

FITOREMEDIASI LINGKUNGAN DALAM TAMAN BALI

Rony Irawanto¹

UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi-LIPI
Jl. Raya Surabaya-Malang Km 65 Pasuruan, Telp./Fax 0341-426046

¹biory96@yahoo.com

Abstrak

*Taman Bali bukanlah salah satu bentuk tatanan taman tematik bernuansa tropis dalam lanskap, melainkan singkatan dari Taman Buangan Air Limbah atau lebih dikenal dengan WWG (Waste Water Garden). Konsep taman Bali ini memiliki nilai ekologi yang tinggi, sebagai fitoremediasi, dimana penurunan kualitas lingkungan yang terjadi dari pencemaran air / limbah cair dapat dicegah / dikurangi dengan menggunakan tanaman air yang ditata secara indah. Sehingga tanaman dalam Taman Bali tidak hanya berfungsi ekologi tetapi juga estetis. Dalam makalah ini akan dibahas mengenai konsep pencegahan pencemaran lingkungan dengan tanaman dalam taman yang merupakan alternatif pengelolaan limbah yang murah, mudah, ramah lingkungan dan estetis. Beberapa jenis tanaman yang sering digunakan adalah Kana, Bambu Air, Heleconia, Keladi, Teratai, Lotus, Papirus, Lili, dan jenis tanaman lainnya yang mampu menyerap serta mengolah limbah secara alami. Konsep fitoremediasi sangat ekologis, ekonomis dan efektif dalam pengelolaan lingkungan. Pengolahan limbah menggunakan sistem lahan basah buatan dengan tanaman air dalam tatanan taman yang indah lebih dikenal dengan Waste Water Garden (WWG). Di Indonesia penerapan WWG bermula di Bali, dan terkenal dengan sebutan Taman Buangan Air Limbah (Taman BALI) dengan menggunakan jenis tanaman lokal yang sering dijumpai dan mampu menyerap serta mengolah limbah secara alami. Jenis tanaman air seperti mendong, eceng gondok, kiambang, kangkung dan teratai telah banyak diketahui dan dilakukan penelitian kemampuan fitoremediasinya. Jenis tanaman air koleksi Kebun Raya Purwodadi yang berpotensi sebagai tanaman hias dan belum banyak digali informasinya/ dilakukan penelitian yaitu *Typha angustifolia*, *Neptunia plena*, *Thyponodorum lindleyanum*, *Myriophyllum aquaticum* dan *Sagittaria lancifolia*.*

Kata Kunci : Fitoremediasi, Taman Bali, WWG

I. PENDAHULUAN

Tanaman air saat ini sangat digemari masyarakat sebagai tanaman hias, karena keindahannya pada bentuk dan warna pada daun ataupun bunga. Selain sebagai tanaman hias beberapa jenis telah diketahui dan dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, seperti sumber makan, penghasil minyak, bahan industri, obat-obatan dan sebagainya. Meskipun tanaman air berasal dari tempat yang kumuh, kotor, berlumpur dari tepian sawah atau rawa, namun bila dikemas dalam media yang cantik dan menawan, ia akan menjadi tanaman hias yang elegan sehingga layak ditempatkan di rumah mewah atau hotel berbintang. Eksotisme tanaman air akan semakin terasa bila dipadukan dengan tatanan taman yang mempesona [1]. Keberadaan tanaman air dapat memberikan dimensi khusus dalam taman sehingga berkesan alami dan indah dipandang mata. Oleh karena itu di berbagai negara tanaman air ini dijadikan suatu komponen pokok atau penunjang bagi terbentuknya suatu tatanan taman yang indah.

Tanaman air selain sebagai ornamental, juga memiliki nilai ekologi yang tinggi. Tanaman air dapat membantu menciptakan keseimbangan ekosistem yang baik, secara langsung dan tidak langsung sebagai sumber makanan organik, media bertelur dan tempat berlindung anakan ikan ataupun binatang air lainnya. Peran lain yang dapat diambil adalah sebagai indikator kualitas air, karena tanaman air sanggup menyerap kotoran yang ukurannya sangat lembut dan melayang dalam air dan dipergunakan sebagai pupuk pertumbuhannya sehingga kondisi air tampak lebih jernih dan bersih. Oleh karena itu tanaman air dapat berperan sebagai pengelola polutan/limbah cair yang murah dan alami.

Kebun Raya Purwodadi sebagai salah satu lembaga konservasi di dataran rendah kering, memiliki peran dan tanggung jawab untuk mengkonservasi tanaman, khususnya yang hidup di dataran rendah, Koleksi Kebun Raya Purwodadi berasal dari kegiatan eksplorasi di Indonesia. Tumbuhan yang sudah ditanam dan menjadi koleksi di Kebun Raya Purwodadi akan dimanfaatkan, dan di data untuk kegiatan konservasi, penelitian, dan pendidikan [2]. Melihat koleksi Kebun Raya Purwodadi yang berjumlah 10.926 spesimen umum (non anggrek) terdiri dari 174 suku, 908 marga, 1896 jenis [3], maka perlu dilakukan penelitian inventarisasi tumbuhan air yang berpotensi sebagai WWG/taman pegelola limbah di Kebun Raya Purwodadi. Informasi yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi dasar dalam penelitian konservasi maupun pengembangan tumbuhan tersebut.

II. BAHAN DAN CARA KERJA

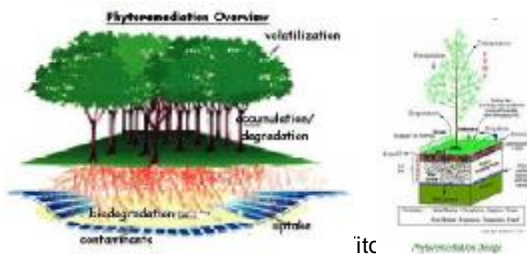
Metode penelitian deskriptif, berdasarkan studi pustaka mengenai fitoremediasi dan informasi terkait lainnya. Selain Menguraikan mengenai fitoremediasi juga jenis tanaman air dari koleksi Kebun Raya Purwodadi berdasarkan katalog [3] yang terpilih. Jenis yang terpilih diambil lima berdasarkan referensi akan yang telah banyak dilakukan penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Fitoremediasi Lingkungan

Phyto yang berarti tumbuhan/tanaman (Yunani:phyton), remediation yaitu memperbaiki atau membersihkan sesuatu (Latin:remediare). Jadi fitoremediasi (phytoremediation) merupakan suatu sistim dimana tanaman dapat mengubah zat kontaminan (pencemar/polutan) menjadi berkurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang dapat digunakan kembali (re-use). Konsep mengolah air limbah dengan menggunakan media tanaman belum banyak dikenal masyarakat, padahal proses fitoremediasi ini dapat memecahkan permasalahan lingkungan saat ini. Fitoremediasi cukup efektif dan murah untuk menangani pencemaran terhadap lingkungan oleh logam berat dan B3. Sangat tepat digunakan di tempat pembuangan akhir (TPA) sampah dengan menanam tumbuhan pada lapisan penutup terakhir TPA dan menggunakan sistem Wetland (lahan basah) bagi kolam leachit [4].

Pengolahan limbah dengan menggunakan sistem lahan basah buatan adalah teknologi sederhana untuk menurunkan pencemaran lingkungan dengan cara pengolahan air tercemar dengan menggunakan tanaman dan mikro-organisme atau fitoremediasi (Gambar 1.). Lahan basah buatan berfungsi untuk menyisihkan berbagai macam beban materi pencemar, seperti karbon, total suspended solids, unsur hara seperti nitrogen dan fosfor, patogen dan parasit. Jenis-jenis lahan basah buatan diantaranya lahan basah buatan beraliran permukaan, beraliran di bawah permukaan horisontal, lahan basah beraliran di bawah permukaan vertikal, lahan basah dengan tanaman air dan pohon, serta lahan basah dengan tanaman terapung. Berguna sebagai pengolah air limbah, baik limbah rumah, industri, pertanian dan peternakan, maupun limbah air buangan tambak, pertambangan, air hasil pelindian, penampung air hujan, pengeringan lumpur hasil sampingan pengolahan limbah, dan pengolahan air sungai atau danau yang tercemar [5].



Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa konsep fitoremediasi sangat ekologis, ekonomis dan efektif dalam pengelolaan lingkungan. Pengolahan limbah menggunakan sistem lahan basah buatan dengan tanaman air dalam tatanan taman yang indah lebih dikenal dengan Taman Bali / Waste Water Garden (WWG).

3.2. Waste Water Gardem / WWG

Dengan sistem WWG, air limbah (air bekas cucian, mandi dan septik tank) dapat langsung dialirkan ke bak penampung berisi kerikil yang diatas ditumbuhi dengan berbagai jenis tanaman. Tumbuhan akan menyerap nutrisi dalam air limbah tersebut, bersamaan dengan oksigen dan mikroorganisme yang terdapat dalam sistem WWG melenyapkan bakteri berbahaya / penyakit dalam air limbah yang tidak diolah. Dalam waktu 5 hari, air yang keluar dari WWG akan cukup bersih untuk mengairi taman. Konsep sistim WWG dapat dilihat pada Gambar 2.



Sistem WWG berlangsung secara alami. Ada 6 (enam) tahap proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan/pencemar yang berada di sekitarnya [5], yaitu:

1. *Phytoaccumulation (phytoextraction)* yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi di sekitar akar tumbuhan.
2. *Rhizofiltration (rhizo: akar)* adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar.
3. *Phytostabilization* yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.
4. *Rhizodegradation* yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan.
5. *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 di luar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzim berupa bahan kimia yang mempercepat proses degradasi.
6. *Phytovolatilization* yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya di uapkan ke atmosfer.

Kentungan WWG adalah : Teknologi tepat guna yang murah, tahan lama dan mudah perawatannya, Tidak memerlukan teknologi yang rumit dan peralatan mesin atau bahan kimia, Tidak memerlukan biaya operasional yang tinggi, Menggunakan sumber daya alam yang ada, Dapat diisi dengan keanekaragaman tanaman lokal setempat, Dapat di buat dengan berbagai ukuran (skala rumah tangga, klinik, sekolah, rumah sakit, hotel, dsb), lokal Menyediakan ekosistem untuk tanaman maupun hewan, Membersihkan air dari bakteri patogen, Mencegah resiko tertular penyakit melalui kontak langsung dengan air limbah, Tidak menimbulkan bau tak sedap, Tidak membiakkan nyamuk, Tertata sebagai taman dengan lanskap yang indah dipandang, Konservasi air/Menyimpan air di daerah kering, Air dari WWG dapat digunakan untuk irigasi [4,5,6].

3.3. Desain WWG

Perkembangan pesat teknologi WWG terjadi di Amerika Serikat, Perancis, Jerman, Inggris, dan Australia. Bahkan di sana beberapa tanaman hiperakumulator sudah dipatenkan. Memang Desain WWG belum banyak dikembangkan di Indonesia. Uji coba sudah dilakukan di Bali, terkenal dengan sebutan **Taman Bali**. WWG di Bali sudah diterapkan di kantor Gubernur Bali, kantor Camat Kuta, sekolah-sekolah, kantor-kantor pemerintahan, dan juga di beberapa kompleks hotel, vila, dan restoran. Tak kurang dari 15 hotel telah menggunakan pengolahan limbah air sistem WWG, beberapa di antaranya Padi-Padi Hotel, Rama Sitha Resort, Sacred Mountain Sanctuary Resort, Sideman, Salman/Frost Residence, Bali Tirtagangga Water Palace, Karangasem, Vajra Villas, Ubud dan Villa Tamu, Bali. Sejumlah hotel berbintang dan restoran di kawasan wisata Kuta, kawasan Taman

Nasional Bali Barat (TNBB), perkampungan seniman Ubud dan Kintamani, Bali, mulai meniru dan menerapkan WWG tersebut [7]. Penggunaan tanaman dalam taman Bali dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sistem, Instalasi dan Percontohan Penggunaan Taman Bali

Bapedal Bali menyambut baik sistem WWG dikarenakan konservasi air amat sejalan dengan adat tradisi orang Bali yang menghormati sumber air sekaligus melestarikan lingkungan. Dengan WWG, air limbah terdaur ulang jadi air bersih oleh tanaman air yang sekaligus dapat berfungsi sebagai taman yang hijau dan berbunga indah. Airnya dapat dimanfaatkan untuk menyiram dan mencuci.

Aplikasi fitoremediasi dalam WWG merupakan penampungan dari limbah dengan desain taman. Unit WWG harus didahului dengan bak/kolam pengendap untuk menghindari *clogging* pada media koral oleh partikel-partikel besar.

Konstruksi bak/kolam WWG dengan pasangan batu kepal air, dengan kedalaman sekitar 1 meter. Kolam ini dilengkapi dengan pipa inlet dan outlet. Di dalamnya diisi media koral (batu pecah atau kerikil) dengan diameter 5 mm-10 mm setebal 80 cm. Kemudian ditanami tumbuhan air dicampur beberapa jenis yang berjarak cukup rapat, dengan melubangi lapisan media koral sedalam 40 cm untuk dudukan tanaman. Air limbah (*gray water* maupun *black water*) diatur dengan tinggi permukaan air limbah yang dianjurkan 70 cm dari dasar kolam. Dengan demikian posisi air limbah selalu 10 cm di bawah permukaan koral [5].

Beberapa jenis tanaman yang sering digunakan sebagai 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, Kenyari Merah/Putih, Lotus Kuning/Merah, Onje Merah, Pacing Merah/Putih, Padi-padian, Papyrus, Pisang Mas, Ponaderia, Sempol Merah/Putih, Spider Lili, pohon enau maupun pohon jarak, dan jenis tanaman lainnya yang mampu menyerap serta mengolah limbah secara alami.

3.4. Tanaman Air Terpilih

Koleksi Tumbuhan di Kebun Raya Purwodadi berjumlah 10.926 spesimen terdiri dari 174 suku, 908 marga, 1896 jenis [3], meskipun demikian hasil inventarisasi di lapangan dan data koleksi hanya terdapat 20 jenis tanaman air yang menjadi koleksi, tetapi masih ada 15 jenis tanaman air non koleksi yang tumbuh di kolam-kolam Kebun Raya Purwodadi.

Berdasarkan penelitian, tanaman *Cyperus papyrus* memiliki nilai efisiensi tertinggi 87,80% dan mampu menyisihkan TSS rata-rata sebesar 42,5%, dengan debit 90 ml/menit. [8]. Jenis tanaman *Ceratophyllum submersum* juga mampu menurunkan kadar nitrogen dalam air limbah dengan nilai 0,036 + 0,002 mg/l/hari dan penurunan BOD selama 10 hari 35 % [9]. Tanaman kiambang terhadap dapat mengakumulasi Rasioesium dengan nilai faktor transfer 5,87 ml/g, meskipun eceng gondok memiliki nilai jauh lebih besar 188 ml/g [10]. Diketahui bahwa eceng gondok dengan penutupan 50% dari luas area, mampu menurunkan residu tersuspensi 75,74-85,45 % dan COD 55,52-76,83% [11]. Beberapa tanaman air yang mampu mengakumulasi sianida dan timbal dalam jumlah cukup besar

yaitu *Ipomoee sp.*, *Mikania cordata*, *Azolla sp.* dan *Limnocharis flava* [12]. Jenis tanaman air lainnya seperti mendong (*Iris sibirica*), teratai (*Nymphaea firecrest*), kiambang (*Spirodella polyrrhiza*) dan hydrilla (*Hydrilla verticillata*) mampu secara optimal dalam fitoremediasi limbah rumah tangga [13]. Jenis tanaman air seperti mendong, eceng gondok, kiambang, kangkung dan teratai sering ditemui dan telah banyak dilakukan penelitian kemampuan fitoremediasinya.

Berdasarkan uraian diatas dipilih lima jenis tanaman air koleksi Kebun Raya Purwodadi, yang berpotensi sebagai tanaman hias dan belum banyak digali/dilakukan penelitian yaitu *Typha angustifolia*, *Neptunia plena*, *Thyponodorum lindleyanum*, *Myriophyllum aquaticum* dan *Sagittaria lancifolia*, yang akan diuraikan sebagai berikut:

Typha angustifolia (Typhaceae)

Tumbuhan air berumpun seperti rumput, batangnya ramping, tingginya bisa mencapai 1,5-3 m, daunnya memita dengan bagian ujungnya meruncing. Umumnya tumbuh didaerah air dan becek seperti rawa-rawa, kolam, pinggiran saluran bahkan didaerah yang airnya payau. Tumbuhan ini dapat ditemukan pada ketinggian 0-1500 m dpl. Perbungaannya muncul diatas daun, berbentuk tongkol menyerupai lilin, pada tongkol tersebut di bagian atas merupakan tempat bunga jantan dan bunga betinanya dibagian bawah, dimana diantara bunga jantan dan betina tersebut terdapat ruangan kosong yang memisahkan keduanya. Penyebarannya di Jawa, Madura, Bawean, Karimunjawa serta pulau-pulau lainnya. Umumnya tumbuhan ini banyak dimanfaatkan sebagai tanaman hias, akan tetapi dari daun dan batangnya dapat digunakan sebagai bahan kerajinan anyaman, khusus yang dari daun umumnya dibuat anyaman tikar dan topi. Sedangkan tunasnya yang muda bisa dimasak sebagai sayur. Perbanyakkan dengan biji, akan tetapi lebih mudah bila dilakukan dengan memisahkan anakan. Masa berbunga sepanjang tahun [1].

Neptunia plena (Mimosaceae)

Tumbuhan yang lepas mengambang di atas air. Bagian bawah batang yang mengambang berwarna putih, berongga, penuh dengan sel-sel udara. Daun tumbuhan ini sangat sensitif bila disentuh. Daunnya majemuk ganda 2, 8-18 pasang anak daun padatiap daun. Bunga kecil-kecil, kuning, tersusun dalam dua bulatan, bunga betina berwarna kuning dibagian ujung dan bunga jantan berwarna coklat dibawahnya. Tumbuh di daerah perairan, rawa-rawa. Penyebarannya di Amerika, Afrika, Sri Lanka. Umumnya tumbuhan ini banyak dimanfaatkan sebagai tanaman hias. Perbanyakkan dengan biji dan stek batang. Masa berbunga sepanjang tahun [1].

Thyponodorum lindleyanum (Araceae)

Sepintas tanaman ini mirip pohon pisang. Berasal dari Madagaskar. Dihabitat aslinya tumbuh di sungai-sungai dan danau dataran rendah. Dikolam yang luass tingginya bisa mencapai 3 m, tetapi pada wadah yang terbatas hanya mencapai 1 m. Ujung batang muncul daun hijau berbentuk segitiga dan tepinya bergelombang, menengadah keatas sepanjang 1 m. Bentuk daun seperti daun talas, tekstur daun tebal berdaging. Bunga berbentuk tongkol berwarna kuning keemasan, bila sudah tua, tongkol tersebut menghasilkan biji. Umumnya tumbuhan ini banyak dimanfaatkan sebagai tanaman hias. Perbanyakkan dengan biji dan anakan. Masa berbunga sepanjang tahun [14].

Myriophyllum aquaticum (Haloragaceae)

Merupakan tumbuhan air asetengah terendam, bergerombol seperti tumpukan lumut. Batang bulat, bagian terendam berwarna coklat sedangkan bagian yang diatas permukaan air berwarna hijau, daun berbentuk seperti rambut halus yang tersusun melingkari batang secara berkelompok sepanjang batangnya, rata-rata empat tangkai daun per lingkaran kelompok daun, terdapat kelenjar-kelenjar bening pada ketiak daunnya, panjang tangkai daun 3-4 cm, sementara panjang daun 0,5-2 cm. Tumbuh di parit-parit, kolam dan sawah, pada ketinggian 400-500 m dpl. Penyebaran : Brazil, Argentina, Chili. Umumnya tumbuhan ini banyak dimanfaatkan sebagai tanaman hias. Perbanyakkan dengan split rumpun. Masa berbunga sepanjang tahun [1].

Sagittaria lancifolia (Alismataceae)

Tumbuhan tegak dan kaku, mencapai tinggi 1 m. Daun berbentuk seperti tombak, lonjong agak menyempit atau berbentuk hampir seperti pita memanjang. Warna daun hijau cerah dan agak mengkilat, dengan tulang daun agak menonjol. Bunga tersusun dalam pusaran. Pada satu tandan, setiap pusaran rata-rata terdiri atas 3 kuntum bunga yang mahkotannya berwarna putih dan mebulat. Kelopak terdiri atas 3 helai berukuran kecil, berwarna kehijaunan. Habitat pada kolam-kolam yang tidak terlalu dalam tetapi memiliki tanah lumpur yang cukup subur. Umumnya tumbuhan ini banyak

dimanfaatkan sebagai tanaman hias. Berasal dari Amerika tropis terutama daerah Florida sampai Puerto Rico. Perbanyak dengan biji dan anakan. Masa berbunga sepanjang tahun [1]. Jenis tanaman air Kebun Raya Purwodadi tersebut diatas dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Jenis tanaman Air Kebun Raya Purwodadi :
Typha angustifolia, *Neptunia plena*, *Thyponodorum lindleyanum*,
Myriophyllum aquaticum dan *Sagittaria lancifolia* (dari kiri ke kanan)

IV. KESIMPULAN

Konsep fitoremediasi sangat ekologis, ekonomis dan efektif dalam pengelolaan lingkungan. Pengolahan limbah menggunakan sistem lahan basah buatan dengan tanaman air dalam tatanan taman yang indah lebih dikenal dengan Waste Water Garden (WWG). Di Indonesia penerapan WWG bermula di Bali, dan terkenal dengan sebutan Taman Buangan Air Limbah (Taman BALI) dengan menggunakan jenis tanaman lokal yang sering dijumpai dan mampu menyerap serta mengolah limbah secara alami. Jenis tanaman air seperti mendong, eceng gondok, kiambang, kangkung dan teratai telah banyak diketahui dan dilakukan penelitian kemampuan fitoremediasinya. Jenis tanaman air koleksi Kebun Raya Purwodadi, yang berpotensi sebagai tanaman hias dan belum banyak digali informasinya/ dilakukan penelitian yaitu *Typha angustifolia*, *Neptunia plena*, *Thyponodorum lindleyanum*, *Myriophyllum aquaticum* dan *Sagittaria lancifolia*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayat,S. Yuzammi, Hartini,S. Astuti,I.P. 2004. Tanaman Air Kebun Raya Bogor Vo;1 No.5. Bogor
- [2] Happyanto,A. 2002. Rencana Induk Pengembangan Kebun Raya Purwodadi, Pasuruan.
- [3] Supprpto,A. Narko,D. Kiswojo. 2007. An Alphabetical List of Plant Species Cultivated in The Purwodadi Botanical Garden. Pasuruan.
- [4] Syahputra,B. 2006. Tahukah Anda Fitoremediasi ?. UNISSULA Semarang.
<http://bennysyah.edublogs.org>
- [5] Mujiyanto. 2008. Fitoremediasi, Mengolah Air Limbah dengan Tanaman.
<http://www.sanitasi.or.id>
- [6] Anoninus. 2009. "Waste Water Garden", <http://www.kelola.or.id/wwg.htm>
- [7] Anoninus. 2006. "Waste Water Garden", Cara Bali Lakukan Konservasi Sumberdaya Air. Warta Bumi. <http://www.balipost.co.id>
- [8] Wilujeng,S.A. 2006. Analisis Kemampuan cyperus papyrus dalam pengelolaan Air Limbah Domestik dengan Metode Constructed Wetland. Prosiding Seminar Biologi 6. ITS. Surabaya
- [9] Essa, W.Y. 2009. Remediasi Air Limbah dari IPAL Bojongsung dengan menggunakan Tanaman Air Ceratophyllum submersum L.
- [10]Tjahaja,P.I. Suhulman, Sukmabuana,P. Ruchijat. 2006. Fitoremediasi Lingkungan Perairan Tawar: Penyerap Rasiosesium oleh Kiamang (*salvinia molesta*). Jurnal Sain dan Teknologi Nuklir Indonesia Vol.7 No.1

- [11] Rossiana, N. Supriatun, T. Dhahiyat, Y. 2007. Fitoremediasi Limbah Cair dengan Eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart) Solms dan Limbah Padat Industri Minyak Bumi dengan Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielson) Bermikroba. Laporan Penelitian. Univ. Padjadjaran
- [12] Juhaeti, T. Syarif, F. Hidayat, N. 2005. Inventarisasi Tumbuhan Potensial untuk Fitoremediasi Lahan dan Air Terdegradasi Penambangan Emas. *Biodiversitas* Vol 6 No. 1
- [13] Yusuf, G. 2008. Bioremediasi Limbah Rumah Tangga dengan Sistem Simulasi Tanaman Air. *Jurnal Bumi Lestari* Vol 8 No.2
- [14] Don WS. Threes E. Cherry H. 2000. *Tanaman Air*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta