

EFEKTIFITAS *CONSTRUCTED WETLANDS* TIPE *SUBSURFACE FLOW SYSTEM* DENGAN MENGGUNAKAN TANAMAN *Cyperus rotundus* UNTUK MENURUNKAN KADAR FOSFAT DAN COD PADA LIMBAH CAIR LAUNDRY

Eucinda Erwin P., Tri Joko, Hanan Lanang D.

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat

Universitas Diponegoro

Email: eucindaep@gmail.com

Abstract : *The increased number of laundry industries in urban area inflicted increase amount of detergent usage. Laundry's liquid waste contains high phosphate and COD concentration that causing the water pollution. One of methods to reduce phosphate and COD is using constructed subsurface flow wetlands with *Cyperus rotundus* plant. The aim of this experiment is to determine the efectivity of retention time along 2, 4, 6, and 8 days to decreasing of phosphate and COD. The type of research is quasi experiment research with nonrandomized pretest posttest design, with amount of 48 samples. The samples were tested on Health Laboratory of Central Java Province. The results showed that the persentation to reduce phosphate with retention time of 2, 4, 6 and 8 days in a row are 76,06%, 82,24%, 64,39% dan 70,41%. The persentation to reduce COD with retention time of 2, 4, 6, and 8 days in a row are 88,84%, 94,79%, 83,98% dan 84,52%. The result of One Way Anova test showed that significance value of phosphate and COD in a row are (p-value) = 0,224 ($p > 0,05$) dan (p-value) = 0,001 ($p < 0,05$). The most effective of retention time to reduce phosphate and COD is 4 days. It was concluded that COD was appropriate quality standards, while phosphate was not appropriate quality standards. The further experiments needed to do with the variation in plant weight and number of plants.*

Key words : *Laundry's liquid waste, constructed wetland, *Cyperus rotundus*, phosphate and COD, retention time*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Masalah utama yang harus dihadapi dunia berkaitan dengan masalah air adalah kecenderungan dimasa mendatang, dunia akan menghadapi krisis air yang berkepanjangan, meningkatnya masalah pencemaran yang memasuki badan air dan jumlah kebutuhan air akan semakin tinggi seiring pertumbuhan penduduk.¹ Air limbah juga merupakan bahan sisa yang merupakan kotoran dari masyarakat dan rumah tangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum.²

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan dan urbanisasi penduduk di wilayah perkotaan, membawa perubahan bagi pola hidup masyarakat. Hal ini menyebabkan meningkatnya permintaan masyarakat atas layanan jasa rumah tangga, salah satunya adalah industri pencucian pakaian (*laundry*).³ Dengan meningkatnya jumlah usaha industri *laundry* yang menghasilkan limbah cair sisa penggunaan detergen, maka limbah cair *laundry* yang dihasilkan semakin banyak setiap harinya. Peningkatan jumlah limbah akibat pencucian pakaian yang dihasilkan ini memiliki dampak langsung kepada lingkungan apabila tidak dikelola dan diolah dengan baik karena limbah *laundry* ini dapat mencemari badan air dan tanah.³ Air limbah *laundry* mengandung beberapa bahan kimia pada bahan baku detergen seperti fosfat, surfaktan, ammonia dan nitrogen serta kadar padatan terlarut, kekeruhan, BOD (*Biological Oxygen Demands*) dan COD (*Chemical Oxygen Demands*).⁴

Fosfat dalam deterjen memiliki fungsi

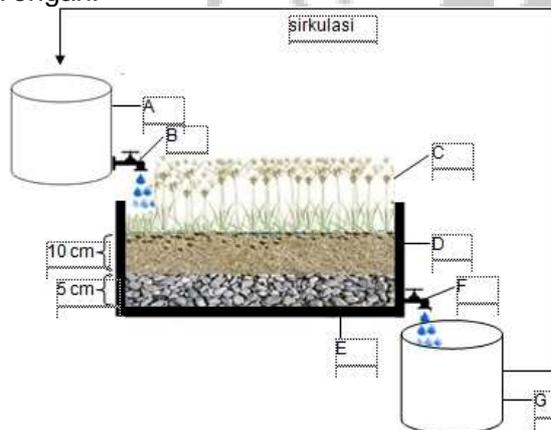
sebagai pencegah datangnya kotoran ke dalam pakaian yang sudah dicuci kembali. Penggunaan deterjen tersebut pada akhirnya akan mempertambah konsentrasi fosfat dalam badan air buangnya sehingga memicu pertumbuhan algae.⁵ Sedangkan konsentrasi COD air limbah *laundry* yang berasal dari kegiatan rumah tangga memiliki konsentrasi antara 600-2.500 mg/l. Kadar COD dalam air limbah berkurang seiring dengan berkurangnya konsentrasi bahan organik yang terdapat dalam air limbah. Semakin tinggi nilai COD, berarti semakin tinggi pula zat organik di dalam limbah dan sebaliknya.⁶

Constructed wetland atau rawa buatan memiliki kemampuan cukup tinggi dalam menghilangkan bahan pencemar.⁷ Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (*Sub Surface Flow -Wetlands*) memiliki prinsip kerja sistem pengolahan limbah dengan memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan air dengan mikroorganisme dalam media di sekitar sistem perakaran (*Rhizosphere*) tanaman tersebut.⁸ Pengolahan limbah *laundry* dengan menggunakan metode wetland melalui tanaman rumput teki (*Cyperus rotundus L.*), menjadi pilihan dalam upaya pengolahan limbah cair dan fokus penelitian ini.

Cyperus rotundus L. memiliki beberapa keunggulan. Beberapa keunggulan tanaman ini antara lain; tanaman ini memiliki akar serabut yang banyak dan teki merupakan gulma yang memiliki kemampuan menyerap unsur hara yang besar dibandingkan dengan tanaman yang lain, selain itu teki dapat mudah tumbuh dimana saja, mudah perawatannya, dan tahan terhadap berbagai pengaruh luar.⁹

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian *quasi experiment research* dengan rancangan penelitian *Nonrandomized Pretest Posttest Design*. Sampel dalam penelitian ini adalah sebagian limbah cair yang diambil dari *laundry* Kurnia di Kecamatan Tembalang, Kota Semarang. Setiap waktu tinggal 2,4,6 dan 8 hari dilakukan pengulangan sebanyak 6 kali. Total sampel sebanyak 48 sampel terdiri dari 24 sampel *pretest* dan 24 sampel *posttest*. Pemeriksaan laboratorium dilakukan di Balai Laboratorium Kesehatan Provinsi Jawa Tengah.



Gambar 1. Desain *Constructed Wetlands* Tipe *Subsurface Flow System* menggunakan tanaman *Cyperus rotundus* dengan Resirkulasi

Keterangan :

A = Bak ekualisasi

B = Keran *inlet* air limbah *laundry*

C = Tanaman *Cyperus rotundus*

D = Media berupa pasir

E = Media berupa kerikil berukuran 2-3 cm

F = Keran *outlet* air limbah *laundry*

G = Bak pengumpul

Bak reaktor yang digunakan yaitu jirigen plastik dengan volume 20 liter berbentuk persegi panjang dengan panjang, lebar dan tinggi masing-masing yaitu 33,3 cm x 25 cm x 15 cm. Volume air limbah yang diolah dalam penelitian ini adalah 5 liter dan debit yang ditentukan adalah 1,25 liter/ jam dengan proses resirkulasi secara manual. Pengoperasian pengolahan dilakukan dengan sistem semi *batch*, yaitu air limbah hanya mengalir dari pukul 06.00-18.00 setiap harinya.

Media tanam yang digunakan yaitu kerikil dan pasir. Kerikil yang digunakan yakni yang berukuran 2-3 cm. Sedangkan pasir yang digunakan yakni pasir halus. Tinggi tanaman *Cyperus rotundus* yang digunakan dalam pengolahan adalah 15-20 cm. Jarak tanaman dalam penelitian ini adalah jarak antar koloni tanaman yang berada di dalam bak reaktor. Masing-masing bak ditanami 30 koloni tanaman *Cyperus rotundus* dengan jumlah batang yang sama tiap koloninya (2 batang/ koloni). Tanaman *Cyperus rotundus* ditanam dan diberi jarak 5 cm antar koloni satu dengan koloni yang lainnya.

Aklimatisasi ini dilakukan dengan cara memindahkan tanaman kedalam media tanam yang berada dalam *constructed wetlands* dan diberikan air sumur selama 3 hari untuk membiasakan tanaman dengan lingkungan baru. Kemudian setelah itu dilanjutkan dengan proses optimasi konsentrasi air limbah 25% selama 1 minggu, dan selanjutnya ditambahkan konsentrasi air limbah 50% selama 1 minggu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Perbandingan Selisih Kadar Fosfat Antar Kelompok Perlakuan dengan Variasi Waktu Tinggal

	Kadar Fosfat (mg/l) pada Berbagai Variasi Waktu Tinggal			
	2 hari	4 hari	6 hari	8 hari
Rata-rata pretest	9,23	14,77	10,28	10
Rata-rata posttest	1,96	2,42	2,71	2,57
Selisih	7,27	12,36	7,57	7,44
%	76,06	82,24	64,39	70,4

Pada tabel 1. menunjukkan kadar fosfat rata-rata kelompok variasi waktu tinggal 4 hari yaitu 12,36 mg/l merupakan penurunan kadar fosfat tertinggi (82,24%), sedangkan kadar fosfat rata-rata kelompok variasi dengan waktu tinggal 2 hari adalah 7,27 mg/l merupakan penurunan kadar fosfat terendah (76,06%).

Menurut penelitian Ernastin (2015), pengolahan limbah cair *laundry* pada *constructed wetlands* tipe *Subsurface Flow System* menggunakan media kerikil selama 18 hari terjadi penurunan konsentrasi BOD, COD dan fosfat pada tanaman *Typha latifolia* masing-masing menjadi 6,19mg/l (turun 94%), 63,04mg/l (turun 76%) dan 1,10 mg/l (turun 91%), sedangkan tanaman *Cyperus alternifolius* masing-masing menjadi 4,16mg/l (turun 96%), 60,77mg/l (turun 77%) dan 3,588 mg/l (turun 72%).¹⁰

Tabel 2. Perbandingan Kadar COD Antar Kelompok Perlakuan dengan Variasi Waktu Tinggal

	Kadar COD (mg/l) pada Berbagai Variasi Waktu Tinggal			
	2 hari	4 hari	6 hari	8 hari
Rata-rata pretest	374,17	688,5	259,33	374,17
Rata-rata posttest	42,17	36,17	35,33	51,67
Selisih	332	652,33	224,33	322,5
%	88,84	94,79	83,98	84,52

Pada tabel 2. menunjukkan kadar COD rata-rata kelompok variasi waktu tinggal 4 hari yaitu 652,33 mg/l merupakan penurunan kadar COD tertinggi (94,79 %), sedangkan kadar COD rata-rata kelompok variasi waktu tinggal 6 hari yaitu 224,33 mg/l merupakan penurunan kadar COD terendah (83,98%).

Berdasarkan penelitian Rininta Kurnia P, tanaman *Cyperus rotundus* dengan variasi waktu tinggal dan jumlah koloni tanaman menggunakan media pasir dapat menurunkan kadar COD pada lindi, dimana reaktor yang mengalami efisiensi terbesar adalah reaktor dengan jumlah rumput teki sebanyak 8 koloni pada hari ke-12 yakni 72,69% untuk COD dan 75,69% untuk BOD. Hal ini disebabkan *Cyperus rotundus* telah tumbuh dan menyebar secara baik karena telah dilakukan aklimatisasi yang cukup.¹¹

Tabel 3. Hasil Uji *One Way Anova* Fosfat

	df	F	Sig.	
selisih fosfat	Between Groups	3	1.588	.224
	Within Groups	20		
	Total	23		

Dari tabel 3. diketahui nilai p-value = 0,224 (>0,05) maka H_a ditolak, H_o diterima. Sehingga tidak ada perbedaan rata-rata penurunan kadar fosfat limbah cair *laundry* pengolahan *constructed wetlands* tipe *Subsurface Flow System* tanaman *Cyperus rotundus* dengan variasi waktu tinggal.

Penurunan kandungan BOD, COD, fosfat (PO_4) dan deterjen membuktikan bahwa terjadi proses fisika, kimia dan biologi yang disebabkan oleh adanya interaksi antara tanaman, substrat dan mikroorganisme. Proses-proses tersebut terjadi karena tanaman berperan penting karena memiliki beberapa fungsi antara lain sebagai media tumbuh

mikroorganisme dan juga menyediakan kebutuhan oksigen bagi akar dan daerah perakaran dengan proses fotosintesa, yang digunakan untuk pertanaman biologis bagi mikroorganisme yang berada di zona akar, dalam hal ini tanaman memiliki kemampuan memompa udara melalui sistem akar. Selain itu tanaman juga menjadi komponen penting dalam proses transformasi nutrient yang berlangsung secara fisik dan kimia mendukung proses pengendapan terhadap partikel tersuspensi. Terjadinya kematian pada akar disertai dengan pelepasan bahan organik yang mendukung terjadinya proses denitrifikasi dan proses filtrasi bahan solid.¹²

Tabel 4. Hasil Uji *One Way Anova* COD

	df	F	Sig.
Between Groups	3	15.211	.000
Within Groups	20		
Total	23		

Dari tabel 4. diketahui nilai p-value = 0,001 (<0,05) maka H_a diterima, H_0 ditolak. Sehingga ada perbedaan rata-rata penurunan kadar COD limbah cair *laundry* pengolahan *constructed wetlands* tipe *Subsurface Flow System* tanaman *Cyperus rotundus* dengan variasi waktu tinggal.

Dalam metode *constructed wetlands* penurunan COD diakibatkan karena adanya kerjasama antara tanaman dengan mikroorganisme yang terdapat disekitar akar tanaman, yang biasanya disebut dengan mikroorganisme rhizosfera. Oksigen yang berasal dari hasil fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan materi organik, sedangkan hasil dari penguraian materi organik tersebut diserap oleh tanaman,

demikian seterusnya siklus penguraian materi organik dan penyerapan unsur hara berputar. Melalui siklus simbiosis ini akan berdampak terhadap penurunan pencemaran dalam air limbah.¹³

KESIMPULAN DAN SARAN

Constructed wetlands tipe *Subsurface Flow System* menggunakan tanaman *Cyperus rotundus* dengan waktu tinggal 2 hari menurunkan kadar fosfat dan COD dengan rata-rata 7,27 mg/l dan 332 mg/l. Pada waktu tinggal 4 hari menurunkan kadar fosfat dan COD dengan rata-rata 12,36 mg/l dan 652,33 mg/l. Waktu tinggal 6 hari menurunkan kadar fosfat dan COD dengan rata-rata 7,57 mg/l dan 224,33 mg/l. Sedangkan pada waktu tinggal 8 hari menurunkan kadar fosfat dan COD dengan rata-rata 7,44 mg/l dan 322,5 mg/l.

Tidak ada perbedaan rata-rata penurunan kadar fosfat limbah cair *laundry* pengolahan *constructed wetlands* tipe *Subsurface Flow System* tanaman *Cyperus rotundus* dengan variasi waktu tinggal. Sedangkan terdapat perbedaan rata-rata penurunan kadar COD limbah cair *laundry* pengolahan *constructed wetlands* tipe *Subsurface Flow System* tanaman *Cyperus rotundus* dengan variasi waktu tinggal.

Penurunan kadar fosfat dan COD paling tinggi pada *constructed wetlands* tipe *Subsurface Flow System* menggunakan tanaman *Cyperus rotundus* adalah dengan waktu tinggal 4 hari.

Bagi pengusaha *laundry* disarankan untuk melakukan pengolahan terhadap air limbah sebelum dibuang ke badan air agar tidak menyebabkan pencemaran. Salah satunya dengan memanfaatkan tanaman *Cyperus rotundus*. Selain itu, diperlukan juga adanya kajian ulang mengenai penerapan *constructed wetlands* pada skala lapangan. Sedangkan saran bagi peneliti perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan

variasi berat tanaman dan jumlah tanaman sehingga dapat diperoleh hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sabli, T.E. *Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Medium Tanah dalam Sistem Lahan Basah*. Universitas Diponegoro, Semarang; 2002.
2. Sugiharto. *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: UI Press; 1987.
3. Rahmawati, I.D. *Penurunan Kandungan Phospat Pada Limbah Cair Industri Pencucian Pakaian (Laundry) Menggunakan Karbon Aktif Dari Sampah Plastik Dengan Metode Batch Dan Kontinyu*. Universitas Diponegoro, Semarang; 2008.
4. Ahmad JHE-D. *Design of a Modified Low Cost Treatment System for the Recycling and Reuse of Laundry Waste Water*. 2008; 52 (7) : 973 – 8.
5. Paytan, A; McLaughin K. *Phosphorus in Our Waters*. Oceanography. 2007; 20 (2) : 200 – 8.
6. Nugroho, S. Y. *Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Industri Pencucian Pakaian (Laundry) dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Filter Serat Plastik dan Tembikar dengan Susunan Random*. Universitas Diponegoro, Semarang; 2014.
7. Meutia, A. A. ASS. *Wetlands Restoration: Constructeed Wetlands in General Consideration*. Bogor: International – Indonesia Programme, Netherlands Committee for IUCN; 2006.
8. Supradata. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands)*. Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Diponegoro, Semarang; 2005.
9. Moenandir, J. *Pengantar Ilmu dan Pengendalian Gulma (Ilmu Gulma-Buku 1)*. Jakarta: Citra Niaga Rajawali Press; 1993
10. Maria, E. *Penyisihan Limbah Fosfat, BOD dan COD dari Detrejen Air Buangan Cucian dengan Fitoremediasi pada Wetland Artifisial*. Yogyakarta; 2015.
11. Amalia, D. R. *Pengaruh Jumlah Koloni Rumput Teki (Cyperus rotundus L.) pada Media Tanah TPA terhadap Penurunan Konsentrasi BOD dan COD dalam Lindi (Studi Kasus TPA Jatibarang-Semarang)*. Semarang; 2014.
12. Prasetyaningtyas, D. *Evaluasi Kinerja Sistem Subsurface Flow Constructed Wetland pada IPAL Domestik Tlogo Mas, Malang, Surabaya*; 2003
13. *Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Industri Pencucian Pakaian (Laundry) dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Filter Serat Plastik dan Tembikar dengan Susunan Random*. Universitas Diponegoro, Semarang; 2014.