

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air Limbah**

Air Limbah (*wastewater*) adalah kotoran dari masyarakat, rumah tangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum (Sugiharto, 1987).

Kualitas air limbah pada dasarnya mengandung banyak partikel yang tersuspensi maupun terlarut dalam air yang secara alami dapat mengganggu penggunaan air untuk kebutuhan hidup. Parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas air, seperti parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika adalah parameter kualitas air yang dapat diamati secara langsung oleh kasat mata, seperti kekeruhan air, warna air, tingkat kebauan air, dan temperatur. Parameter kimia seperti alkalinitas, keasaman, kesadahan, amonia, fosfor, dan nitrogen. Sedangkan parameter biologi pada air limbah dilakukan dengan cara mengamati populasi organisme mikro seperti tumbuhan perintis, bakteri, protozoa dan ganggang hijau (Ayuwanjani, 2008).

#### **2.2 Besi (Fe)**

Besi merupakan unsur dengan nomor atom 26 yang termasuk golongan VIII-B pada sistem periodik. Besi memiliki titik lebur 1535°C titik didih 2750°C (Arsyad, 2000). Besi merupakan logam yang amat penting pada bidang teknik dan konstruksi. Besi adalah logam yang berwarna putih perak, kokoh dan memiliki tekstur liat. Sulit ditemui sifat besi yang murni, besi cenderung mengandung karbida, silisida, dan sulfida serta sedikit grafit. Zat-zat pencemar ini memiliki peranan penting pada kekuatan struktur besi. Asam klorida encer atau pekat dan asam sulfat encer dapat melarutkan besi (Vogel, 1990).

Besi apabila dalam jumlah yang sedikit akan diperlukan untuk membentuk sel darah merah. Namun, jika terlalu tinggi memiliki dampak buruk bagi kesehatan

manusia, terutama pada anak-anak. Kelebihan jumlah besi dapat menyebabkan kondisi fisik yang kurang baik dan cenderung berbahaya karena dapat menyebabkan kerusakan organ hati, jantung, dan organ dalam lainnya. Bahkan pada kasus yang serius, besi dapat menyebabkan kematian (Linder, 1992).

### **2.3 Timbal (Pb)**

Logam ini termasuk dalam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia. Timbal memiliki nomor atom 82 yang merupakan suatu logam berat berwarna abu-abu kebiruan dan teksturnya yang lunak dengan titik leleh 327°C dan titik didih 1620°C. Logam Pb memiliki tekstur yang sangat rapuh pada saat proses pendinginan, sulit larut dalam air, dapat larut pada asam nitrit, asam asetat, dan asam sulfat pekat (Palar, 2004).

Penambahan kandungan timbal (Pb) dalam bahan bakar banyak dilakukan pada industri. Hasil dari proses pembakaran timbal pada bahan bakar kendaraan bermotor menghasilkan emisi. Logam berat timbal yang bercampur dengan bahan bakar itu akan bercampur dengan oli dan melalui proses pada mesin maka timbal akan keluar dari knalpot bersamaan dengan gas buang lainnya (Sudarmaji dkk., 2006).

Pengaruh Pb pada kesehatan manusia pada jangka pendek dapat menyebabkan berbagai macam penyakit seperti sakit kepala, mual, kejang perut, dan lain-lain. Sedangkan efek jangka panjangnya dapat menyebabkan gangguan sistem saraf pusat, pencernaan, ginjal, darah, dan jantung (Palar, 1994).

### **2.4 Total Suspended Solid (TSS)**

*Total Suspended Solid* (TSS) adalah padatan tersuspensi di dalam air yang berupa partikel-partikel organik dan inorganic yang dapat disaring melalui kertas milipore yang memiliki pori-pori berukuran 0,45 µm. Partikel yang tersuspensi memiliki dampak yang buruk terhadap kualitas air karena dapat mengurangi penetrasi cahaya matahari ke dalam badan air. Keekeruhan air dapat meningkat yang menyebabkan gangguan pada pertumbuhan organisme, *Total Suspended Solid*

(TSS) merupakan partikel tersuspensi dimana *Total Suspended Solid* (TSS) terdiri dari kandungan lumpur dan pasir halus yang terutama disebabkan oleh pengikisan tanah yang terbawa menuju badan air (Barlin, 1995).

*Total Suspended Solid* merupakan padatan yang dapat menyebabkan adanya kekeruhan air, partikelnya tidak terlarut dan tidak mengendap secara langsung. Padatan tersuspensi terdiri atas partikel yang ukurannya lebih kecil dari tanah liat, bahan organik tertentu, sel mikroorganisme, dan lainnya. Air permukaan yang mengandung banyak tanah liat dalam bentuk suspensi hingga berbulan-bulan, kecuali jika keseimbangannya terganggu oleh zat lain akan mengakibatkan terjadinya penggumpalan diikuti dengan pengendapan (Fardiaz, 1992).

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 dalam kadar yang tinggi akan menghalangi proses masuknya cahaya matahari ke dalam air, sehingga akan mengganggu terjadinya proses fotosintesis, menyebabkan turunnya oksigen terlarut ke dalam air oleh tanaman. Turunnya oksigen terlarut di dalam air akan mengganggu ekosistem akuatik. Selain itu apabila jumlah materi tersuspensi mengendap, maka akan terjadi pembentukan lumpur yang menyebabkan proses pendangkalan (Soemirat, 2004).

## **2.5 Rumput Vetiver**

Rumput vetiver termasuk dalam famili *Poaceae* dengan nama Latin *Vetiveria zizanioides* L. Sinonim *Chrysopogon zizanioides* (L.) Nash. Di Indonesia tumbuhan ini dikenal dengan sebutan akar wangi yang biasanya dibudidayakan oleh masyarakat sebagai bahan baku pembuatan minyak atsiri. Ketika vetiver ditanam, rumput vetiver akan membentuk tanaman pagar yang efektif guna memperlambat dan menyebarkan limpasan air, mengurangi erosi tanah, dan mempertahankan kelembaban tanah. Meskipun tanaman pagar lain bisa melakukan hal yang sama, rumput vetiver dapat melakukan lebih baik dibanding sistem lain yang telah diuji coba pada penelitian tertentu (Truong et al., 2011).



**Gambar 2.1** Tanaman Rumput Vetiver

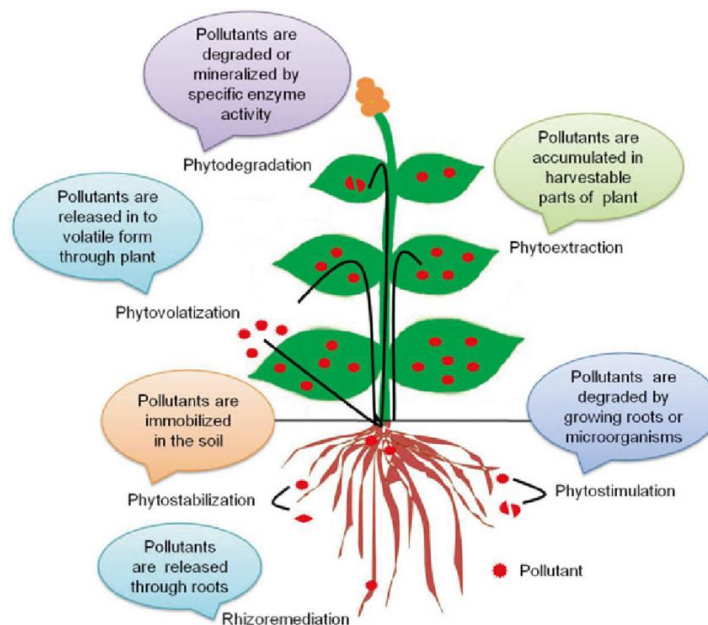
(Sumber : Dokumentasi)

Vetiver termasuk tanaman hiperakumulator karena mampu tumbuh pada tanah maupun perairan yang tercemar logam berat. Tanaman ini memiliki akar yang sangat kuat dan panjang hingga 3 meter, sehingga sering digunakan sebagai tanaman untuk konservasi tanah. Rumput vetiver pertama kali dikenali pada tahun 1995 karena memiliki sifat absorbent yang kuat yang cocok untuk pembuangan air lindi dan limbah yang diperoleh dari *landfill* dan instalasi pengolahan air limbah di Queensland, Australia. Ilmuwan Tiongkok kemudian mengkonfirmasi hal ini pada tahun 1997 dan sejak saat itu telah berhasil digunakan di Australia, Tiongkok, dan Thailand (Truong, 2000).

Rumput vetiver yang memperoleh tekanan pada kondisi tanah atau air tertentu yang mengandung logam berat, rumput vetiver mampu untuk memproduksi senyawa-senyawa metabolik yang lebih banyak seperti katalase, superoksida dismutase, dan peroxidase sebagai enzim antioksidan untuk menangkal radikal bebas berupa *active oxigen species* (AOS), dan asam absisat sebagai senyawa yang mengontrol pembukaan dan penutupan sel stomata pada tumbuhan yang diamati (Pang et.al., 2003).

Vetiver dapat digunakan sebagai tumbuhan untuk proses fitoremediasi. Fitoremediasi dapat diartikan sebagai proses pencucian polutan yang dimediasi oleh tumbuhan, termasuk pohon, rumput-rumputan, dan tumbuhan air. Pencucian bisa berarti penghancuran, inaktivasi atau imobilisasi polutan menjadi bentuk yang tidak berbahaya (Chaney et al., 1995). Ada beberapa strategi fitoremediasi yang

sudah digunakan secara komersial maupun masih dalam tahap riset yaitu strategi yang berlandaskan pada kemampuan mengakumulasi kontaminan (*phytoextraction*) atau pada kemampuan menyerap dan mentranspirasi air dari dalam tanah (*creation of hydraulic barriers*). Kemampuan akar menyerap kontaminan dari air tanah (*rhizofiltration*) dan kemampuan tumbuhan dalam memetabolisme kontaminan di dalam jaringan (*phytotransformation*) juga digunakan dalam strategi fitoremediasi. Fitoremediasi juga berdasarkan pada kemampuan tumbuhan dalam menstimulasi aktivitas biodegradasi oleh mikroba yang berasosiasi dengan akar (*phytostimulation*) dan imobilisasi kontaminan di dalam tanah oleh eksudat dari akar (*phytostabilization*) serta kemampuan tumbuhan dalam menyerap logam dari dalam tanah dalam jumlah besar dan secara ekonomis digunakan untuk meremediasi tanah yang bermasalah (*phytomining*) (Chaney et al. 1995).



**Gambar 2.2** Skema Mekanisme Reduksi Polutan oleh Tumbuhan

(Sumber : Yadav et al., 2015)

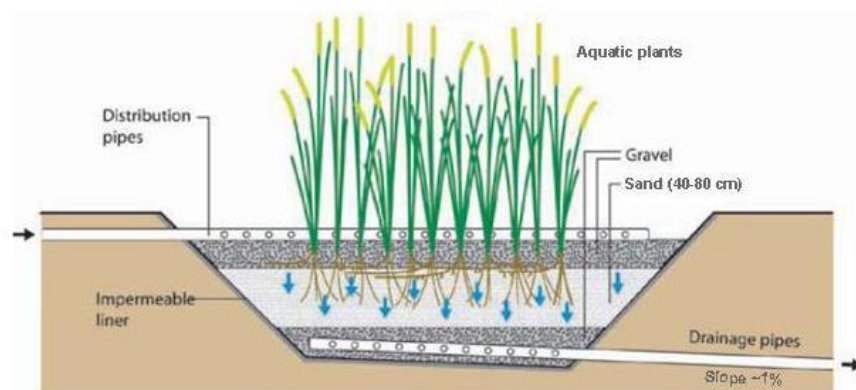
## 2.6 Constructed Wetland

*Constructed wetland* merupakan suatu lahan basah buatan untuk mengolah limbah domestik atau limbah perindustrian, air bekas, dan air hujan serta dapat pula digunakan untuk reklamasi lahan pasca tambang. *Constructed Wetlands* merupakan

suatu rekayasa yang digunakan pada sistem pengolahan limbah yang dirancang dengan melibatkan peran tanaman air, tanah, dan kumpulan mikroba yang akan digunakan (Greg et al., 1998).

*Constructed Wetlands* didesain dengan perlakuan yang terkontrol, misalnya dengan adanya pengaturan *Hydraulic Retention Time* (HRT) dan *Hydraulic Loading Rate* (HLR) (Vymazal, 2010) untuk mempertimbangkan seberapa dimensinya. Pada aspek hidrauliknya dapat dikategorikan menjadi *Constructed Wetlands* dengan permukaan air bebas dan *Constructed Wetlands* aliran di bawah permukaan. Berdasarkan pola aliran, *Constructed Wetlands* dapat diklasifikasikan menurut arah alirannya secara horisontal maupun vertikal (Vymazal, 2010).

*Constructed Wetlands* merupakan rangkaian rumit air limbah, substrat, vegetasi dan susunan mikroorganisme (bakteri). Tumbuhan memainkan peran yang sangat penting karena tumbuhan memberikan permukaan dan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan mikroba dan proses filtrasi. Polutan pencemar dapat dihilangkan pada *wetland* melalui beberapa proses fisika, kimia, dan biologi (UN-HABITAT, 2008).



**Gambar 2.3** *Constructed Wetlands*

(Sumber : Morel and Diener, 2006)

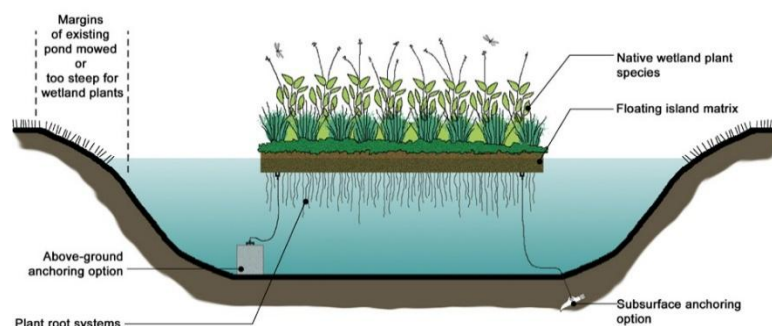
## 2.7 Floating Wetland

Pengolahan yang digunakan pada *Floating Wetland* cenderung berbeda dari pengolahan lahan basah secara konvensional lainnya, dimana mikroba yang digunakan dan tumbuhan yang tumbuh dalam kondisi yang mengambang, akar

tumbuhan memanjang ke dalam air untuk menyerap nutrisi hidroponik. Sebaliknya, akar tanaman pada metode konvensional lainnya tumbuh ke dalam dasar tanah dan tidak bersentuhan langsung dengan air yang tinggi nutrisi. Akar dari tanaman yang mengambang juga menyediakan area untuk mendukung proses pertumbuhan mikroba yang digunakan (Stewart et al., 2008).

*Floating Treatment Wetland* terdiri dari alas terapung yang berpori yang ditanam dengan *Emergent Macrophyte* (tanaman air berakar dengan daun yang muncul ke permukaan). Beberapa penelitian telah mengidentifikasi kemampuan *Floating Treatment Wetland* dalam penyisihan nutrisi serta logam (Stewart et al., 2008; Van De Moortel et al., 2010; Tanner and Headley, 2011).

*Floating Treatment Wetland* mungkin dapat menunjukkan solusi terhadap masalah keterbatasan lahan karena teknik ini tidak mengklaim lahan apapun. Pada *Floating Treatment Wetland*, *Emergent Macrophytes* tumbuh pada alas yang terapung yang diletakkan pada permukaan air. Berlawanan dengan sistem *wetland* konvensional lainnya, *Emergent Macrophytes* tidak berlabuh atau tumbuh pada dasar dari *wetland*, melainkan akarnya menggantung pada kolom air yang mana tanaman akan secara langsung menyerap nutrisi. Keuntungan lainnya dari *Floating Treatment Wetland* adalah kemampuannya untuk beradaptasi dengan fluktuasi ketinggian air, serta nilai estetika (khususnya ketika menggunakan tanaman yang berbunga), ketersediaannya sebagai habitat untuk invertebrata, ikan, dan burung (Keizer-Vlek et al., 2014).



**Gambar 2.4** Ilustrasi *Floating Wetlands*

(Sumber : Texas Community Watershed Partners)