

PENINGKATAN KUALITAS SANITASI LINGKUNGAN BERBASIS FITOREMEDIASI

Oleh :

Ali Kusrijadi , Ahmad Mudzakir , Soja Siti Fatima
Jurusan Pendidikan Kimia, FPMIPA UPI

Abstrak

Terciptanya sistem sanitasi baik dan terolah secara fitoremediasi (*Waste Water Garden/ WWG*) telah dilakukan di Kampung Cibaligo, Kelurahan Cipageran Kota Cimahi. Kegiatan ini meliputi perbaikan saluran pembuangan air limbah rumah tangga sepanjang 50 m, lebar 50 cm dan pembuatan WWG dengan ukuran panjang 9 m, lebar 0,5 m dan kedalaman 0,75 m. Data analisis parameter fisik dan kimia air limbah menunjukkan penurunan kadar bau, kekeruhan, TDS, kesadahan dan jumlah bakteri dalam sistem luaran WWG.

Kata Kunci : Fitoremediasi, Waste water garden, sanitasi lingkungan

1. Pendahuluan

Kondisi geografis kampung Cibaligo yang berbukit merupakan daerah resapan air untuk kota Cimahi adalah hal yang mutlak untuk selalu diperhatikan. Kondisi pemukiman kampung Cibaligo pada umumnya belum memperhatikan tata ruang yang baik. Sistem sanitasi dari limbah rumah tangga masih bersifat terbuka dan mengandalkan pada kemampuan penerapan oleh lahan terbuka, hal ini dapat berdampak buruk terhadap mutu kesehatan dan estetika lingkungan dan ketersediaan air resapan yang baik. Berdasarkan kajian terhadap kondisi riil dari daerah sasaran dan spesifikasi teknologi yang akan diterapkan, masalah yang muncul dalam kegiatan ini yaitu :

Bagaimanakah menata lingkungan yang sehat dan asri didasarkan pada penerapan teknologi berbasis fitoremediasi yaitu *Waste Water Garden (WWG)* ?

Untuk memperjelas dalam menjawab permasalahan tersebut diperlukan persepsi yang sama tentang istilah-istilah yang terkandung dalam permasalahan, yaitu :

1. lingkungan yang sehat dan asri: tempat yang memenuhi kaidah kelayakan untuk hidup sehat dengan penataan yang baik.

2. Teknologi WWG : Teknologi yang didasarkan pada kemampuan tanaman mereduksi polutan.

Dalam kegiatan ini penataan yang dimaksud dibatasi terhadap perbaikan saluran pembuangan air rumah tangga yang lebih baik, didasarkan pada penggunaan teknologi WWG dengan pemanfaatan tumbuhan lokal yang memperhatikan segi estetika lingkungan.

Istilah fitoremediasi dapat didefinisikan sebagai: penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan, atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik. Fitoremediasi merupakan teknologi hijau yang baru berkembang pada awal tahun 1990, hal ini ditandai dengan keberhasilan meremediasi dan proses pungut ulang zat radioaktif Cs, Sr, dan U dari daerah tercemar di Chernobyl dengan menggunakan tumbuhan *Heliantus Annus* (bunga matahari) (Brett H. Robinson, 2000). Fitoremediasi dapat dibagi menjadi fitoekstraksi, rizofiltrasi, fitodegradasi, fitostabilisasi, fitovolatilisasi. Rizofiltrasi yaitu fitoremediasi terjadi karena proses adsorpsi, pemekatan dan pengakumulasi polutan di daerah akar tanaman.

1. fitoekstraksi yaitu proses ekstraksi dan akumulasi polutan dari lapisan tipis tanaman yang dapat dipanen untuk mendapatkan kembali (pungut ulang) polutan yang bernilai ekonomis.

2. fitotransformasi atau Fitodegradasi yaitu proses remediasi polutan yang disebabkan terjadinya perubahan molekul organik yang kompleks menjadi molekul sederhana. Proses ini melibatkan metabolisme kontaminan di dalam jaringan tumbuhan, misalnya oleh enzim dehalogenase dan oksigenase

3. fitostimulasi atau simbiosis tanaman dengan mikrobial (plant-assisted bioremediation) yaitu proses remediasi polutan yang disebabkan oleh adanya aktifitas mikroba pada daerah akar yang bekerja secara bersama sinergis.

4. fitostabilisasi yaitu proses remediasi dikarenakan adanya penurunan mobilitas polutan melalui pembentukan senyawa yang lebih kompleks namun mudah untuk diadsorpsi oleh tumbuhan di daerah rizosfer.

5. Fitovolatilisasi terjadi ketika tumbuhan menyerap kontaminan dan melepaskannya ke udara lewat daun; dapat pula senyawa kontaminan mengalami degradasi sebelum dilepas lewat daun.

Metode ini banyak dikembangkan dan dipilih untuk meremediasi dan memungut ulang polutan dari sistem tercemar karena mempunyai kelebihan diantaranya, ramah lingkungan, biaya operasional yang rendah dan dapat memelihara kualitas lingkungan menjadi lebih baik, sampai kini telah ada lebih dari 400 jenis tanaman yang dipelajari kemampuan mengakumulasi polutan logam dan senyawa organik (Marmioli dkk, 2000, Ball Ram Sing, 2000, Reinfelder, 2000; EPA, 1998; Volesky, 1998, Claus Reuihet, 2000).

Waste Water Garden (WWG) merupakan aplikasi sederhana dari teknologi hijau fitoremediasi yang baru berkembang pada awal tahun 1990. Teknologi WWG ini sifatnya sangat sederhana, murah dan dapat meremediasi polutan dari system perairan yang tercemar. Kelebihan lain dari WWG adalah adanya peningkatan estetika lingkungan sehingga tercipta lingkungan yang lebih asri dan bersih. Tingkat efektivitas teknologi WWG dalam meningkatkan kualitas air limbah domestik, dapat dilihat dari data hasil pilot proyek di Perumahan Birdwood Downs, Derby Australia Barat pada tahun 2000-2001 (Tredwell R.: 2002) , yang memperlihatkan tingkat efektivitas penurunan kadar dari indikator pencemaran seperti: padatan terlarut, BOD, total Fosfor, total Nitrogen dan jumlah bakteri coli yang sangat besar Hal ini menunjukkan kemampuan WWG dalam menghasilkan

luaran air limbah menjadi air yang layak buang ke lingkungan sehingga mengurangi pencemaran dalam sistem badan air.

Untuk membuat sistem pengolahan air limbah WWG yang bersifat *ecofriendly* ini sangatlah mudah. Langkah pertama dari sistem ini adalah menyiapkan suatu tempat (kolam/tangki) yang bersifat kedap air yang diisi dengan media tanam berupa pasir dan batuan kerikil. Penyimpanan tempat ini akan lebih efektif pada daerah dengan intensitas sinar matahari yang cukup dan disesuaikan dengan jenis tanaman yang akan dijadikan media pengolahan air limbah. Dengan adanya daerah yang bersifat aerobik dan anaerobic memungkinkan berkembangnya berbagai jenis organisme : bakteri, protozoa, alga, dan jamur yang jumlahnya bisa mencapai 10-100 juta organisme per gram media tanam. Organisme ini akan menggunakan zat-zat yang terkandung dalam air limbah sebagai nutrient pertumbuhan organisme. Dengan berkembangnya tanaman dalam sistem ini akan terjadi sinergis antara tanaman dengan mikroorganisme dalam menjerap, menguraikan polutan.

WWG ini didasarkan pada sistem aliran gravitasi, maka penempatan kolam atau tangki harus disesuaikan berdasarkan perbedaan ketinggian dengan sumber air limbah. Ketinggian air limbah yang masuk ke dalam kolam atau tangki tidak boleh melewati batas ketinggian media tanam, hal ini dapat di atur dengan membuat kotak kontrol yang mengatur jumlah air yang ada di dalam kolam. Dengan pengaturan ini menjaga terjadinya polusi bau dari air limbah, dan berkembangnya nyamuk dan lalat sebagai vektor berbagai penyakit.

Terdapat beberapa tujuan yang ingin dicapai dari kegiatan ini, yaitu :

1. Terciptanya sistem sanitasi (pembuangan air limbah rumah tangga) yang lebih baik, didasarkan pada pemanfaatan kemampuan tumbuhan lokal dengan tidak meninggalkan nilai estetika lingkungan
2. Meningkatkan kualitas air limbah yang terolah secara WWG/fitoremediasi yang ditandai dengan menurunnya kandungan kadar polutan.

II. Bahan dan Metode

Terdapat beberapa metode kegiatan yang digunakan dalam kegiatan ini yaitu:

1. Metode Ceramah dan Diskusi pada saat sosialisasi awal program
2. Metode aplikasi teknologi langsung di lapangan pada tahap pembuatan system *Waste Water Garden (WWG)*
3. Metode Analisis kimia untuk mengetahui kualitas perbaikan yang dihasilkan.

Kerangka pemecahan masalah yang akan dilaksanakan pada kegiatan ini dilakukan secara aplikasi teknologi langsung di lapangan. Tahapan yang dilakukan pada kegiatan ini meliputi :

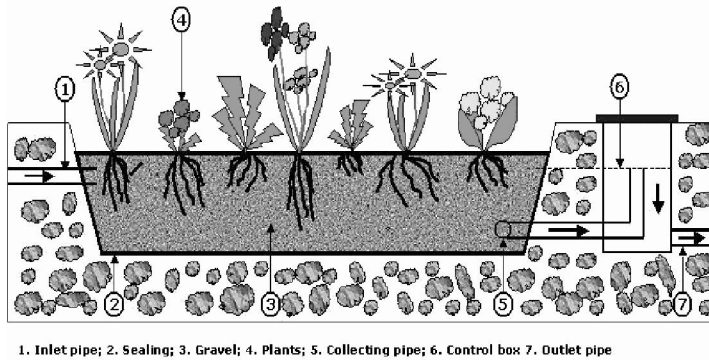
1. Tahap Kaji Lapangan : Pada tahap ini dilakukan proses penentuan lokasi kegiatan yang didasarkan pada beberapa criteria, yaitu :
 - a. Sistem sanitasi yang belum baik
 - b. Terdapat kelompok dasa-wisma yang aktif dan dapat dijadikan ujung tombak kegiatan.
 - c. Terdapat lahan yang dapat dikembangkan sebagai tempat penerapan teknologi fitoremediasi.
2. Tahap Sosialisasi : Pada tahap ini dilakukan sosialisasi tentang pentingnya perbaikan sanitasi sebagai salah satu langkah hidup sehat, serta dasar-dasar fitoremediasi sebagai teknologi pemelihara lingkungan, aplikasi dan pemeliharaan terapan teknologi.
3. Pembangunan fisik : Pada tahap ini dilakukan pembangunan fisik yang meliputi penataan saluran menjadi lebih permanen, pembuatan dan penataan taman air (media fitoremediasi), pembuatan sumur serapan dan saluran pembuangan.
4. Penilaian keberhasilan program: Kegiatan akhir dari proses ini adalah menilai hasil fisik kegiatan dan analisa air hasil proses fitoremediasi. Pada tahapan ini dilakukan pula sosialisasi akhir tentang tata cara perawatan instalasi dan tanaman dari system WWG/fitoremediasi.

Dalam kegiatan ini institusi yang terkait yang turut berperan di dalamnya adalah Puskesmas dan aparat Kelurahan setempat. Peranan dari institusi ini adalah dalam kegiatan ini adalah pada saat penentuan lokasi kegiatan dan sosialisasi tentang pentingnya lingkungan yang sehat.

Pokok utama kegiatan adalah terealisasinya *Waste Water Garden* sebagai media peningkatan mutu estetika lingkungan dan sistem sanitasi lingkungan. Bahan yang diperlukan terbagi menjadi tiga jenis bahan yaitu :

1. Bahan bangunan berupa pasir, semen, pipa PVC 4 inch, dan cat
2. Media Tanam berupa : batu gunung ukuran besar, batu split, arang, dan pasir
3. Tanaman sebagai remediator, yaitu tanaman lahan basah seperti bambu air, melati air, rumput hias air.

Disain WWG dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1.
Sketsa WWG (Sumber : Carpathian Heritage Society & Natural Systems)

Proses remediasi dapat terjadi karena adanya kontak antara air limbah dengan sistem perakaran tumbuhan. Ketinggian air dijaga tidak melebihi batas atas media pasir yang dijaga dengan bantuan suatu bak kontrol. Kondisi ini dapat mencegah terjadinya bau dari limbah dan berkembang biaknya vektor pembawa penyakit yaitu lalat dan nyamuk.

Keberhasilan dari WWG ini didasarkan pada hasil analisis kualitas air baik segi parameter sifat fisik dan kimianya. Sedangkan keberlanjutan dan terpeliharanya WWG didasarkan pada pertumbuhan tanaman yang ada dalam sistem WWG tersebut.

III. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan pemantauan dan verifikasi kebutuhan perbaikan sistem sanitasi, didapatkan data kondisi saluran air limbah rumah tangga masih beralaskan tanah dengan tingkat serapan tinggi yang berhubungan langsung dengan beberapa sumber air yang digunakan masyarakat. Hal ini dapat mengakibatkan resiko pencemaran sumber air yang tinggi. Saluran yang belum tertata mengakibatkan banyaknya genangan yang terjadi yang mengundang berkembangnya vektor penyebab penyakit berupa lalat dan nyamuk. Panjang saluran yang harus diperbaiki adalah 50 m dengan lebar 50 cm. Gambar kondisi awal dari sistem saluran air limbah rumah tangga .



Gambar 2. Kualitas awal saluran limbah rumah tangga

Penentuan lokasi pembuatan sistem Waste Water Garden dilakukan WWG ditentukan berdasarkan kesepakatan aparat RW, RT dan yang pemilik lahan yang letaknya ada pada daerah akhir dari sistem saluran pembuangan limbah rumah tangga.



Gambar 3. Lokasi pembuatan WWG

Pembangunan WWG dilakukan setelah seluruh sistem aliran limbah rumah tangga selesai. Sistem WWG yang dibangun mempunyai ukuran **9 m x 0,5 m x 0,7 m**. (gambar .4). Bentuk WWG yang dibuat mengikuti Bentuk tanah yang telah disediakan berupa saluran yang terbagi menjadi dua bagian yaitu : taman WWG dan bak control.



Gambar 4
Proses Pembangunan WWG

WWG yang telah dibuat kemudian diisi dengan batu gunung berukuran besar, kemudian dilapisi arang kayu berukuran besar sebagai media penahan air, kerikil dan bagian atasnya berupa pasir sungai. Media yang digunakan harus bersifat masif dan tidak membentuk endapan atau gumpalan pada saat berinteraksi dengan air. Dibagian pasir ini merupakan media tanam dari tanaman yang dipilih berdasarkan sifat tumbuhan tersebut yang harus tahan pada kondisi limbah rumah tangga yang masuk ke dalam WWG. Tanaman yang dicoba pada sistem WWG ini adalah bambu air, melati air, rumput hias dan beberapa tanaman yang diperkirakan dapat tumbuh baik dalam sistem air limbah tersebut.



Gambar 5.
Penanaman pada WWG

Tahap selanjutnya adalah pemeliharaan tanaman pada WWG yang dilakukan oleh dasawisma setempat, program ini dilakukan sejalan dengan program jum'at bersih yang secara berkala dikoordinir oleh ibu-ibu PKK. Pada tahapan ini dilakukan pemantauan terhadap perkembangan tanaman. Pengamatan pada bulan November 2009 dua bulan setelah penanaman (gambar 5) menunjukkan perkembangan yang baik dari seluruh tanaman yang di tanam dalam WWG.



Gambar 6. Pertumbuhan tanaman setelah 2 bulan

Keberhasilan pembuatan WWG ditandai dengan pertumbuhan yang baik dari tanaman juga dengan melihat kualitas air hasil pengolahan dengan WWG. Secara fisik Outlet dari sistem WWG menunjukkan sifat air yang lebih jernih, tidak berbau dan kadar busa sisa pencucian yang rendah. Secara analisa kimia ditunjukkan pada tabel 5.1 dan 5.2.

Tabel 1 Data Hasil Analisa Air Inlet

No	Parameter Analisis	Hasil Analisis
1	pH	6,2
2	TDS	302
3	DHL	450
4	CO ₃ ²⁻	0
5	OH ⁻	-
6	HCO ₃ ⁻	45
7	Kesadahan	120
8	Fe	1
9	Kekeruhan	40
10	Bakteri	5 Cfu/100mL

Tabel. 2 Data Hasil Analisa Air outlet

No	Parameter Analisis	Hasil Analisis
1	pH	6,4
2	TDS	220
3	DHL	330
4	CO ₃ ²⁻	0
5	OH ⁻	-
6	HCO ₃ ⁻	45
7	Kesadahan	90
8	Fe	1
9	Kekeruhan	10
	Bakteri	4 Cfu/100mL

Secara kimiawi proses pengolahan air limbah rumah tangga dengan sistem WWG ini belum memberikan hasil yang optimal. Hal ini dikarenakan belum tumbuh maksimal tanaman yang ada dalam sistem WWG, sehingga pertumbuhan perakaran belum dapat menjangkau keseluruhan air limbah yang masuk ke dalam sistem WWG. Dalam kurun waktu 2 bulan masa pertumbuhan tanaman diperkirakan masih dalam tahap adaptasi sehingga proses fitoremediasi belum berlangsung dengan baik. Namun demikian terdapat beberapa catatan dari hasil analisis kimia yaitu menurunnya kadar kesadahan dan konsentrasi bakteri dalam air yang menunjukkan telah terjadinya proses akumulasi garam kalsium oleh tanaman dan peningkatan kualitas air dilihat dari segi biodata yang tumbuh dalam sistem air hasil olahan WWG.

IV. SIMPULAN

Dari hasil Kegiatan pengabdian pada masyarakat berbasis penerapan IPTEKs yang telah dilakukan, dapat ditarik suatu kesimpulan sebagai berikut :

Perbaikan sistem sanitasi lingkungan yang dilakukan melalui pembangunan dan perbaikan saluran pembuangan air limbah rumah tangga dan pembuatan Waste water Garden telah dapat meningkatkan nilai estetika lingkungan dan kualitas fisik dan kimiawi air limbah rumah tangga.

PUSTAKA

- Baker, A.J.M. 1999. Metal hyperaccumulator plants: a biological resource for exploitation in the phytoextraction of metal-polluted soils. URL: http://lbewww.epfl.ch/COST837/WG2_abstracts.html (21 April 1999; diakses Mei 2009).
- Batianoff, G.N., R.D. Reeves dan R.L. Specht. 1990. *Stackhousia tryonii* Bailey: a nickel-accumulating serpentine-endemic species of central Queensland. *Aust. J. Bot.* 38:121-130.
- Buckley, M. 2000. Research Demonstrates Potential of Plants to Break Down Some Types of Explosives. URL: <http://aec-www.apgea.army.mil:8080/prod/usaec/op/update/jan96/plants.htm> (14 January 2000; diakses Mei 2008).
- Gawronski, S.W., S.Kutrys dan A. Trampczynska, (2000), Search For Wild And Crop Plants Species Useful For Soil Phytoremediation, On-line: [lbewww.epfl.ch/COST837/WG4 ablisbons.html](http://lbewww.epfl.ch/COST837/WG4_ablisbons.html)
- Humas Kota Cimahi, 2009, On-line: www.cimahi.co.id.
- Muratova, A. Yu.; Dmitrieva, T. V.; Panchenko, L. V.; Turkovskaya, O. V. (2008), Phytoremediation of Oil-Sludge-Contaminated Soil [International Journal of Phytoremediation](#), Volume 10, Number 6, November 2008, pp. 486-502(17)
- Tredwell R.: (2002) *New Paradigms: "Wastewater Gardens"*, Environmental Technology Centre, Murdoch University, Perth, West Australia.
- Curriculum Vitae

Bodata :

Drs. Ali Kusrijadi, M.Si
 Pangkat/Gol/Jabatan : Penata/IIIc/Lektor
 NIP. 196706291992031001
 Bidang keahlian : Kimia Anorganik dan Lingkungan
 Jurusan : Pendidikan Kimia FPMIPA UPI

DR. Ahmad Mudzakir, M.
 Pangkat/Gol/Jabatan : Penata/IIIc/Lektor
 NIP : 196611211991631002
 Bidang Keahlian: Kimia Anorganik dan Kimia Material
 Jurusan : Pendidikan Kimia FPMIPA UPI

Dra. Soja Siti Fatima, M.Si.
 Pangkat/Gol/Jabatan : Penata/IIIc/Lektor
 NIP : 196802161994022001
 Bidang Keahlian: Kimia Anorganik dan Kimia Instrumen
 Jurusan : Pendidikan Kimia FPMIPA UPI