

# **PENGOLAHAN LIMBAH SEDERHANA SEBAGAI PENDUKUNG PENGEMBANGAN LINGKUNGAN KOTA CERDAS UNTUK MASYARAKAT MISKIN PERKOTAAN**

**Haryati Bawole Sutanto**

Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana  
Jl. Dr. Wahidin Sudirohusodo, No 5 -25, Yogyakarta, 55224  
Email: [haryati\\_bawole@yahoo.com](mailto:haryati_bawole@yahoo.com)

## **Abstrak**

Sebuah kota tetap menjadi magnet bagi manusia untuk melakukan migrasi. Akibatnya hampir di semua kota besar ada banyak permukiman marjinal masyarakat berpenghasilan rendah yang tumbuh di tengah kota. Secara umum banyak masalah yang dihadapi oleh permukiman di kota, karena kurangnya upaya manajemen pengelolaan lingkungan yang baik dan benar. Upaya mengolah limbah cair sebelum dibuang ke badan air atau ke tempat lain adalah suatu tindakan yang penting. Kendala yang sering terjadi dalam sistem pengolahan limbah adalah biaya konstruksi, operasi dan pemeliharaan, dan kadang-kadang dibutuhkan keahlian tertentu untuk menjalankan sistem pengolahan air limbah. Umumnya limbah domestik memiliki nilai tinggi BOD, oksigen terlarut rendah, bahan organik tinggi dan tingginya kandungan bakteri coliform. Jika limbah yang diterima oleh badan air melebihi daya dukung lingkungan dan mengganggu kekuatan pemurnian diri alami, ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang dampaknya akan meluas ke lingkungan sekitar dari waktu ke waktu. Perlindungan sumber air dari pencemaran merupakan salah satu aspek penting dari pertumbuhan ekonomi. Peningkatan kesadaran masyarakat, termasuk pengusaha dan industrialis, untuk menangani limbah dengan benar juga terkait erat dengan upaya pencegahan polusi. Perkembangan proses yang sederhana dan murah adalah solusi yang paling cocok untuk memecahkan masalah pencemaran air sekaligus melestarikan sumber daya air. Aplikasi pengolahan limbah secara biologis terpilih sebagai objek pengamatan karena merupakan cara yang efektif dan murah untuk mengeksplorasi kemampuan banyak mikroba hadir di alam dan tanaman air yang biasanya ditemukan di lahan basah seperti eceng gondok (*Eichornia crasipes*), duckweed (*Lemna sp.*), Reed (*Arundo donax*). Sebagai salah satu faktor pendukung pengembangan Kota Cerdas, maka pengolahan limbah sederhana ini dapat mendukung terwujudnya kota cerdas yang berkelanjutan khususnya untuk masyarakat berpenghasilan rendah di perkotaan.

**Kata kunci:** Pengolahan Limbah, Lingkungan, Perkotaan, masyarakat marjinal

## **Abstract**

***Title: Waste Management As a Supporting System on the Developmet of Smart Environement  
Concept for Urban Low-Income Families***

*A city remains a magnet for people to migrate. As a result almost in all major cities there are many marginal settlements of low income communities growing in the middle of the city. In general some problems are faced urban areas, due to lack of management and environmental degradation impacts. Initiatives are made to treat solid and liquid waste water before disposed into water bodies is an important action. Frequent constraints in sewage systems are construction, operation and maintenance costs, and sometimes certain skills are required to run a wastewater treatment system. Mostly domestic waste has high value of BOD, low dissolved oxygen, high organic matter and high content of coliform bacteria. If the waste metthe water bodies and it exceeds to the carrying capacity of its environment and disrupts natural purification forces, this may cause environmental pollution.Environmental pollution impacts will extend to the surrounding environment over time. Protection of water sources from pollution is one of the important aspects of economic growth. Increasing public awareness, including entrepreneurs and*

*industrialists, handling solid and liquid waste properly is also closely linked to pollution prevention efforts. The development of a simple and inexpensive process is the most suitable solution to solve the problem of water pollution while preserving water resources. Biological waste treatment applications are selected as observational objects, because it is an effective and inexpensive way to exploit the abilities of many microbes present in nature and aquatic plants commonly found in wetlands such as water hyacinth (Eichornia crasipes), duckweed (Lemna sp.), and Reed (Arundo donax). As one of the factors supporting the development of Smart City, this simple sewage treatment can support the realization of sustainable smart cities especially for low-income communities in urban areas.*

## Pendahuluan

Secara tradisional suatu perairan senantiasa dianggap sebagai tempat pembuangan limbah, sekaligus juga sebagai sumber utama kebutuhan air. Jika semakin banyak buangan yang dikeluarkan dan masuk ke perairan tanpa diolah terlebih dahulu, pada akhirnya dapat diperkirakan bahwa suatu perairan tidak mungkin lagi dimanfaatkan untuk keperluan sesuai dengan peruntukannya karena sudah tercemar.

Kota sebagai tempat pemukiman manusia yang padat serta pusat aktivitas kehidupan, sekaligus juga sebagai lokalisasi produksi berbagai macam barang yang dikerjakan baik oleh manusia dan industri, juga merupakan penghasil bahan buangan. Semakin banyak buangan yang dikeluarkan semakin sulit untuk mendapatkan lokalisasi penempatannya. Sekarang ini seharusnya sudah disadari bahwa limbah domestik mempunyai potensi sebagai sumber pencemar yang dapat mencemari ekosistem akuatik. Pembuangan limbah domestik biasanya dibuang langsung ke perairan bebas.

Perlindungan sumber-sumber air dari pencemaran merupakan salah satu aspek penting dalam pertumbuhan ekonomi. Peningkatan kesadaran masyarakat untuk

menangani suatu buangan dengan baik juga erat kaitannya dengan usaha penanggulangan pencemaran. Proses pembenahan air buangan yang dikembangkan di negara-negara maju yang secara teknologi sudah maju menggunakan mekanisasi tinggi atau energi yang besar, bukan saja tidak cocok bila ditinjau dari segi keuangan, ada kemungkinan tidak cocok jika diterapkan di negara yang sedang berkembang. Pengembangan proses yang sederhana dan murah merupakan pemecahan paling cocok. Pemecahan demikian disamping memecahkan masalah pencemaran air juga pada waktu yang bersamaan melestarikan sumber-sumber air.

Salah satu upaya untuk mencari alternatif pengolahan limbah dengan aspek – aspek tersebut adalah dengan menggunakan sistem lahan basah buatan (*Constructed Wetland*) yang dapat menjadi sebuah alternatif solusi permasalahan. Dari mulai penyediaan bahan-bahan, keefektifan dan kecocokan sistem kerja dengan iklim yang ada di Indonesia, terjangkaunya biaya operasional yang dibutuhkan, serta mekanisme konsep yang dapat diterapkan dan dimengerti bagi setiap lapisan masyarakat karena teknologinya bersifat alami, menjadikan keunggulan tersendiri bagi sistem yang meniru konsep lahan basah alam tersebut. (Bawole, 2000; Bawole & Prihatmo 2011;

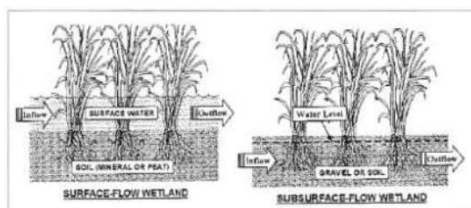
Bawole & Prihatmo, 2012; Bawole, 2015)

### Lahan Basah Buatan / *Constructed Wetland (CW)*

Lahan basah buatan merupakan teknologi pengolahan, dirancang dengan meniru proses yang ditemukan di ekosistem lahan basah alami, dibangun dengan biaya murah, air limbah diolah secara biologis. Sistem CW ini sekarang diterapkan sebagai salah satu alternatif system pengolahan limbah yang sangat potensial dan dapat diterapkan di berbagai tingkatan pegolahan, yakni dapat diterapkan sebagai

sistem utama atau dapat juga diterapkan sebagai sistem tambahan untuk pengolahan air limbah.

*Constructed Wetland (CW)* ditafsirkan sebagai salah satu sistem teknik pengolahan air limbah yang dirancang dan dibangun dengan melibatkan tanaman air, tanah atau media lain dan kumpulan mikroba terkait. CW adalah lahan basah yang sengaja dibangun untuk mengendalikan pencemaran dan pengelolaan limbah di suatu area. CW dirancang dengan perawatan yang lebih terkontrol,, misalnya dengan menetapkan *Hydraulic Retention Time (HRT)* untuk mempertimbangkan dimensinya. Ada dua jenis CW, yaitu *Free Water Surface (FWS)* dengan aliran permukaan dan aliran bawah permukaan / *Sub Surface Flow (SSF)* dengan aliran bawah permukaan. (EPA 1993)

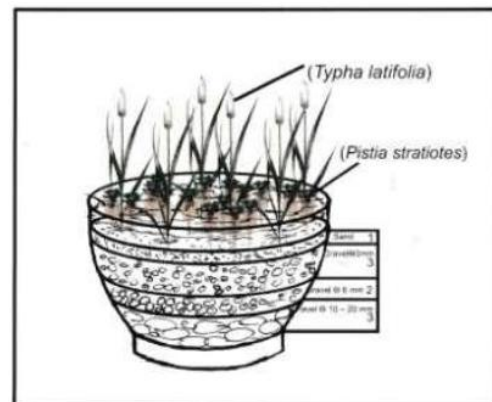


Gambar 2.1 Tipe *Constructed Wetland*

Lahan basah buatan dapat digambarkan sebagai cekungan dangkal yang terisi dengan semacam substrat filter, biasanya pasir atau kerikil, dan ditanami dengan vegetasi yang toleran terhadap air limbah.

### Hasil dan Diskusi Lahan Basah Buatan Skala Laboratorium

Media yang digunakan dalam konstruksi lahan basah terdiri dari kerikil dengan diameter 15 - 30 mm, 5 - 10 m, 1-3 mm dan pasir dengan perbandingan 3: 2: 3: 1 yang disesuaikan dengan volume tabung dengan waktu tinggal dua hari. Konsep aliran dalam sistem adalah aliran vertikal yang memungkinkan limbah untuk melewati system dan keluar melalui bagian bawah tabung.



Gambar 3.1. Sistem lahan Basah buatan multi species

Beberapa studi kasus yang dikerjakan oleh Bawole (1999, 2000, 2012, 2016), Perdana (2015) dan Neusi (2015) menunjukkan bahwa desain system CW menggunakan tanaman multi species lebih efektif untuk menghilangkan beberapa polutan dan memiliki efisiensi pengurangan konsentrasi beberapa polutan lebih besar dibandingkan menggunakan system single species. Kesimpulan hasil

efisiensi pengurangan beberapa polutan dari uji coba skala laboratorium dapat dilihat pada table 3.1.

Tanaman air dalam sistem lahan basah buatan memiliki peran dalam menyediakan lingkungan yang cocok bagi mikroba untuk tumbuh dan berkembang. Keuntungan dari sistem ini adalah pembangunan yang simpel, biaya operasional dan biaya pemeliharaan yang relatif rendah, dan sludge yang dihasilkan relatif sedikit dan stabil. (Perdana 2015)

Dari beberapa penelitian tentang sistem CW menggunakan tanaman multi species

menunjukkan hasil yang lebih efektif dalam mengurangi beberapa parameter bahan pencemar. Hal ini diasumsikan karena adanya ketersediaan yang tinggi dari mikrohabitat dan lebih bervariasinya spesies mikroorganisme yang dapat memanfaatkan microhabitat yang tersedia. Keadaan ini memungkinkan pertumbuhan yang lebih baik dari mikroorganisme yang banyak ditemukan pada zona rizosfer, sehingga proses degradasi juga akan berjalan lebih baik.

**Tabel 3.1. Efisiensi pengurangan beberapa parameter menggunakan system CW untuk mengolah limbah domestic**

Sistem	Species	Efisiensi Pengurangan (%)					
		BOD	COD	TSS	TDS	Nitrat	Phospat
Single Species	<i>Salvinia molesta</i>	54,11	53,7			84,9	
	<i>Thypha angustifolia</i>	67,09	71,11	24,1			38,96
	<i>Pistia stratiotes</i>	23	46,31	76			
	<i>Cyperus papyrus</i>	75,75	76,25	32,6	26		77
Multi species	<i>Pistia stratiotes</i>	81,36	80,4	60,9		81,7	13,09
	<i>Limncharis flava</i>						
	<i>Hydrilla verticillata</i>						
	<i>Iris psudacorus</i> <i>Echinodorus palaeifolius</i>	6,25	50,76			46,13	95,3

(Bawole, 1999; Bawole 2012; Mardiana, 2012; Perdana, 2015; Widiamingsih, 1998)

Pemilihan jenis tanaman yang akan diterapkan pada sistem CW menjadi faktor penting dari keberhasilan pengolahan air limbah. Tanaman yang

tidak tahan terhadap fluktuasi beban limbah akan cepat mati dan menambah beban organik dalam sistem pengolahan, atau tanaman yang tidak dapat tumbuh dengan baik menyebabkan proses simbiosis antara tanaman dan mikroorganisme tidak dapat berjalan dengan baik.

Prayitno dalam Perdana (2015) mengatakan bahwa penyebab rendahnya efisiensi pengurangan kontaminan dapat disebabkan kurangnya kemampuan penetrasi akar ke dalam media dan karena kekuatan penyerapan yang rendah, sehingga kemampuan tanaman untuk mengabsorpsi polutan tidak dapat berjalan secara optimal.

Mekanisme oksidasi sebagai aktivitas mikroorganisme dan tanaman juga didukung oleh adanya bakteri heterotrofik. Akar tanaman tidak hanya berperan dalam penyerapan nutrient, tetapi juga dalam menentukan kondisi *rizosphere* sebagai mikrohabitat untuk mikroorganisme. Kehadiran tanaman dalam sistem CW memungkinkan untuk meningkatkan pasokan oksigen dalam sistem, sehingga

meningkatkan kandungan oksigen terlarut. Hal ini sangat penting untuk menjaga proses degradasi dalam sistem air limbah. (Bawole, 1999; Supradata, 2005)

Karena ada banyak tanaman yang bisa tumbuh di media CW, termasuk tanaman hias yang sangat mudah untuk ditemukan, CW menggunakan tanaman hias dapat dikembangkan sebagai pertimbangan untuk meningkatkan nilai estetika dari sistem pengolahan. Karena alasan tersebut, dapat dipertimbangkan untuk menerapkan sistem CW sebagai sistem pengolahan air limbah domestik yang difungsikan juga sebagai bak-bak

taman di suatu pemukiman atau pada skala rumah tangga.



**Gambar 3.2.** Bak-bak tanaman di pemukiman dapat dimanfaatkan sebagai sistem CW

### Kesimpulan

- Tanaman hias dapat tumbuh di lingkungan seperti *wetland*
- Sistem lahan basah buatan dengan menggunakan tanaman hias dapat menjadi alternatif sistem pengolahan limbah domestik di suatu kawasan pemukiman maupun sebagai skala rumah tangga

### Daftar Pustaka

Bawole.H.(1999). Alternatif Pengolahan Limbah Domestik dengan Sistem Lahan Basah Buatan. Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta

Bawole, H. (2000). Lahan Basah Buatan, suatu Alternatif Pengolahan Limbah. Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta

Bawole,H & Prihatmo,G. (2011). Lahan Basah Buatan, Sebuah Alternatif Penerapan Pengolahan Limbah Pasar Ikan Pantai Depok, Parangtritis, bantul, DIY. Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta

Bawole,H & Prihatmo,G. (2012). *Scaled Constructed Wetland*, Alternatif Pengolahan Limbah Domestik Individual. Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta

EPA (1993). *Subsurface Flow Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*. US-USEPA

Murdiana, (2012). Kemampuan *Typha angustifolia* dan *Cyperus papyrus* pada Tertiary Treatment Limbah Cair Rumah Pemotongan Hewan Giwangan dengan Sistem Subsurface Flow Wetland. Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta

Neusi,I.N. (2015). Efektifitas Pengolahan Air Limbah Domestik System Free Water Surface Wetland dengan Single Species dan Multi Species. Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta

Prayitno (2001). Pengurangan COD dan BOD limbah Cair terolah Industri Penyamakan Kulit Menggunakan Tanaman Melati Air. Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik, Yogyakarta

Perdana, M.C.(2015). Keefektifan Single Species dan Multi Species tanaman *Iris pseudacorus* dan *Echinodorus plaefolius* dalam sistem Subsurface Wetland pada Pengolahan Limbah Domestik. Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.

Supradata (2005). Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias *Cyperus alternifolius*, L. dalam sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetland), Master Thesis