

**KEMAMPUAN *CONSTRUCTED WETLAND*
JENIS ALIRAN BAWAH PERMUKAAN (*SSF-WETLAND*)
DALAM MENGOLAH AIR LIMBAH KAWASAN KOMERSIAL**

Oni Loretha¹, Lita Darmayanti², Yohanna Lilis Handayani²

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru
Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : oniloretha@gmail.com

ABSTRACT

*Wastewater of commercial areas such as hotels, shops, restaurants, offices, and shopping centers relatively contain high pollutant concentrations, they caused the imbalance of drainage ecological quality, health problems, and the water pollution itself. The effective technology in treating waste water is The Sub Surface Flow Constructed Wetland (SSF-Wetland) that maximize either the impact or the potency of the plants in treating waste water in the physical, chemical and biological way by using plants/vegetation, water and microorganisms to reduce the level of pH, Chemical Oxygen Demand (COD), and the level of Total Suspended Solid (TSS) contained in waste water by slowly flowing them through the inlet hole to the surface covered by the living plants. The experimental result shows by using bamboo water plant (*Equisetum hyemale*) in artificial wetland system, the content of pollutants in wastewater can be eliminated. The highest average value of COD reduction efficiency is 61.9 %, 92.6 % of TSS and the decreasing of pH reaches 29.4%. The advantage of wastewater treatment using this system enables us to produce the appropriate water quality of the domestic wastewater based on the quality standards.*

Keywords: Equisetum hyemale, SSF-Wetland, wastewater

PENDAHULUAN

Air limbah domestik adalah buangan cair yang berasal dari hasil kegiatan permukiman, dan daerah komersial seperti perhotelan, pertokoan, restoran, perkantoran, dan pusat perbelanjaan. Pembuangan air limbah ke saluran drainase secara kontinu tanpa pengolahan terlebih dahulu akan menyebabkan kemampuan pemulihan alamiah (*self-purification*) air terlampaui. Dampak negatifnya adalah pencemaran air yang serius, ketidakseimbangan kualitas ekologi di aliran drainase, sehingga menyebabkan gangguan kesehatan pada masyarakat (diare, kutu air, tipus, kudis, kurap) dan tercemarnya air tanah dangkal terdekat. Salah satu sistem pengolahan limbah yang merupakan teknologi tepat guna yang mampu mengolah air limbah domestik adalah teknologi *wetlands* atau sistem tanah basah/lahan basah/rawa buatan dengan memanfaatkan tanaman/vegetasi, air dan mikroorganisme. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perumusan masalah

pada penelitian tugas akhir ini adalah seberapa besar kemampuan *SSF-Wetland* menggunakan tanaman bambu air (*Equisetum hyemale*) dan tanah gambut dalam mengolah air limbah yang berasal dari kawasan komersial dengan tujuan mengetahui kemampuan *SSF-Wetland*, dan waktu detensi terbaik, sedangkan manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah *SSF-Wetland* sebagai salah satu alternatif teknologi tepat guna pengolahan air limbah, alat pengolahan air limbah domestik sederhana serta dapat membudidayakan tanaman hias.

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 bahwa air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama. Air limbah komersial mengandung sebagian besar padatan tersuspensi baik berukuran besar, sedang maupun kecil (sisa makanan), urin, senyawa kimia (sabun dan detergen), serta minyak dan lemak. Karakteristik air limbah domestik dapat bervariasi sesuai dengan kondisi lokal daerah, waktu aktifitas (jam ke hari, hari ke minggu, musim), tipe penyaluran (pemisahan air limbah atau kombinasi penyaluran dimana termasuk semburan air), kebiasaan, budaya, dan gaya hidup masyarakat. Menurut Veenstra (1995) dalam Supradata (2005), air limbah domestik jenis *gray water* yang dibuang tanpa diolah terlebih dahulu mempunyai parameter kunci yaitu BOD, COD, dan pH. Karakteristik air limbah tanpa pengolahan ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Karakteristik air limbah domestik jenis *gray water*

Parameter	Satuan	Kadar
BOD	mg/l	110 - 400
COD	mg/l	150 - 600
TSS	mg/l	350 - 750

Sumber: Supradata, 2005

Persyaratan baku mutu air limbah domestik yang boleh dibuang ke lingkungan menurut Kepmen LH no 112/2003 dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Baku mutu air limbah domestik

Parameter	Satuan	Kadar maksimum
pH	-	6 - 9
BOD	mg/l	100
TSS	mg/l	100
Lemak dan Minyak	mg/l	10

Sumber: Kepmen LH no 112/2003

Teknologi *constructed wetland* merupakan sistem pengolahan terencana atau terkontrol yang telah didesain dan dibangun menggunakan proses alami yang melibatkan vegetasi, media, dan mikroorganisme untuk mengolah air limbah (Risnawati dan Damanhuri, 2009). Penggunaan sistem *SSF-Wetland* dapat digunakan sebagai alternatif, air mengalir di bawah media sehingga memiliki

keuntungan yaitu tanaman dapat beradaptasi lebih bervariasi sehingga dapat digunakan sebagai taman dengan estetika yang baik. Media yang digunakan pada *constructed wetland* berupa tanah, pasir, batuan atau bahan lainnya. Jumlah bahan organik yang dirombak oleh mikroorganisme berbanding lurus dengan pertumbuhan mikroorganisme pengurai. Semakin lama waktu detensinya maka proses perombakan bahan organik oleh mikroorganisme dapat dilakukan secara sempurna dan sebaliknya semakin pendek waktu detensinya maka hal itu berarti terjadi kelebihan substrat bagi mikroorganisme dan apabila melebihi batas laju pertumbuhannya maka banyak dari bahan tersebut yang tidak terolah (Mukminin dkk, 2002). Penggunaan anova sebagai metode untuk menguraikan keragaman total data menjadi komponen-komponen yang mengukur berbagai sumber keragaman. Anova digunakan untuk mengetahui rata-rata hitung untuk lebih dari dua kelompok sampel. Prosedur yang digunakan dalam analisis anova ini adalah prosedur *one way anova* atau sering disebut dengan perancangan sebuah faktor, yang merupakan salah satu alat analisis statistik anova yang bersifat satu arah. Teknik anova akan menguji variabilitas dari observasi masing-masing kelompok dan variabilitas antar *mean* kelompok.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kawasan Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Riau, jalan HR. Soebrantas Km 12,5 Simpang Panam, Pekanbaru. Kawasan Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Universitas Riau, merupakan tempat penempatan reaktor *constructed wetland*, pengumpulan data dan sampel penelitian. Pengujian Parameter COD dilakukan di Laboratorium Unit Pelaksana Teknis Pengujian (UPT) Kesehatan dan Lingkungan Dinas Kesehatan Provinsi Riau, sedangkan pengujian TSS dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Riau, yang masih berada dalam satu kawasan Fakultas Teknik Universitas Riau.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam prosedur penelitian yaitu sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat penelitian berupa *constructed wetland* dari bahan kaca, *constructed wetland* yang dipersiapkan ada 2 jenis, yaitu untuk reaktor uji menggunakan tanaman dengan dimensi panjang 90 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 50 cm, dan reaktor uji control tanpa tanaman dengan dimensi panjang 60 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 30 cm.
2. Menyiapkan media-media tanam seperti tanah gambut, kerikil, tanaman bambu air (*Equisetum hyemale*).
3. *Constructed wetland* yang telah siap untuk digunakan diisi dengan media sesuai urutan yaitu kerikil setinggi 15 cm dan tanah gambut 20 cm, selanjutnya ditanam tanaman bambu air.
4. Mengisi reaktor dengan air sampai batas ketinggian media.
5. Pemeliharaan tanaman ini dilakukan selama 40 hari. Pada masa pemeliharaan tanaman atau aklimatisasi ini, proses perkembangan tanaman dikontrol terus agar tanaman bambu air bisa tetap tumbuh dengan baik. Pada minggu terakhir proses aklimatisasi secara perlahan-lahan dimasukkan air limbah 10-15 liter, agar tanaman dapat lebih menyesuaikan dengan kondisi air limbah.

6. Air limbah di ambil pada pagi hari, yaitu sekitar pukul 07.00-09.00 Wib.
7. Sebelum dimasukkan ke dalam reaktor, air limbah tersebut diuji nilai pH menggunakan indikator universal, selanjutnya sampel air limbah dibawa ke UPT untuk mengetahui kadar COD sedangkan pengujian TSS dibawa ke Laboratorium Kimia untuk selanjutnya diketahui kadar TSS yang terkandung dalam air limbah tersebut.
8. Limbah tersebut dimasukkan melalui lubang inlet yang telah tersedia di reaktor *wetland* dan didiamkan selama 1 hari.
9. Setelah 1 hari selanjutnya limbah tersebut dikeluarkan melalui lubang outlet.
10. Air limbah hasil pengolahan *constructed wetland* dikeluarkan secara perlahan-lahan menggunakan ember kecil sebagai tempat penampungan air.
11. Setelah limbah tersebut dikeluarkan, selanjutnya limbah tersebut diuji nilai pHnya menggunakan indikator universal, selanjutnya sampel hasil outlet dibawa ke UPT dan Laboratorium Kimia untuk mengetahui kadar COD dan TSS.
12. Untuk penelitian ini, dilakukan ulangan sebanyak 3 kali untuk reaktor dengan menggunakan tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

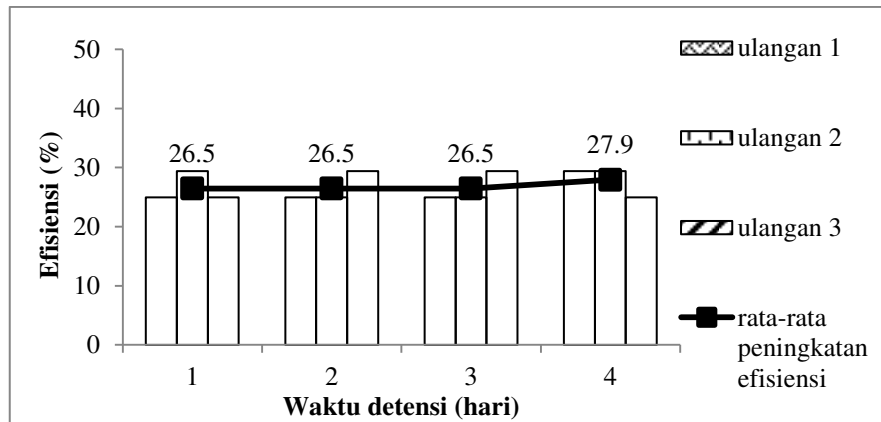
Analisis pH

Analisis pH pada penelitian ini dilakukan dengan waktu detensi yang bervariasi yaitu dimulai dengan waktu detensi 1, 2, 3, dan 4 hari, dengan menggunakan alat indikator universal. Hasil analisis nilai pH pada waktu detensi 1 sampai dengan 4 hari dapat dilihat pada tabel dan gambar-gambar berikut.

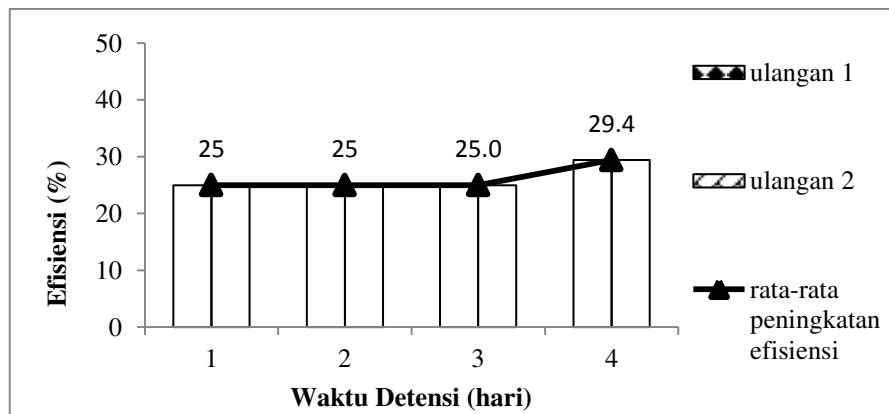
Tabel 3 Penurunan nilai pH

Waktu detensi (hari)	Ulangan ke	Nilai pH dengan tanaman		Efisiensi penurunan (%)	Nilai pH tanpa tanaman		Efisiensi penurunan (%)	Standar Kepmen LH
		Inlet	Outlet		Inlet	Outlet		
1	1	8,0	6,0	25,0	8,0	6,0	25,0	6-9
	2	8,5	6,0	29,4	8,0	6,0	25,0	
	3	8,0	6,0	25,0				
	Rata-rata	8,1	6,0	26,5	8,0	6,0	25,0	
2	1	8,0	6,0	25,0	8,0	6,0	25,0	6-9
	2	8,0	6,0	25,0	8,0	6,0	25,0	
	3	8,5	6,0	29,4				
	Rata-rata	8,1	6,0	26,5	8,0	6,0	25,0	
3	1	8,0	6,0	25,0	8,0	6,0	25,0	6-9
	2	8,0	6,0	25,0	8,0	6,0	25,0	
	3	8,5	6,0	29,4				
	Rata-rata	8,1	6,0	26,5	8,0	6,0	25,0	
4	1	8,5	6,0	29,4	8,5	6,0	29,4	6-9
	2	8,5	6,0	29,4	8,5	6,0	29,4	
	3	8,0	6,0	25,0				
	Rata-rata	8,3	6,0	27,9	8,5	6,0	29,4	

Sumber: Hasil penelitian, 2013



Gambar 1 Grafik rata-rata peningkatan efisiensi nilai pH pada *constructed wetland* dengan menggunakan tanaman



Gambar 2 Grafik peningkatan efisiensi nilai pH pada *constructed wetland* tanpa tanaman

Berdasarkan tabel dan gambar di atas, terlihat bahwa nilai pH air limbah pada inlet maupun outlet dengan waktu detensi 1 hingga 4 hari telah memenuhi standar baku mutu, dengan nilai pH 6-9. Nilai pH air limbah outlet pada *constructed wetland* menggunakan tanaman ataupun tanpa tanaman berada pada nilai 6 dengan besar efisiensi 25,0% hingga 29,4%. Pengaruh tumbuhan dalam penurunan nilai pH pun terlihat kecil karena tidak begitu terlihat perbedaan penurunan nilai pH antara kedua reaktor uji, hal tersebut terjadi karena tumbuhan tidak terlalu membutuhkan kandungan zat-zat kimia yang terdapat pada air limbah untuk pertumbuhannya atau membutuhkan dalam jumlah yang tidak banyak.

Analisis Varian Pengaruh Variasi Waktu Detensi dan Media Vegetasi Terhadap Kualitas pH

Analisis varian dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu detensi dan media vegetasi terhadap kualitas pH air outlet. Dari hasil penelitian dan perhitungan didapatkan nilai rata-rata outlet untuk setiap variasi waktu detensi. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Hasil perhitungan anova pengaruh waktu detensi terhadap kualitas pH

Sumber variasi	dk	JK	KT	F-hitung	F-tabel
Rata-rata	1	8643,0	8643,0	0,25	4,07
Antar kelompok	3	4,9	1,6		
Dalam kelompok	8	51,9	6,5		
Total	12	8699,7	8651,1		

Sumber: Hasil penelitian, 2013

Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa F hitung lebih kecil daripada F tabel, yang menunjukkan bahwa hipotesis yang mengatakan rata-rata pengaruh waktu detensi sama, dapat diterima. Artinya variasi waktu detensi tersebut memberikan nilai pH rata-rata yang sama secara signifikan. Dengan kata lain, variasi waktu detensi tersebut tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada penurunan nilai pH pada air limbah. Selain variasi waktu detensi, analisis varian pengaruh media vegetasi terhadap kualitas pH dilakukan dengan membandingkan hasil uji nilai pH air outlet yang berasal dari reaktor *constructed wetland* yang menggunakan tanaman dan tanpa tanaman. Hasil analisis varian pengaruh media vegetasi terhadap kualitas pH dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Hasil perhitungan anova pengaruh media vegetasi terhadap kualitas pH

Waktu detensi (hari)	Nilai Anova	
	F-hitung	F-tabel
1	0,6	10,13
2	0,6	10,13
3	0,6	10,13
4	0,6	10,13

Sumber: Hasil penelitian, 2013

Berdasarkan tabel hasil perhitungan anova pengaruh media vegetasi terhadap kualitas pH, nilai F hitung yang didapat dari waktu detensi 1 hingga 4 hari terlihat memiliki nilai yang sama. Penurunan nilai pH pada *constructed wetland* yang menggunakan tanaman dan tanpa tanaman tidak berjalan dengan maksimal sehingga kedua reaktor ini memiliki hasil uji outlet pH dengan nilai yang tidak berbeda jauh, kemungkinan karena hasil uji inilah hasil perhitungan analisis varian untuk pengaruh media vegetasi terhadap kualitas pH bernilai sama untuk tiap waktu detensi. Dari hasil perhitungan anova dapat dilihat bahwa nilai F hitung lebih kecil daripada F tabel, artinya variasi media vegetasi tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada penurunan nilai pH pada air limbah.

Perubahan nilai pH terjadi akibat proses fotosintesis pada tanaman, selain itu juga terjadi pertukaran ion dalam permukaan tanaman maupun media. Kemungkinan lainnya adalah karena tumbuhan tidak terlalu membutuhkan kandungan zat-zat kimia yang terdapat pada air limbah untuk pertumbuhannya atau membutuhkan dalam jumlah yang tidak banyak sehingga penurunan nilai pH hanya dipengaruhi oleh keberadaan media tanam yang membantu menurunkan nilai pH dengan sistem absorpsi.

Perbandingan nilai pH pada penelitian yang dilakukan dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6 Perbandingan nilai pH dengan penelitian terdahulu

No	Peneliti	Media	pH		Standar Kepmen LH
			Awal	Akhir	
1	Mutia dan Awalina (2003)	-Tanah -Canna	7,5	6,8	6-9
2	Risnawati dan Damanhuri (2010)	-Tanah -Pasir -Cyperus papyrus	12,0	8,6	6-9
3	Loretha (2013)	-Tanah gambut -Kerikil -Tanaman bambu air	8,5	6	6-9

Sumber: Hasil penelitian, 2013 dan penelitian terdahulu

Analisis COD

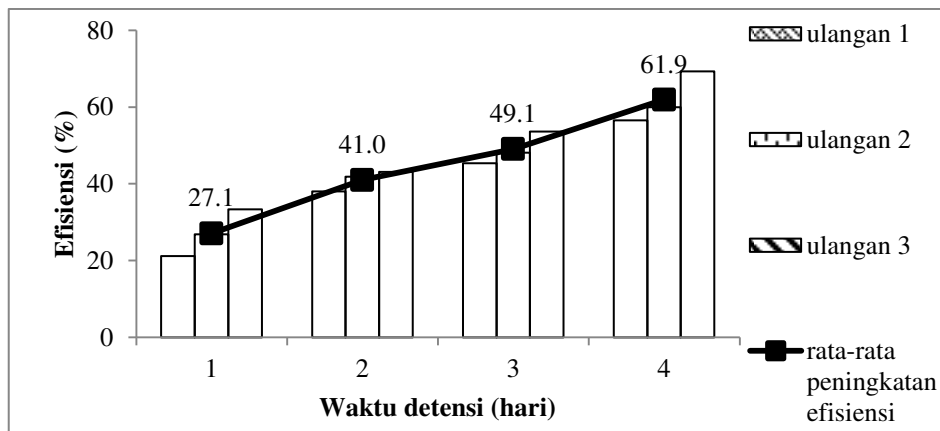
Nilai COD menunjukkan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologi, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

Hasil analisis COD serta persentase penurunan COD air limbah setelah melalui *constructed wetland* dapat dilihat pada tabel serta gambar-gambar berikut.

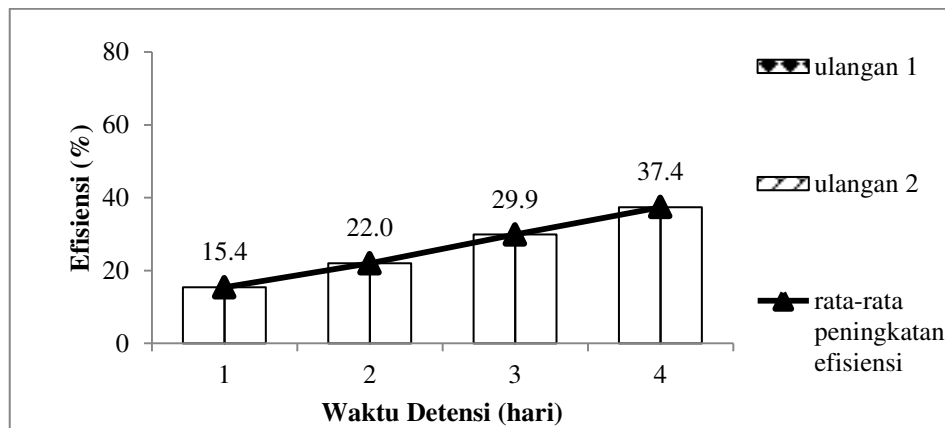
Tabel 7 Penurunan nilai COD

Waktu detensi (hari)	Ulangan ke	Nilai COD dengan tanaman		Efisiensi penurunan (%)	Nilai COD tanpa tanaman		Efisiensi penurunan (%)	Standar Kepmen LH
		Inlet	Outlet		Inlet	Outlet		
1	1	104,0	82,0	21,1	104,0	88,0	15,4	200
	2	287,0	210,0	26,8	104,0	88,0	15,4	
	3	99,0	66,0	33,3				
	Rata-rata	163,3	119,3	27,1	104,0	88,0	15,4	
2	1	100,0	62,0	38,0	100,0	78,0	22,0	200
	2	117,0	68,0	41,8	100,0	78,0	22,0	
	3	211,0	120,0	43,1				
	Rata-rata	142,7	83,3	41,0	100,0	78,0	22,0	
3	1	174,0	95,0	45,4	174,0	122,0	29,9	200
	2	135,0	70,0	48,1	174,0	122,0	29,9	
	3	194,0	90,0	53,6				
	Rata-rata	167,7	85,0	49,1	174,0	122,0	29,9	
4	1	214,0	93,0	56,5	214,0	134,0	37,4	200
	2	250,0	100,0	60,0	214,0	134,0	37,4	
	3	97,7	30,0	69,2				
	Rata-rata	187,2	74,3	61,9	214,0	134,0	37,4	

Sumber: Hasil penelitian, 2013



Gambar 3 Grafik rata-rata peningkatan efisiensi nilai COD pada *constructed wetland* dengan menggunakan tanaman



Gambar 4 Grafik peningkatan efisiensi nilai COD pada *constructed wetland* tanpa tanaman

Berdasarkan tabel dan gambar di atas maka didapat bahwa efisiensi penurunan konsentrasi COD tertinggi pada *constructed wetland* menggunakan tanaman adalah 69,2% dan terendah adalah 21,1%. Rata-rata peningkatan efisiensi penurunan nilai COD berturut-turut dimulai dari waktu detensi 1 harian hingga 4 harian secara berturut adalah 27,1%, 41,0%, 49,1%, dan 61,9%. Efisiensi penyisihan kandungan air limbah bergantung pada konsentrasi dan lamanya waktu detensi di dalam *constructed wetland*. Tingkat permeabilitas dan koduktivitas hidrolis media sangat berpengaruh terhadap waktu detensi air limbah, dimana waktu detensi yang cukup akan memberikan kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah (Wood dalam Supradata, 2005). Bahan organik yang terdapat didalam air limbah akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrisi, sedangkan sistem perakaran tumbuhan air akan menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi/katalis untuk rangkaian proses metabolisme bagi kehidupan mikroorganisme (Supradata, 2005).

Analisis Varian Pengaruh Variasi Waktu Detensi dan Media Vegetasi Terhadap Kualitas COD

Hasil perhitungan anova pengaruh waktu detensi terhadap kualitas COD dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8 Hasil perhitungan anova pengaruh waktu detensi terhadap kualitas COD

Sumber variasi	dk	JK	KT	F-hitung	F-tabel
Rata-rata	1	24054,9	24054,9	24,32	4,07
Antar kelompok	3	1919,0	639,7		
Dalam kelompok	8	210,4	26,3		
Total	12	26184,2	24720,9		

Sumber: Hasil penelitian, 2013

Hasil perhitungan anova pengaruh media vegetasi terhadap kualitas COD dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9 Hasil perhitungan anova pengaruh media vegetasi terhadap kualitas COD

Waktu detensi (hari)	Nilai Anova	
	F-hitung	F-tabel
1	6,6	10,13
2	92,2	10,13
3	37,7	10,13
4	25,1	10,13

Sumber: Hasil penelitian, 2013

Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa variasi media vegetasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan nilai COD. Penurunan nilai COD dipengaruhi oleh tanaman, mikroorganisme dan waktu detensi. Perbandingan nilai COD penelitian yang telah dilakukan dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10 Perbandingan nilai COD dengan penelitian terdahulu

No	Peneliti	Media	COD (mg/l)		Standar Kepmen LH
			Awal	Akhir	
1	Purwati (2006)	-Tanah -Pasir -Tanaman rumput mendong	544,9	81,7	200 mg/l
2	Supradata (2005)	-Pasir -Bintang air	405	85,72	200 mg/l
3	Nandar (2012)	-Tanah gambut -Kerikil -Tanaman rumput mendong	689	387	200 mg/l
4	Loretha (2013)	-Tanah gambut -Kerikil -Tanaman bambu air	97,7	30	200 mg/l

Sumber: Hasil penelitian, 2013 dan penelitian terdahulu

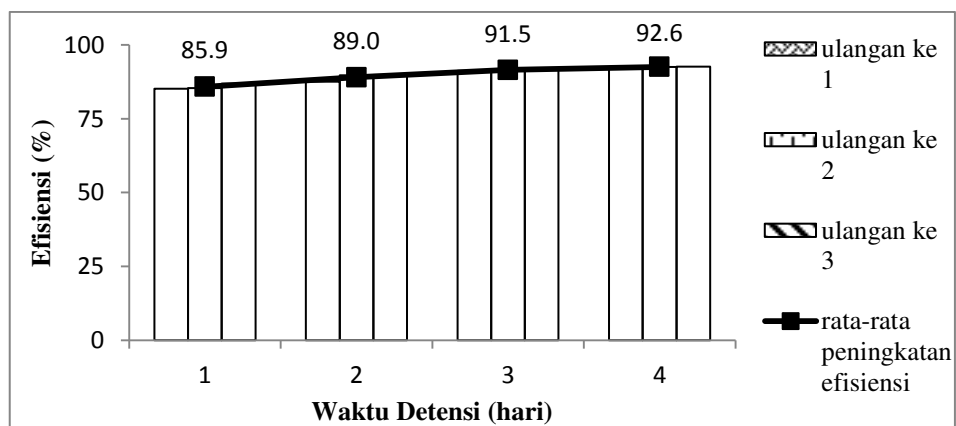
Analisis TSS

Hasil analisis TSS dan persentase penurunan TSS air limbah setelah melalui *constructed wetland* dapat dilihat pada tabel dan gambar-gambar berikut.

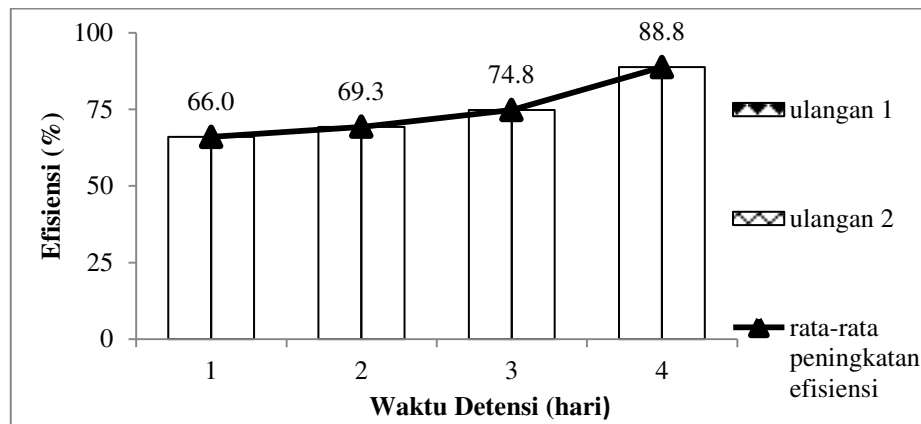
Tabel 11 Penurunan nilai TSS

Waktu detensi (hari)	Ulangan ke	Nilai TSS dengan tanaman		Efisiensi penurunan (%)	Nilai TSS tanpa tanaman		Efisiensi penurunan (%)	Standar Kepmen LH
		Inlet	Outlet		Inlet	Outlet		
1	1	112,4	16,5	85,2	112,4	39,2	66,0	100
	2	245,0	35,7	85,4	112,4	39,2	66,0	
	3	141,0	18,5	86,9				
	Rata-rata	166,4	23,6	85,9	112,4	39,2	66,0	
2	1	111,2	13,7	87,5	111,2	37,3	69,3	100
	2	138,6	14,3	89,6	111,2	37,3	69,3	
	3	154,6	15,8	89,7				
	Rata-rata	134,9	14,6	89,0	111,2	37,3	69,3	
3	1	240,2	21,1	91,2	240,2	60,5	74,8	100
	2	375,4	32,0	91,4	240,2	60,5	74,8	
	3	469,6	38,1	91,8				
	Rata-rata	361,7	30,4	91,5	240,2	60,5	74,8	
4	1	397,0	29,8	92,4	397,0	39,0	88,8	100
	2	446,4	33,4	92,5	397,0	39,0	88,8	
	3	378,7	27,7	92,6				
	Rata-rata	407,4	30,3	92,6	397,0	39,0	88,8	

Sumber: Hasil penelitian, 2013



Gambar 5 Grafik rata-rata peningkatan efisiensi nilai TSS pada *constructed wetland* menggunakan tanaman



Gambar 6 Grafik rata-rata peningkatan efisiensi nilai TSS pada *constructed wetland* tanpa tanaman

Berdasarkan tabel dan gambar di atas, terlihat bahwa efisiensi penurunan kandungan TSS tertinggi sebesar 92,6%. Efisiensi penurunan yang paling besar terjadi pada waktu detensi 4 hari, sedangkan efisiensi penurunan nilai TSS terendah bernilai 85,2% yang terjadi pada waktu detensi 1 hari. Dari kedua reaktor uji, yaitu reaktor *constructed wetland* dengan tanaman dan *constructed wetland* tanpa tanaman, nilai efisiensi penurunan TSS yang paling rendah terjadi pada reaktor tanpa tanaman, dengan nilai efisiensi penurunan TSS pada waktu detensi 1 hari adalah 66,0%. Menurut Supradata (2005), perbedaan laju penurunan TSS pada tiap-tiap reaktor bisa saja terjadi, akibat perbedaan porositas media yang dibentuk oleh sistem perakaran tanaman dalam reaktor. Bahwa penurunan kandungan TSS di dalam air limbah domestik yang melalui proses lahan basah buatan dengan berupa bak reaktor, lebih besar penurunannya dengan adanya di tanami tanaman sebagai penyerap kandungan TSS di limbah.

Analisis Varian Pengaruh Variasi Waktu Detensi dan Media Vegetasi Terhadap Kualitas TSS

Hasil penelitian dan perhitungan didapatkan nilai rata-rata outlet untuk setiap variasi, untuk menentukan apakah waktu detensi tersebut memberikan perbedaan rata-rata yang signifikan pada kualitas TSS outlet air limbah, digunakan analisis varian satu arah. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 12 berikut.

Tabel 12 Hasil perhitungan anova pengaruh waktu detensi terhadap kualitas TSS

Sumber variasi	dk	JK	KT	F-hitung	F-tabel
Rata-rata	1	96621,3	96621,3	41,47	4,07
Antar kelompok	3	80,1	26,7		
Dalam kelompok	8	5,1	0,6		
Total	12	96706,5	96648,6		

Sumber: Hasil penelitian, 2013

Dari hasil perhitungan anova, dapat dilihat bahwa nilai F hitung lebih besar dari nilai F tabel, yang menunjukkan bahwa waktu detensi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan kualitas TSS air limbah.

Hasil perhitungan pengaruh anova pengaruh media vegetasi terhadap kualitas TSS dapat dilihat pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13 Hasil perhitungan anova pengaruh media vegetasi terhadap kualitas TSS

Waktu detensi (hari)	Nilai Anova	
	F-hitung	F-tabel
1	820,1	10,13
2	449,6	10,13
3	5357,1	10,13
4	2464,2	10,13

Sumber: Hasil penelitian, 2013

Dari hasil perhitungan dapat dilihat bahwa variasi media vegetasi memberikan pengaruh yang signifikan pada penurunan nilai TSS pada air limbah. Tingginya efisiensi reaktor dengan tanaman menunjukkan bahwa peran dan kontribusi tanaman dalam proses penyerapan bahan pencemar cukup efektif.

Perbandingan nilai TSS penelitian yang telah dilakukan dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 14 berikut.

Tabel 14 Perbandingan nilai TSS dengan penelitian terdahulu

No	Peneliti	Media	TSS (mg/l)		Standar Kepmen LH
			Awal	Akhir	
1	Purwati (2006)	-Tanah -Pasir -Tanaman rumput mendong	127,5	20	100 mg/l
2	Supradata (2005)	-Pasir -Bintang air	280	84	100 mg/l
3	Nandar (2012)	-Tanah gambut -Kerikil -Tanaman rumput mendong	210	16	100 mg/l
4	Loretha (2013)	-Tanah gambut -Kerikil -Tanaman bambu air	378,70	27,70	100 mg/l

Sumber: Hasil penelitian, 2013 dan penelitian terdahulu

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan, maka penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Constructed wetland* dengan media tanah gambut dan tanaman bambu air dapat mengolah air limbah kawasan komersial dengan baik. Efisiensi tertinggi diperoleh dari waktu detensi 4 harian dapat menurunkan nilai pH

- dari 8,5 menjadi 6,0 atau 29,4%, COD dari 97,7 menjadi 30 mg/l atau 69,2%, dan menurunkan nilai TSS dari 378,7 menjadi 27,7 mg/l atau 92,6%.
2. *SSF-Wetland* dengan media tanah gambut dan tanaman bambu air atau tanpa tanaman bambu air mempunyai efisiensi yang cukup baik dalam memperbaiki air limbah dengan waktu detensi yang semakin lama. Semakin lama waktu detensi maka semakin besar penurunan kadar polutan yang berada dalam air. Nilai COD pada waktu detensi 4 hari ulangan ke 3, sudah bisa memenuhi baku mutu limbah untuk parameter COD yang ditetapkan sebesar 200 mg/l. *Constructed wetland* sangat efektif dalam menurunkan kadar TSS sehingga nilai TSS setelah melalui pengolahan dapat memenuhi persyaratan TSS sesuai yang distandarkan oleh Kepmen LH no 112 tahun 2003, dimana TSS yang diisyaratkan 100 mg/l.
 3. *Constructed wetland* sudah efektif dalam menurunkan nilai pH, COD dan TSS yang dapat memenuhi baku mutu, dimana nilai pH yang ditolerir untuk dibuang ke lingkungan berkisar antara 6-9, nilai COD sebesar 200mg/l, dan TSS 100 mg/l.
 4. Secara keseluruhan dari hasil penelitian menunjukkan bahwa *constructed wetland* baik dengan media tanah gambut atau tanpa tanaman mampu memperbaiki kualitas air limbah terutama untuk parameter pH, COD, dan TSS.

DAFTAR PUSTAKA

- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112. 2003. *Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Indonesia: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Mukminin, Wignyanto, Hidayat. 2002. *Perencanaan Unit Pengolahan Limbah Cair Tapioka dengan Sistem Up Flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) untuk Industri Skala Menengah*. Malang: Universitas Brawijaya
- Risnawati, Damanhuri. 2009. *Penyisihan Logam Pada Lindi Menggunakan Constructed Wetland*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius Dalam sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan*. Tesis Magister Ilmu Lingkungan. Semarang: Universitas Diponegoro. Available at : <<http://eprints.undip.ac.id/18696/1/Supradata.pdf>> [Diakses pada tanggal 13 Januari 2013]