutica* dikenal dengan nama Kolonjono atau sebutan untuk diluar negeri mempunyai nama *Para Grass* merupakan tanaman monokotil yang mempunyai batang bisa mencapai 5m dan biasanya diperbanyak dengan cara vegetatif (Amna et al.,2015).

Tanaman ini mampu mentoleransi banjir jangka pendek, kekeringan, tanah laterit dan tanah salin. Hal lain yang dimiliki oleh tumbuhan ini adalah mampu untuk mengendalikan erosi tanah (Saurav dkk.,2011). Tetapi masih sedikit penelitian yang meneliti tentang kemampuan tanaman ini.

Penelitian tentang tanaman ini yang terbaru menjelaskan bahwa *brachia mutica* dapat menyerap Pb. Konsentrasi Pb yang tinggi ditemukan pada tunas dan akar, tetapi konsentrasi Pb yang lebih besar ditemukan pada akar (Muhammad et al., 2018). Penelitian lain yang berkaitan dengan tanaman Kolonjono bisa dilihat pada tabel 2.1.



**Gambar 2.2** Tanaman Kolonjono

**Tabel 2.1** Penelitian Tanaman Kolonjono

No	Metode	Air Limbah	Kontaminan	Removal	Referensi
1	<i>Constructed Wetland</i>	Air Limbah Kota	Nitrogen	20%	Mei-Li et al, 2014
2	<i>Vertical Flow Constructed Wetlands</i>	Air Limbah industri tekstil	BOD,TDS,Nitrogen, Posfor,Cr,Fe,Ni,Cd	32%-97%	Zahid et al, 2018
3	<i>Floating Treatment Wetlands</i>	Air limbah terkontaminasi oli	BOD,COD,Oil	5% - 99%	Khadeeja et al,2018
4	Hydroponics	Larutan Pb	Pb	Kandungan Pb dalam batang dan akar 1,29 g/kg dan 8,88 g/kg	Muhammad et al,2018