

# FITOREMEDIASI

## UPAYA MENGOLAH AIR LIMBAH DENGAN MEDIA TANAMAN

### I. LATAR BELAKANG

Media Indonesia dalam terbitannya tanggal 2 Desember 2002 memuat tulisan yang berjudul "Kualitas Air di Bali Alami Penurunan" dimana diulas pula keberhasilan Propinsi Bali dalam mengembangkan proses Waste Water Garden (WWG) yang baru pertama kali diterapkan di Indonesia. Konsep pengolahan limbah domestik ini telah diterapkan di Kantor Gubernur Renon Denpasar, Kantor Kecamatan Kuta, Sekolah Sunrise School, dan beberapa hotel serta restoran di Bali.

Setelah kami lakukan kajian lebih dalam baik melalui diskusi maupun melalui kunjungan lapangan pada tanggal 7-8 Februari 2002 yang lalu dan diskusi teknis lebih mendalam dengan pihak Bapedalda Propinsi Bali dan Kabupaten Badung dr. I Gede Ketut Ranayana dan I GDE M. Sudira ,SPd, MM upaya pengolahan limbah domestik yang dilakukan oleh mereka cukup menarik untuk dikaji lebih jauh dan kiranya dapat diterapkan di beberapa lokasi ditempat lain.

Beberapa majalah dan jurnal ilmiah di beberapa negara telah membahas dengan detail bagaimana proses remediasi ini dapat menolong manusia untuk memecahkan problem lingkungannya; smithsonian magazine juli 1997, EPA acitizen's guide to phytoremediation dan beberapa situs terkenal lainnya.

### II. PENGERTIAN

Phyto asal kata Yunani/ greek "phyton" yang berarti tumbuhan/tanaman (plant), Remediation asal kata latin remediare ( to remedy) yaitu memperbaiki/ menyembuhkan atau membersihkan sesuatu.

Jadi Fitoremediasi (Phytoremediation) merupakan suatu sistim dimana tanaman tertentu yang bekerjasama dengan micro-organisme dalam media (tanah, koral dan air) dapat mengubah zat kontaminan (pencemar/pollutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi.

### III. CARA BERLANGSUNGNYA PROSES FITOREMEDIASI.

Proses dalam sistim ini berlangsung secara alami dengan enam tahap proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan/ pencemar yang berada disekitarnya

- a. **Phytoaccumulation (phytoextraction)** yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan. Proses ini disebut juga Hyperaccumulation
- b. **Rhizofiltration** (rhizo= akar) adalah proses adsorpsi atau pengedapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar. Percobaan untuk proses ini dilakukan dengan menanam bunga matahari pada kolam mengandung radio aktif untuk suatu test di Chernobyl, Ukraina.
- c. **Phytostabilization** yaitu penempelan zat-zat contaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap kedalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil ) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.
- d. **Rhizodegradetion** disebut juga *enhenced rhezosphere biodegradation, or plented-assisted bioremediation degradation*, yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas microba yang berada disekitar akar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi dan bacteri.
- e. **Phytodegradation (phyto transformation)** yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun , batang, akar atau diluar sekitar akar dengan bantuan enzym yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzym berupa bahan kimia yang mempercepat proses proses degradasi.
- f. **Phytovolatzation** yaitu proses menarik dan transpirasi zat contaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya di uapkan ke admosfir. Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air 200 sampai dengan 1000 liter perhari untuk setiap batang.

#### **Jenis-jenis tanaman yang sering digunakan di Fitoremediasi adalah:**

Anturium Merah/ Kuning, Alamanda Kuning/ Ungu, Akar Wangi, Bambu Air, Cana Presiden Merah/Kuning/ Putih, Dahlia, Dracenia Merah/ Hijau, Heleconia Kuning/ Merah, Jaka, Keladi Loreng/Sente/ Hitam, Kenyeri Merah/ Putih, Lotus Kuning/ Merah, Onje Merah, Pacing Merah/ Mutih, Padi-padian, Papyrus, Pisang Mas, Ponaderia, Sempol Merah/Putih, Spider Lili, dll.

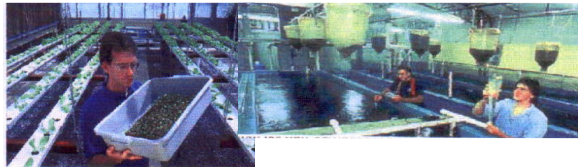
### IV. APLIKASI DI LAPANGAN

Beberapa penerapan lapangan dengan konsepsi phytoremediasi ini yang cukup berhasil diantaranya adalah:

- Menghilangkan logam berat yang mencemari tanah dan air tanah, seperti yang dilakukan di Ne Zealand, lokasi : Opotiki, Bay of Plenty. Membersihkan tanah yang tercemar cadmium (Cd oleh penggunaan pestisida) dengan menanam pohon poplar.



- Membersihkan tanah dan air tanah yang mengandung bahan peledak (TNT, RDX dan amunisi militer) di Tennessee, USA, dengan menggunakan metode wetland yaitu kolam yang diberi media koral yang ditanami tumbuhan air dan kemudian dialirkan air yang tercemar bahan peledak tersebut.. Tumbuhan yang digunakan seperti : Sagopond (*Potamogeton pectinatus*), Water stargas (*Heterothera*), Elodea (*Elodea Canadensis*) dan lain-lain.



- Pengolahan limbah domestik dengan konsep fitoremediasi dengan metoda Wet land, seperti yang diterapkan di beberapa tempat di Bali dengan sebutan wastewater garden (WWG) atau terkenal dengan Taman Bali seperti yang terlihat di Kantor Camat Kuta, Sunrise School, dan Kantor Gubernur Bali. Wetland ini berupa kolam dari pasangan batu kemudian diisi media koral setinggi 80 cm yang ditanami tumbuhan air (Hydrophyte) selanjutnya dialirkan air limbah (grey water dan effluen dari sptictank). Air harus dijaga berada pada ketinggian 70 cm atau 10 cm dibawah permukaan koral agar terhindar dari bau dan lalat/ serangga lainnya.

Untuk menghindari klogging (mampet) pada lapisan koral maka air limbah sebelum masuk unit wetland ini harus dilewatkan unit pengendap partikel discret. Berdasarkan hasil test laboratorium terhadap influen dan effluen diperoleh hasil evaluasi kinerja unit tersebut, dengan efisiensi removal sebagai berikut: BOD 80 s/d 90 % , COD 86 s/d 96 % , TSS 75 s/d 95 % , Total N 50 s/d 70 % , Total P 70 s/d 90 % , Bakteri coliform 99 % . Terdapat 27 spesies tumbuhan yang digunakan untuk taman Bali ini diantaranya Keladi, pisang, Lotus, Cana, Dahlia, Akar wangi, Bambu air, Padi-padian, Papirus, Alamadu dan lainnya tanaman air. Pemeliharaan sistim ini sangat kecil yang umumnya hanya menyangi daun-daun tumbuhan yang layu/ kering dengan demikian maintainance cost sangat rendah.

Menurut penjelasan dari pihak Sunrise School Bali yang telah dua tahun menggunakan sistim ini belum pernah terjadi clogging pada lapisan koral dengan void ratio hanya 40 % untuk ukuran koral hanya 5mm s/d 10mm. Pada dasarnya proses yang terjadi pada wetland ini sangat alami artinya microorganismes dan tanaman membentuk ecosystem sendiri untuk berhadapan dengan jenis polutan yang masuk, jadi tingkat adaptasi/akomodasi terhadap zat dan kadar pencemaran sangat baik, berbeda dengan misalnya fakultatif pond proses akan rusak (invalid) jika ada B 3 yang masuk atau jika beban pencemaran meningkat lebih dari 20 % akan terbentuk algae bloom.

Namun penerapan yang digunakan umumnya terbatas pada skala kecil yaitu untuk perkantoran, sekolah dan komunal skala RW, hal ini terjadi karena luas lahan yang dibutuhkan perkapitanya lebih tinggi dibanding sistim konvensional umumnya. Meskipun dibandingkan dengan sistim stabilization pond kebutuhan lahan jauh lebih luas.

## V. KONSEP PERENCANAAN WET LAND

Beberapa ketentuan yang diperlukan untuk membuat sistim ini yaitu:

- Unit wet land harus didahului dengan bak pengendap untuk menghindari klogging pada media koral oleh partikel-partikel besar.
- Konstruksi berupa bak/ kolam dari pasangan batu kedap air dengan kedalaman  $\pm 1$  m .
- Kolam dilengkapi pipa inlet dan pipa belubang lubang untuk outlet
- Kolam diisi dengan media koral (batu pecah atau kerikil) diameter 5 mm s/d 10 mm. Setinggi / setebal 80 cm
- Ditanami tumbuhan air dicampur beberapa jenis yang berjarak cukup rapat, dengan melubangi lapisan media koral sedalam 40 cm untuk dudukan tumbuhan.
- Dialirkan air limbah setebal 70 cm dengan mengatur level (ketinggian) outlet yang memungkinkan media selalu tergenang air 10 cm dibawah permukaan koral
- Design luas kolam berdasarkan Beban BOD yang masuk per hari dibagi dengan Loading rate pada umumnya. Untuk Amerika utara = 32.10 kg BOD / Ha per hari. Untuk daerah tropis kira-kira = 40 kg BOD / Ha per hari .



Taman BALI ( Buangan Air LIMbah) di Denpasar Bali

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN.

1. Phytoremediasi cukup efektif dan murah untuk menangani pencemaran terhadap lingkungan oleh logam berat dan B 3 sehingga dapat digunakan untuk remediasi TPA dengan menanam tumbuhan pada lapisan penutup terahir TPA dan menggunakan sistim wet land bagi kolam leachit.
2. Sistim pengolahan limbah dengan wetland disarankan hanya untuk skala lingkungan maksimum 2000 orang dan perkantoran atau gedung-gedung sekolah karena kebutuhan lahannya cukup tinggi antara 1.25 m<sup>2</sup>/capita s/d 2.5 m<sup>2</sup>/capita dibanding fakultatif pond hanya 0.2 s/d 0.5 m<sup>2</sup>/capita atau hanya 1/5 dari kebutuhan wetland.
3. Biaya investasi sangat relatif terhadap ketersediaan lahan, dengan demikian untuk skala kecil sangat ekonomis bila lahan dapat disediakan.
4. Biaya O & P sangat rendah karena pemeliharaan hanya sambilan untuk pembersihan daun tumbuhan.
5. Untuk skala rumah tangga sistim ini dapat dianggap pengganti bidang resapan.

6. Paul R Adler, Phytoremediation of Aquaculture Effluents, USDA-ARS, Kearneysville, West Virginia USA, February 22, 2000
7. FJ Sikora, et al, Phytoremediation of Explosives in Groundwater Using Innovative Wetylends Based Treatment Technologies, US Army Environmental Center, Maryland USA
8. Dynamax Inc, Phytoremediation/Bioremediation
9. Todd Zynda, Phytoremediation, Envirottools, 2001
10. Rustam Effendi Harahap, Phytoremediasi, 17 Februari 2003
11. Bapedalda Propinsi Bali, Petunjuk Teknis Pengolahan Limbah Cair Dengan Sistem Wastewater garden (WWG) Desember 2002, Denpasar Bali
12. Planetary Coral Reef Foundation Indonesia, Wastewater Garden, Denpasar Bali
13. Bapedalda Kabupaten Badung, Pembangunan Wastewater Garden (WWG) Taman Bunga Air Limbah (Taman Bali) di Kabupaten Badung, Denpasar, 26 Juli 2002
14. Bapedalda Propinsi Bali dan PT Mitra Lingkungan Duta Consult, Taman Bali, mengolah air limbah menampilkan keindahan, Denpasar Bali

### Contoh Perhitungan

Kantor dengan jumlah pegawai 1000 orang.  
Pemakaian air rata-rata 10 liter / pegawai / hari  
BOD rata-rata = 250 mg / l

1. Beban BOD = 10 l / orang / hari x 1000 orang x 250 mg / l = 2.5 kg / hari
2. Kebutuhan bak pengendap sekaligus bak anaerobik 2500 g : 250 g / m<sup>3</sup> = 10 m<sup>3</sup>, Jika kedalaman kolam 2.5 m maka luas kolam anerobik = 4m<sup>2</sup>
3. **Kebutuhan wetland.** Effisiensi anaerobik untuk Td = (10 M<sup>3</sup> : 10,000 l / hari = ) satu hari atau 60 %. Jadi BOD influen ke wet land = 40 % x 250 mg / l = 100 mg / l. Beban BOD yang masuk = 10000 l / hari x 100 mg / l = 1 kg / hari. Loading rate = 40 kg / Ha / hari . maka luas kolam yang diperlukan = 1 kg /hari : 40 kg / Ha / hari = 250 m<sup>2</sup>
4. kesimpulan dibutuhkan lahan kira-kira 260 m<sup>2</sup>
5. kedalaman kolam wet land = 1 m, tebal media koral 80 cm, kedalaman air 70 cm.

### Daftar Pustaka

1. Media Indonesia, Kualitas Air di Bali Alami Penurunan, 2 Desember 2002
2. US-EPA , A Citizen's Guide to Phytoremediation, August 1998
3. Smithsonian Magazine, Wastewater Problem? Just Plant a Marsh, July 1997
4. Walter H Zachritz, et al, Land Application of Wastewater in Arid Regions, Desert Research Institute, Las Vegas Nevada
5. American Society of Plant Biologist, Phytoremediation of metals, December 30, 2002