

# EFISIENSI CONSTRUCTION WETLAND *TYPHA SP.* SEBAGAI PENGOLAH AIR LIMPASAN JALAN RAYA SECARA ALAMI

---

Rudatin Windraswara, Arum Siwiendrayanti

Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang

Abstrak. Penelitian ini bersifat desain eksperimental pada skala laboratorium untuk mengetahui kemampuan *Typha latifolia*. sebagai tanaman *wetland* dalam mereduksi BOD dan COD yang berasal polutan air limpasan jalan raya sebagai bagian dari sistem drainase yang berkelanjutan. Sampel dalam penelitian ini adalah air limpasan jalan yang berasal dari air hujan yang kemudian masuk ke saluran pengumpul (drainase) jalan. Habitat *wetland* disimulasikan menggunakan kolom dengan tabung yang memiliki volume kosong 20 liter. Susunan tabung adalah sebagai berikut; tanaman *wetland*, air, pasir dan batu kerikil. Satu tabung lagi akan berlaku sebagai kontrol dengan susunan yang sama tanpa tanaman *wetland*. Desain tabung memiliki spesifikasi sebagai berikut bahan acrylic dengan ukuran diameter 9,7 cm, tinggi 40 cm, volume 20 liter, media pasir setinggi 10 cm, kerikil 15 cm, kemudian diisi air setinggi 15 cm dari batas kerikil. Nilai BOD dari sampel kontrol setelah hari ke-3 menjadi 87 mg/l dari nilai semula 104 mg/l sedangkan nilai BOD dari sampel uji setelah hari ke-3 menjadi 44 mg/l dari nilai semula 104 mg/l. Hasil ini menunjukkan tanaman tersebut mampu menghilangkan nilai BOD sebesar 65% atau BOD *removal* sebesar 65%. Nilai COD dari sampel kontrol setelah hari ke-3 menjadi 309 mg/l dari nilai semula 210 mg/l sedangkan nilai COD dari sampel uji setelah hari ke-3 menjadi 87 mg/l dari nilai semula 210 mg/l. Hasil ini menunjukkan tanaman *Typha latifolia* mampu menghilangkan nilai COD sebesar 58,6% atau COD *removal* sebesar 58,6%. Kedua parameter tersebut telah sesuai dengan baku mutu Kepmen LH no 112 tahun 2003 dan Kepmen LH no 51 tahun 1999.

Kata kunci: *Wetland*, *Typha latifolia*

## PENDAHULUAN

Studi penggunaan *wetland* dalam pengolahan limbah telah ada sejak tahun 1970-an di Amerika Serikat maupun di Eropa. Pada masa-masa awal, peran *wetland* sebatas diakui berfungsi sebagai pelengkap lansekap maupun perannya dalam sebuah ekosistem tanaman air. Saat ini fungsi dan peran *wetland* sudah sedemikian luas, selain sebagai sebuah sistem dalam komunitas tanaman air juga sebagai alternatif pengolah berbagai jenis limbah, baik limbah domestik maupun

industri secara alami.

Saat ini peran *wetland* sebagai bagian dari *sustainable urban drainage system* (SUDS) atau sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan semakin mendapatkan perhatian dari para peneliti hidrologi dan teknologi lingkungan. SUDS adalah sistem drainase yang banyak memanfaatkan daerah resapan alami sebagai bagian dari perencanaan pengendalian banjir. Sistem ini menjadi alternatif dari sistem drainase konvensional yang rentan terhadap banjir, penyebab polusi ke lingkungan dan rawan terhadap terjadinya kontaminasi air tanah. *Wetland* sebagai bagian ekosistem alami di lingkungan memiliki kemampuan untuk menyerap dan menyaring polutan dalam batas-batas tertentu sehingga mampu membersihkan air dari polutannya seperti polutan organik, nitrat, ammonia, fosfat, maupun *suspended solid*. Bahkan beberapa penelitian seperti Karbiscak, et.al (2001), Kosolapov, et.al (2004) dalam Scholz (2006) menunjukkan kemampuan *wetland* dalam menyerap logam berat.

Jalan raya atau jalur transportasi menjadi sumber pencemar, baik pencemaran udara maupun pencemaran air. Khusus untuk pencemaran air, sebagian besar sumber pencemaran yang berasal dari jalan raya ada dalam bentuk air limpasan permukaan (*surface run off*). Air limpasan permukaan ini mengandung polutan organik, nitrat, fosfat, sulfur dan mungkin logam berat yang berasal dari lahan pertanian yang dilewati maupun berasal dari sisa asap knalpot dan kendaraan yang berada di permukaan tanah maupun aspal. Selama ini polutan yang berasal dari pencemaran air limpasan jalan raya ini lebih sering diabaikan sehingga terjadi pencemaran tanah maupun air baik air permukaan maupun air tanah.

Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki keragaman botani yang luar biasa. Tidak kurang terdapat 4.500 spesies tanaman yang berada di Pulau Jawa saja. Potensi dari keragaman yang berupa tanaman ini masih kurang dimanfaatkan dalam penerapan teknologi penanggulangan pencemaran. Padahal teknologi alami memiliki banyak kelebihan, seperti efektivitasnya maupun dari segi rendahnya biaya investasi maupun perawatannya. Penelitian ini mencoba mengetahui kemampuan *Typha sp.* sebagai spesies yang banyak tumbuh di pantai Semarang dan Karimun Jawa dalam mereduksi polutan yang berasal dari air limpasan jalan raya.

Tujuan umum dari penelitian eksperimental ini adalah untuk menentukan desain yang sesuai dari pengolahan limbah air limpasan jalan raya dengan menggunakan aliran vertikal *wetland*.

## **METODE**

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan eksperimen ulang atau yang disebut *One Group Pretest-Posttest Design*. Dalam rancangan ini digunakan satu kelompok subyek. Pertama-tama dilakukan pengukuran, lalu dikenakan perlakuan untuk jangka waktu tertentu, kemudian dilakukan pengukuran untuk kedua kalinya setelah dilakukan perlakuan.

Jenis penelitian ini merupakan penelitian dengan skala laboratorium. Skala laboratorium

merupakan skala pendahuluan sebelum dilaksanakan pada skala pilot dan skala penuh. Penelitian ini berfokus untuk mengolah limbah yang berasal air limpasan jalan raya yang mengandung berbagai macam polutan baik organik maupun logam yang berasal dari pencemaran dari pertanian maupun asap dan kendaraan menggunakan 2 buah susunan aliran vertikal constructed *wetland*.

Sampel adalah sebagian yang diambil dari keseluruhan objek yang diteliti dan dianggap mewakili keseluruhan populasi tersebut (Notoadmodjo, 2002). Sampel dalam penelitian ini adalah air limpasan jalan yang berasal dari air hujan yang kemudian masuk ke saluran pengumpul (drainase) jalan. Sampel diambil pada range waktu 5 – 11 September 2011 di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang.

Pada rencana awal penelitian akan dilakukan di dalam Laboratorium Kesehatan Lingkungan dengan perlakuan yang sama dengan kondisi habitat aslinya, dengan cahaya alami sinar matahari pada siang hari dan tanpa cahaya pada malam hari. BOD dan nitrat dianggap sebagai polutan air limpasan jalan raya yang berasal dari limbah pertanian dan diteliti selama periodik untuk mengetahui mekanisme penyerapan polutan.

Kondisi di lapangan dan dengan alasan untuk mempermudah pemantauan menyebabkan diperlukan penyesuaian lokasi penelitian sehingga lokasi penelitian diubah di Perumahan Greenvillage, Kelurahan Ngijo, Kecamatan Gunungpati Kota Semarang tempat di mana lokasi sampel limpasan air hujan diambil.

Instrumen dalam penelitian ini adalah tanaman *Typha latifolia* dengan klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae (Tumbuhan)
Subkingdo	: Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
Super Divi	:Spermatophyta (Menghasilkan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
Kelas	: Liliopsida (berkeping satu / monokotil)
Sub Kelas	: Commelinidae
Ordo	: Typhales
Famili	: Typhaceae
Genus	: Typha
Spesies	: Latifolia

Habitat *wetland* disimulasikan menggunakan kolom dengan tabung yang memiliki volume kosong 20 liter. Susunan tabung adalah sebagai berikut; tanaman *wetland*, air, pasir dan batu kerikil. Satu tabung lagi akan berlaku sebagai kontrol dengan susunan yang sama tanpa tanaman *wetland*.

Desain tabung memiliki spesifikasi sebagai berikut:

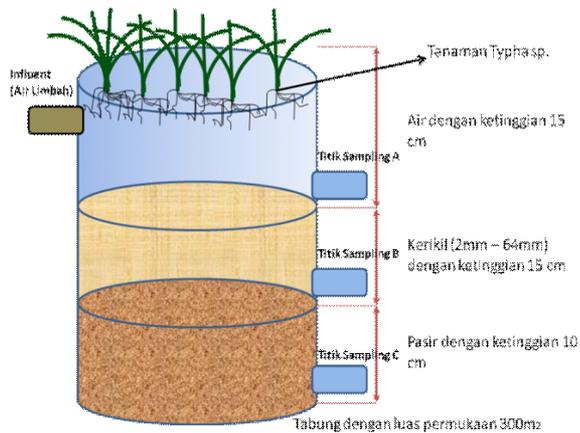
Bahan : acrylic

Diameter : 9,7 cm

Tinggi : 40 cm

Volume : 20 liter

Media : pasir setinggi 10 cm, kerikil 15 cm, kemudian diisi air setinggi 15 cm dari batas kerikil.



Gambar 2. Desain Wetland Buatan

Instrumen tabung ini terdiri dari 2 tabung yang berupa 1 tabung kontrol yang tidak berisi tanaman wetland dan hanya berisi media saja; dan 1 tabung uji *constructed wetland*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian dan pengujian laboratorium, didapatkan hasil untuk parameter BOD adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran BOD (mg/l) untuk Sampel Kontrol

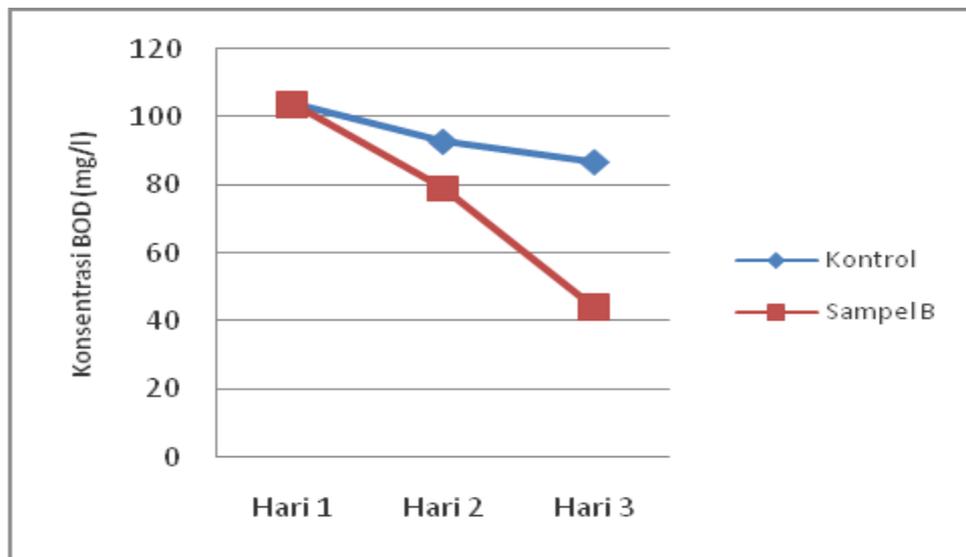
Nama Sampel	Hari 1	Hari 2	Hari 3
Kontrol (mg/l)	104	93	87
Baku Mutu BOD sesuai Permenlh no 112 Tahun 2003	50	50	50

Sedangkan untuk pengukuran parameter BOD pada sampel uji adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengukuran BOD (mg/l) untuk Sampel Uji

Nama Sampel	Hari 1	Hari 2	Hari 3
Sampel B (mg/l)	104	79	44
Baku Mutu BOD sesuai Permenlh no 112 Tahun 2003	50	50	50

Perbandingan untuk pengukuran parameter BOD antara kontrol dengan sampel uji dapat dilihat pada Gambar 3. berikut ini.



**Gambar 3. Grafik Perbandingan Parameter BOD antara Kontrol dengan Sampel Uji**

Berdasarkan penelitian dan pengujian laboratorium, didapatkan hasil untuk parameter COD adalah sebagai berikut:

**Tabel 3. Hasil Pengukuran COD (mg/l) untuk Sampel Kontrol**

Nama Sampel	Hari 1	Hari 2	Hari 3
Kontrol (mg/l)	210	120	309
Baku Mutu COD sesuai Kermenlh no 51 Tahun 1995	100	100	100

Sedangkan untuk pengukuran parameter COD pada sampel uji adalah sebagai berikut:

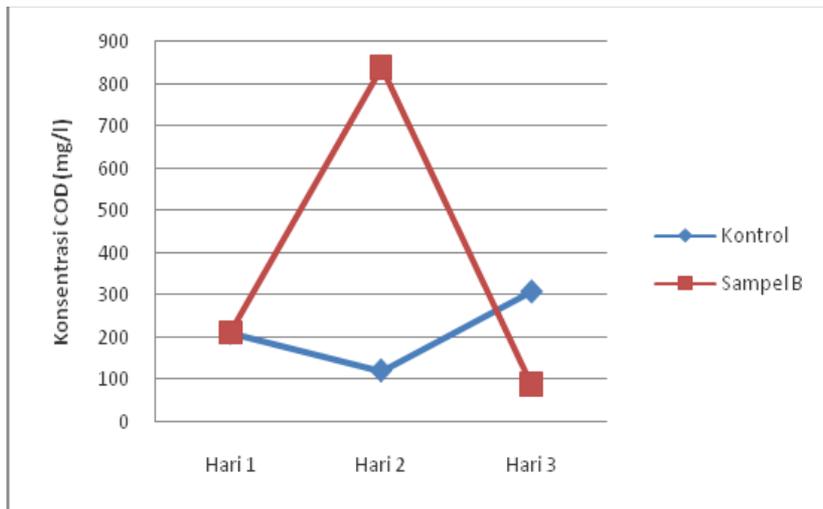
**Tabel 4. Hasil Pengukuran COD (mg/l) untuk Sampel Uji**

Nama Sampel	Hari 1	Hari 2	Hari 3
Sampel B (mg/l)	210	839	87
Baku Mutu COD sesuai Kepmenlh no 51 Tahun 1995	100	100	100

Park dan Yoon (2003) dalam Scholz (2006) menyatakan bahwa limpasan air hujan yang berasal dari kawasan pemukiman adalah penyumbang terbesar bagi pencemaran saluran air urban atau perkotaan. Masih menurut Park dan Yoon (2003) dalam Scholz (2006), polutan utama

pada air limpasan ini meliputi BOD, SS, logam berat, hidrokarbon dan *fecal coliform*. Pada saat percobaan ini dilakukan sampel air diambil dari saluran drainase jalan pada saat terjadi hujan yang terjadi sekitar pada range waktu 5 – 11 September 2011 di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang.

Perbandingan untuk pengukuran parameter BOD antara kontrol dengan sampel uji dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.



**Gambar 4. Grafik Perbandingan Paramater COD antara Kontrol dengan Sampel Uji**

Air hujan yang telah tercampur dengan polusi udara, logam berat dari kendaraan bermotor, *fecal coliform* dari kotoran di jalan, sisa pupuk dan zat organik tanah yang terlarut membuat sifat air hujan menjadi berubah dan bersifat mencemari. Parameter BOD ini akan menjadi indikator seberapa besar kandungan zat organik biokimia yang terkandung dalam air hujan dan seberapa besar efisiensi removal dari tanaman *Typha latifolia*.

Berdasarkan gambar 3, terlihat bahwa terdapat perbedaan penurunan nilai BOD antara sampel kontrol dengan sampel uji. Tujuan dari sampel kontrol ini adalah untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara pengaruh dari penguraian alami akibat pengendapan dan penyaringan dengan pengaruh dari kehadiran tanaman *Typha latifolia*.

Nilai BOD dari sampel kontrol setelah hari ke-3 menjadi 87 mg/l dari nilai semula 104 mg/l sedangkan nilai BOD dari sampel uji setelah hari ke-3 menjadi 44 mg/l dari nilai semula 104 mg/l. Hasil ini menunjukkan tanaman tersebut mampu menghilangkan nilai BOD sebesar 65% atau BOD *removal* sebesar 65%.

Uji statistik dengan menggunakan uji T tidak berpasangan karena data terdistribusi normal menunjukkan nilai signifikansi *Levene's test* 0,005 atau nilai  $p < 0,05$  yang berarti varians kedua data, yaitu sampel kontrol dan sampel uji, adalah tidak sama. Hasil uji t tidak berpasangan menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,278 atau nilai  $p > 0,05$  yang berarti tidak terdapat

perbedaan yang signifikan antara sampel kontrol dengan sampel uji. Hasil statistika ini mungkin disebabkan pada sampel kontrol terdapat efek filtrasi sehingga memiliki efek yang hampir sama dengan pengaruh apabila tabung ditanami *Typha latifolia*. Hal lain yang mungkin menyebabkan perbedaan rerata menjadi tidak signifikan adalah jumlah sampel yang terlalu sedikit.



**Gambar 5. Penurunan Volume Air Akibat Penyerapan oleh *Typha latifolia***

Dari gambar 5, terdapat perbedaan yang jelas dari volume air dalam tabung. Terdapat penurunan muka air setinggi 2 cm atau sekitar 0,6 liter setiap harinya. Hal ini sesuai dengan bahwa neraca hidrologis atau neraca air adalah total air yang masuk dan keluar dari lokasi wetland. Neraca air dipengaruhi oleh variabilitas iklim. Pada saat percobaan ini dilakukan, iklim di lokasi lebih didominasi musim kemarau yang cukup panas. Hal ini menyebabkan terjadinya transpirasi (air keluar melalui pembuluh tanaman ke atmosfer) dan evaporasi (air yang menguap secara langsung dari tanah maupun air) yang lebih daripada musim penghujan.

Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) ini akan menjadi indikator seberapa besar kandungan zat organik kimia yang terkandung dalam air hujan dan seberapa besar efisiensi removal dari tanaman *Typha latifolia*. COD adalah jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. Nilai COD mencakup kebutuhan oksigen untuk reaksi biokimiawi, karena senyawa organik yang dapat dirombak oleh mikroorganisme dapat pula mengalami oksidasi lewat reaksi kimiawi. Jadi nilai COD akan memiliki numerik yang lebih besar daripada nilai BOD. COD merupakan salah satu parameter kunci untuk pendeteksian tingkat pencemaran air. Semakin tinggi COD semakin jelek kualitas air yang ada (Alaerts dan Santika, 1984).

Gambar 4 menunjukkan grafik perbandingan antara sampel kontrol dengan sampel uji. Pengukuran sampel uji pada hari ke-2 menunjukkan inkonsistensi penurunan COD. Beberapa hal yang dapat menyebabkan inkonsistensi pengukuran ini adalah kesalahan dalam hal pengambilan sampel atau kesalahan pengukuran di laboratorium.

Nilai COD dari sampel kontrol setelah hari ke-3 menjadi 309 mg/l dari nilai semula 210 mg/l sedangkan nilai COD dari sampel uji setelah hari ke-3 menjadi 87 mg/l dari nilai semula 210 mg/l. Hasil ini menunjukkan tanaman *Typha latifolia* mampu menghilangkan nilai COD sebesar 58,6% atau COD *removal* sebesar 58,6%.

Karena data tidak terdistribusi normal, maka uji statistik menggunakan alternatif dari uji

T tidak berpasangan yaitu uji Mann-Whitney. Dengan uji Mann-Whitney diperoleh angka signifikansi 1. Karena nilai  $p > 0,05$ , berarti tidak ada perbedaan yang bermakna untuk pengurangan COD antara sampel kontrol dengan sampel uji. Hasil statistika ini mungkin disebabkan pada sampel kontrol terdapat efek filtrasi sehingga memiliki efek yang hampir sama dengan pengaruh apabila tabung ditanami *Typha latifolia*.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Penelitian untuk mengetahui efisiensi *constructed wetland* sebagai pengolah air limpasan ini menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan penurunan nilai BOD antara sampel kontrol dengan sampel uji. Nilai BOD dari sampel kontrol setelah hari ke-3 menjadi 87 mg/l dari nilai semula 104 mg/l sedangkan nilai BOD dari sampel uji setelah hari ke-3 menjadi 44 mg/l dari nilai semula 104 mg/l. Hasil ini menunjukkan tanaman tersebut mampu menghilangkan nilai BOD sebesar 65% atau BOD *removal* sebesar 65%. Hasil uji T tidak berpasangan menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,278 atau nilai  $p > 0,05$  yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara sampel kontrol dengan sampel uji.
2. Nilai COD dari sampel kontrol setelah hari ke-3 menjadi 309 mg/l dari nilai semula 210 mg/l sedangkan nilai COD dari sampel uji setelah hari ke-3 menjadi 87 mg/l dari nilai semula 210 mg/l. Hasil ini menunjukkan tanaman *Typha latifolia* mampu menghilangkan nilai COD sebesar 58,6% atau COD *removal* sebesar 58,6%. Dari uji Mann-Whitney diketahui tidak ada perbedaan yang bermakna untuk pengurangan COD antara sampel kontrol dengan sampel uji.

Percobaan pengolahan *constructed wetland* dengan menggunakan *Typha latifolia* telah menurunkan nilai BOD dari semula 104 mg/L menjadi 44 mg/L dan nilai COD dari semula 210 mg/L menjadi 87 mg/L sehingga memenuhi baku mutu Kepmen LH no 112 tahun 2003 dan Kepmen LH no 51 tahun 1999.

### DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G., Sri Sumestri Santika. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Penerbit: Usaha Nasional: Surabaya.
- Environmental Protection Agency. 2009. *Stormwater Wet Pond And Wetland Management Guidebook*. Center for Watershed Protection 8390 Main Street, Second Floor Ellicott City.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik terutama parameter BOD dan parameter COD.
- Scholz, Miklas. 2006. *Wetland Systems to Control Urban Runoff*. The Netherlands: Elsevier.
- Soekidjo Notoatmodjo. 2003. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Undang-Undang No 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.