

EFEKTIFITAS *SUBSURFACE FLOW WETLANDS* DENGAN TANAMAN *CANNA INDICA* DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN COD DAN TSS PADA LIMBAH RUMAH POTONG HEWAN (RPH)

Nirmala dan Naniek Ratni J.A.R

1Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
Email:

ABSTRAK

Limbah Rumah Potong Hewan (RPH) tergolong limbah organik apabila tidak ditangani secara benar akan berpotensi sebagai pencemar lingkungan. Diperlukan suatu teknologi tepat guna yang murah, efektif, dan efisien untuk pengolahan limbah yang dapat digunakan oleh masyarakat. Salah satu teknologi alternatif yang dapat digunakan dan perlu dikembangkan di Indonesia salah satunya yaitu constructed wetland dengan menggunakan canna indica. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas subsurface flow wetland menggunakan canna indica untuk penurunan kandungan pada limbah RPH dan menentukan pengaruh debit dan jumlah tanaman dengan metode constructed wetland untuk menurunkan kandungan COD dan TSS pada limbah. Penelitian ini dilakukan dengan skala laboratorium. Air limbah RPH dialirkan pada reaktor yang berkapasitas 40 liter dengan variasi debit 5 l/hari, 8 l/hari, 12 l/hari, dan 20 l/hari untuk menentukan persen removal COD dan TSS. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa waktu detensi 4 hari dengan debit 5 l/hari dan jumlah 8 tanaman sangat efektif dalam penurunan kandungan COD dan TSS menggunakan subsurface flow wetland dengan tanaman kana. Penurunan pada reaktor ini dapat mencapai 40,1% untuk COD dan 94,25 untuk parameter TSS.

Kata kunci: *Subsurface Flow Wetland, Canna indica, Debit, Jumlah Tanaman*

ABSTRACT

Slaughter wastewater is classified as organic wastewater if it is not handled properly will potentially pollute the environment. Required a proper and effective technology be used by society, one of alternative technology that can use and need to develop in Indonesia is constructed wetland by using canna indica. This research was conducted to determine the effectiveness of subsurface flow wetland by using canna indica to decrease the content of Slaughter wastewater and determine the effect of discharge and number of plants by using subsurface flow wetland method due to increase COD and TSS content of waste. This study is conducted with laboratory scale. Slaughter waste water is channeled to the reactor with a capacity of 40 litre with a variation of discharge of 5 l/day, 8 l/day, 12 l/day, and 20 l/day to determine COD removal and TSS percent. The result of this study shows that 4 days time detentions with 5 litre debit per day and 8 plants very affective to decrease COD and TSS content by using subsurface flow wetland and kana plant. The decrease of this reactor can achieve 40,1% for COD and 94,25 for TSS.

Keyword: *Subsurface Flow Wetland, Canna indica, Debit, Number of Plant*

PENDAHULUAN

Limbah Rumah Potong Hewan (RPH) tergolong limbah organik berupa darah, lemak,

tinja, isi rumen, dan usus yang apabila tidak ditangani secara benar akan berpotensi sebagai pencemar lingkungan. Limbah RPH terdiri

dari limbah cair dan padat yang sebagian besar berupa limbah organik yang mengandung protein, lemak, dan karbohidrat yang cukup tinggi. Limbah yang dihasilkan RPH dapat mencemari lingkungan karena industri ini menghasilkan air buangan dengan konsentrasi parameter-parameter tertentu yang lebih tinggi dibandingkan dengan air buangan domestik. Air buangan dari RPH biasanya mengandung zat organik tinggi dan senyawa nitrogen relatif tinggi. Kandungan bahan organik yang tinggi dapat menjadi sumber makanan untuk pertumbuhan mikroba. Hal ini dapat mereduksi kandungan O₂ terlarut dalam air. Bila O₂ terlarut dalam air habis sama sekali karena kadar bahan organik yang tinggi, maka akan timbul bau busuk dan warna air menjadi lebih keruh. Efluen dari RPH mengandung air limbah dengan konsentrasi sedang sampai tinggi, effluen ini mengandung organik terlarut (45%) dan tersuspensi (55%). Kebanyakan organik dihasilkan dari darah dan kotoran.

Constructed wetlands adalah sistem yang direkayasa dan telah didesain dan dibangun dengan memanfaatkan proses secara alami yang melibatkan tumbuhan, tanah, dan kumpulan mikroba untuk membantu dalam mengolah limbah air. Sistem ini merupakan alternatif pengolahan air buangan yang biayanya dikategorikan sesuai untuk negara berkembang dan juga membutuhkan operasi dan perawatan yang mudah (Vymazal, 2008). Secara umum, sistem pengolahan limbah dengan lahan basah buatan (*Constructed Wetland*) ada dua tipe yaitu sistem aliran permukaan (*Surface Flow Constructed Wetland*) atau FWS (*Free Water System*) dan sistem aliran bawah permukaan (*Subsurface Flow Constructed Wetland*) atau sering dikenal dengan sistem SSF-Wetland.

Klasifikasi lahan basah buatan (*Constructed Wetland*) berdasarkan jenis tanaman yang digunakan terbagi menjadi tiga kelompok yaitu tanaman yang mengambang dalam air, tanaman yang mencuat ke permukaan air, merupakan tanaman air yang memiliki sistem perakaran pada tanah di dasar perairan dan daun berada jauh diatas permukaan air dan tanaman yang mengapung di permukaan air, sistem yang menggunakan tanaman makrophyta yang akarnya tenggelam atau sering disebut juga *amphibious plants* (Suriawiria, 1993).

Subsurface Flow System disebut juga rawa buatan dengan aliran di bawah permukaan tanah. Air limbah mengalir melalui tanaman yang ditanam pada media yang berpori. Sistem ini menggunakan media seperti pasir dan kerikil dengan diameter bervariasi antara 3–32 mm. Untuk zona *inlet* dan *outlet* biasanya digunakan diameter kerikil yang lebih besar untuk mencegah terjadinya (Yuanita, 2003). Menurut Tangahu & Warmadewanthi (2001), sistem aliran bawah permukaan (*Subsurface Flow Constructed Wetland*) lebih dianjurkan dikarenakan sistem ini dapat mengolah berbagai jenis limbah dengan efisiensi pengolahan tinggi (80%). Menurut Supradata (2005) menyatakan bahwa di bawah permukaan tanah, akar tumbuhan akuatik mengeluarkan oksigen, sehingga terbentuk zona rizosfer yang kaya akan oksigen di seluruh permukaan rambut akar. Oksigen tersebut mengalir ke akar melalui batang setelah berdifusi dari atmosfer melalui pori-pori daun.

Tanaman kanna memiliki rimpang (rhizoma) yang cukup tebal dan tumbuh mendatar di bawah permukaan tanah. Menurut Haritash *et al.* (2015), aspek penting yang terkait dengan tanaman *Canna indica* adalah tingkat pertumbuhannya yang lebih tinggi dengan produksi biomassa yang sangat tinggi secara langsung terkait dengan serapan hara dan fluktuasi kimia, menjadikan tanaman ini cocok untuk fitoremediasi. Akumulasi biomassa kering yang sangat tinggi oleh *Canna Indica*. Tanaman ini berpotensi untuk pengolahan air limbah di lahan basah, selain itu dapat menampilkan nilai estetis dan kemungkinan florikultur juga bisa menambah dimensi baru untuk penggunaannya di lahan basah.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Riset Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur. Penelitian berlangsung dari minggu ke-2 Bulan Mei sampai minggu ke-3 Bulan Juli 2018 dari tahap persiapan sampai didapat hasil analisa.

ALAT DAN BAHAN

Beberapa alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Bak penampung (drum plastik 160 liter)
- Bak pengatur debit (bak plastik 40 liter)
- Kran air

- Selang infus
- Reaktor *wetland* (bak plastik berukuran 52,5 cm x 36 cm x 30 cm) dengan kapasitas 40 l
- Jirigen 25 liter
- Pompa
- pH meter
- Penggaris untuk mengukur ketebalan media
- Perlengkapan untuk analisa COD dan TSS

Beberapa bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Limbah Rumah Potong Hewan (RPH) dari RPH Krian
- Tanaman *Canna indica* berumur ±1 bulan
- Media tanam (pasir, tanah humus, kerikil)
- Bahan untuk analisa COD dan TSS

PRA PENELITIAN

Pengujian awal parameter COD dan TSS pada limbah RPH untuk mengetahui kandungan parameter tersebut. Kemudian *Range Finding Test* (RFT) dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan tumbuhan dalam menyerap polutan pada konsentrasi tertentu. RFT dilakukan pada reaktor dan ketebalan media yang sama. Dengan variasi perbandingan 1:10; 1:25; 1:50 dan limbah RPH tanpa pengenceran diamati selama 7 hari.

PELAKSANAAN PENELITIAN

Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini yaitu wadah plastik yang mempunyai volume 40 liter dengan dimensi 52,5 cm x 36 cm x 30 cm dilengkapi dengan tangki bak penampung influen (drum) yang bervolume 160 liter dan bak equalisasi menggunakan ember plastik yang bervolume 40 liter.

Media tanam yang digunakan adalah:

- Pasir dengan diameter butiran 2–5 mm. Media tanam disiapkan dengan cara menyaring pasir dengan dua saringan yaitu saringan dengan diameter 2 mm dan saringan dengan diameter 5 mm.
- Tanah humus
- Kerikil yang digunakan yaitu dengan kerikil berukuran 2–3 cm

TAHAP PENELITIAN

a. Aklimatisasi tanaman dilakukan dengan tujuan agar tanaman dapat menyesuaikan diri dengan media tumbuhnya yang baru. Aklimatisasi tanaman *Canna indica* dilakukan selama 14 hari diharapkan

tanaman telah mampu beradaptasi dengan media tanamnya yang baru. Menanam tumbuhan *Canna indica* yang berumur ±1 bulan.

- b. Melakukan pengukuran debit pada bak equalisasi. Pengukuran dilakukan dengan gelas ukur dimana air limbah ditampung dalam gelas ukur dan dicatat berapa waktu yang diperlukan untuk memenuhi volume yang ditentukan.
- c. Selanjutnya limbah yang keluar pada reaktor ditampung dalam bak efluen sehingga memudahkan pengambilan sampel untuk analisa parameter.
- d. Pada saat yang bersamaan dilakukan *pretest* sampel air limbah di zona inlet dan *post test* sampel air limbah di zona outlet.
- e. Penelitian dilakukan selama 10 hari dan diambil setiap 2 hari sekali yaitu pada hari ke-2, 4, 6, 8, 10 setelah tumbuhan diaklimatisasi.

SUSUNAN ALAT

Reaktor yang digunakan memiliki dimensi panjang 52,5 cm, lebar 36 cm, dan tinggi 30 cm dengan ketebalan media pasir 3 cm, tanah humus 2 cm, dan kerikil 15 cm. Gambar reaktor dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



Gambar -1: Susunan Reaktor

HASIL DAN PEMBAHASAN
KARAKTERISTIK LIMBAH

Dilakukan uji karakteristik pada limbah RPH untuk mengetahui kandungan awal sesuai dengan parameter air limbah untuk RPH pada Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 dan dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel -1: Karakteristik Limbah Rumah Potong Hewan

No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Baku Mutu
1.	COD	mg/l	1612,8	200

2.	TSS	mg/l	1324	100
----	-----	------	------	-----

Berdasarkan hasil analisa didapatkan bahwa nilai COD dan TSS pada limbah RPH sebesar 1612,8 mg/l dan 1324 mg/l. Nilai tersebut melebihi baku mutu air limbah RPH yang telah ditetapkan Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013.

TAHAP AKLIMATISASI

Tumbuhan *Canna indica* optimal digunakan untuk penelitian adalah tumbuhan yang berumur ±1 bulan dimana pada tumbuhan *Canna indica* memiliki tinggi 30–45 cm dan berat 670–840 gram. Proses aklimatisasi dilakukan selama 2 minggu dimana pada pertama minggu pertama masih menggunakan air PDAM dan minggu kedua menggunakan air limbah RPH. Pada saat dialiri air limbah harus memperhatikan kondisi fisik dari tumbuhan *Canna indica* apakah dapat bertahan hidup atau tidak. Hal itu ditunjukkan dengan ada tidaknya kondisi tumbuhan layu atau tidak.

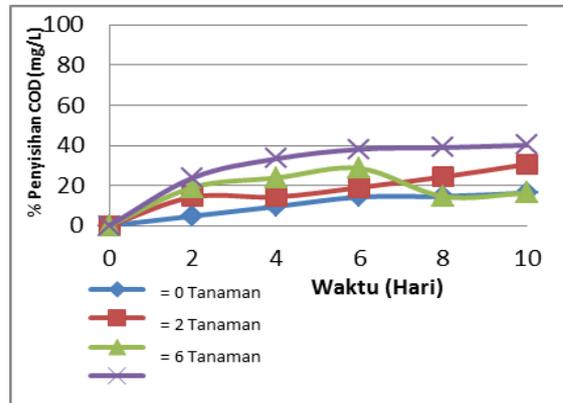
PENGARUH JUMLAH TANAMAN DALAM REAKTOR WETLAND

a. Pengaruh Jumlah Tanaman dalam Reaktor Wetland Terhadap Penurunan COD

Kebutuhan oksigen kimia (COD) menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi. Terjadi penurunan pada tingkat penyisihan kandungan COD pada hari ke-8 dan 10 disebabkan media akan mengalami fase jenuh dengan cemaran sehingga proses dominan dalam menghilangkan cemaran adalah proses biologi. Reaktor kontrol untuk 0 tanaman penyisihan parameter COD lebih rendah dibandingkan dengan reaktor uji. Hal itu disebabkan karena bahan organik didegradasi oleh mikroorganisme yang tumbuh pada permukaan media dan menempel pada akar tanaman, serta penetrasi rhizoma pada media (Pinton, 2001). Akar tanaman yang semakin banyak karena pertumbuhannya yang semakin lama akan meningkatkan suplai oksigen ke dalam reaktor, memperluas zona rizosfer, dan mampu memperluas area permukaan lekat mikroorganisme yang berperan dalam penguraian padatan (Gregory, 2006).

Tabel -2: Pengaruh Debit 5 l/hari Terhadap Persen Penyisihan COD

Hari	Reaktor Debit 5 liter/hari			
	0 tanaman	2 tanaman	6 tanaman	8 tanaman
	A1	A2	A3	A4
0	0	0	0	0
2	4,8	14,3	19,0	23,8
4	9,5	14,3	23,8	33,3
6	14,3	19,0	28,6	38,1
8	14,6	24,3	14,6	38,9
10	16,3	30,6	16,3	40,1
Rata-rata	11,9	20,5	20,5	34,8

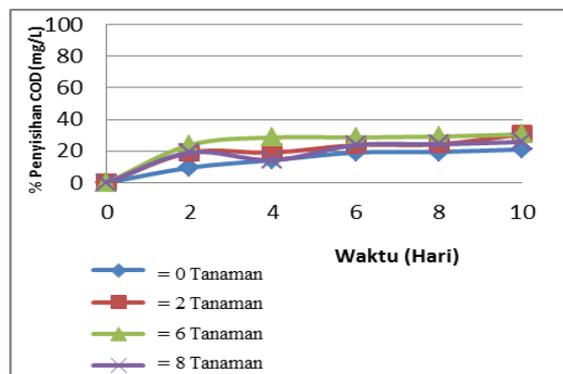


Grafik -1: Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan COD pada Debit 5 l/hari

Penurunan COD pada reaktor *wetland* dengan debit 5 l/hari berkisar antara 4,8%–40,1%. Pada hari ke-2 reaktor 2 tanaman mengalami penurunan sebesar 14,3% dan penyisihan COD tertinggi pada hari ke-10 yaitu 30,6% dan pada reaktor 8 tanaman mulai hari ke-2 sampai hari ke-10 mengalami tingkat penurunan sebesar 23,8%–40,1%.

Tabel -3: Pengaruh Debit 8 l/hari Terhadap Persen Penyisihan COD

Hari	Reaktor Debit 8 liter/hari			
	0 tanaman	2 tanaman	6 tanaman	8 tanaman
	B1	B2	B3	B4
0	0	0	0	0
2	9,5	19,0	23,8	19,0
4	14,3	19,0	28,6	14,3
6	19,0	23,8	28,6	23,8
8	19,4	24,3	29,2	24,3
10	21,0	30,6	30,6	25,8
Rata-rata	16,7	23,4	28,1	21,4



Grafik -2: Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan COD pada Debit 8 l/hari

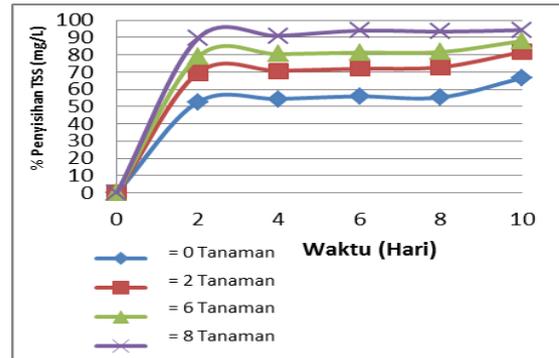
Pada grafik 2 dapat dilihat bahwa besarnya penurunan parameter COD pada reaktor dengan debit 8 liter/hari berkisar antara 9,5%–25,8%. Proses penurunan COD dalam air limbah dapat terjadi karena peranan tanaman *Canna indica*, filtrasi, dan bahan-bahan organik serta mikroorganisme yang ada dalam bak *wetlands*. Bahan organik yang terdapat di dalam air limbah diserap atau diasimilasi oleh mikroorganisme yang ada di zona akar dan biofilm dari media yang terdapat pada lahan basah. Oksigen diperlukan untuk respirasi aerobik tanaman dan meningkatkan aktivitas mikrobiologi dan proses nitrifikasi (Panpare *et al.*, 2016).

Peningkatan penyisihan parameter COD terjadi pada setiap reaktor uji namun pada hari tertentu yang seharusnya penyisihan COD tinggi tetapi terjadi sebaliknya. Hal ini disebabkan karena untuk mendegradasi COD membutuhkan peranan dari mikroorganisme. Mikroorganisme yang dibutuhkan dalam mendegradasi kandungan polutan yaitu bakteri aerob maupun bakteri anerob tidak membutuhkan oksigen. Jika oksigen yang dihasilkan sedikit oleh akar tanaman, maka bakteri aerob tidak bisa bertahan hidup dan hanya bakteri anaerob yang berperan dalam pendegradasian polutan, tetapi tidak terlalu tinggi.

b. Pengaruh Jumlah Tanaman dalam Reaktor *Wetland* Terhadap Penurunan TSS

Tabel -4: Pengaruh Debit 5 l/hari Terhadap Persen Penyisihan TSS

Reaktor Debit 5 liter/hari				
	0 tanaman	2 tanaman	6 tanaman	8 tanaman
Hari	A1	A2	A3	A4
0	0	0	0	0
2	52,6	69,5	78,9	89,4
4	54,4	70,7	80,4	90,9
6	55,9	71,9	81,3	94,0
8	55,3	72,8	81,6	93,4
10	66,5	81,6	87,9	94,3
Rata-rata	56,9	73,3	82,0	92,4

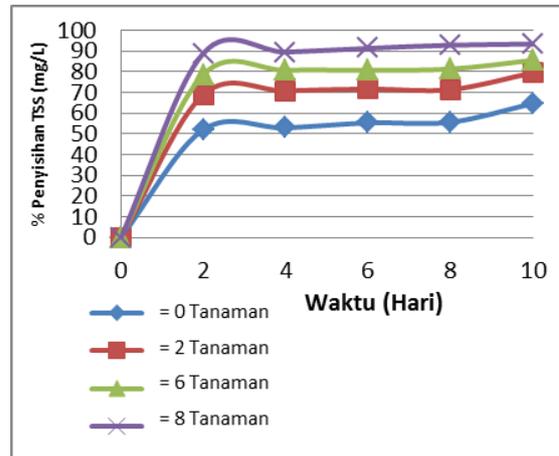


Grafik -3: Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan TSS pada Debit 5 l/hari

Pada grafik 3 dapat dilihat bahwa perbandingan reaktor uji dengan jumlah tanaman yang berbeda dan reaktor kontrol pada debit 5 l/hari terjadi penurunan parameter TSS secara signifikan pada hari ke-2 sampai hari ke-10, penyisihan TSS berkisar antara 69,48%–94,25%.

Tabel -5: Pengaruh Debit 8 l/hari Terhadap Persen Penyisihan TSS

Reaktor Debit 8 liter/hari				
	0 tanaman	2 tanaman	6 tanaman	8 tanaman
Hari	B1	B2	B3	B4
0	0	0	0	0
2	52,0	68,9	78,5	88,8
4	52,9	70,7	80,7	89,4
6	55,3	71,6	80,7	91,2
8	55,6	71,3	81,3	92,7
10	64,7	79,5	85,5	93,4
Rata-rata	56,1	72,4	81,3	91,1



Grafik -4: Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan TSS pada Debit 8 l/hari

Pada grafik 4 penurunan kandungan TSS pada reaktor dengan debit 8 l/hari berkisar antara 68,8%–93,3%. Pada hari ke-2 dengan debit dan jenis media yang sama terjadi penurunan pada reaktor 2 tanaman mencapai 68,88% dan penurunan meningkat hingga hari ke-10 sebesar 79,45%. Padatan tersuspensi di dalam

wetlands terjadi apabila ada kematian dari invertebrata, batang atau daun tanaman yang jatuh, dan produksi plankton dan mikroba di dalam reaktor atau menempel dalam permukaan tanaman, dan senyawa kimia yang tersepitasi (US EPA, 1993).

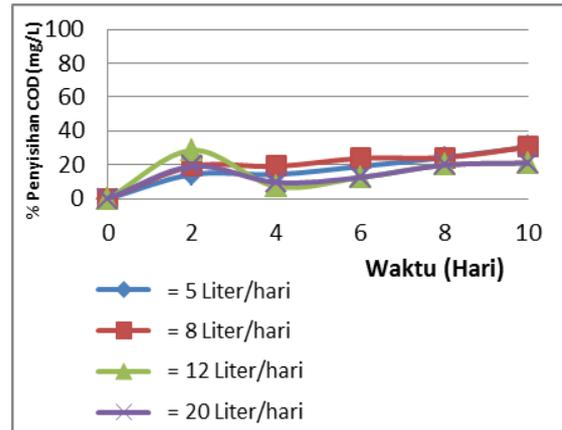
Banyaknya jumlah tanaman pada reaktor uji memberikan pengaruh yang tinggi dalam penyisihan parameter TSS. Hal ini terjadi karena terdapat jenis media seperti pasir dan kerikil yang terdapat di reaktor uji dan banyaknya jumlah tanaman. Kandungan padatan tersuspensi air limbah dalam reaktor dapat dihilangkan yaitu dengan proses flokulasi atau sedimentasi dan proses filtrasi atau intersepsi. 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. Sistem perakaran tanaman yang terbentuk dalam reaktor tidak tumbuh secara merata pada masing-masing reaktor, sehingga pola aliran limbah tidak membentuk aliran sumbat yang sama untuk masing-masing reaktor. Proses sedimentasi terjadi dikarenakan air limbah harus melewati jaringan akar tanaman yang cukup panjang sehingga partikel-partikel yang melewati media dan zona akar dapat mengendap (Hidayah & Aditya, 2010).

PENGARUH VARIASI DEBIT DALAM REAKTOR WETLAND

a. Pengaruh Variasi Debit dalam Reaktor Wetland Terhadap Penurunan COD

Tabel -6: Pengaruh Reaktor 2 Tanaman Terhadap Persen Penyisihan COD

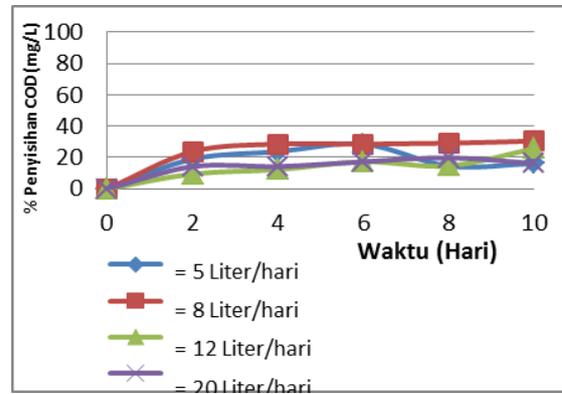
Reaktor 2 Tanaman				
Debit	5 L/hari	8 L/hari	12 L/hari	20 L/hari
Hari	A2	B2	C2	D2
0	0	0	0	0
2	14,3	19,0	28,6	19,0
4	14,3	19,0	7,1	9,5
6	19,0	23,8	12,5	12,5
8	24,3	24,3	19,8	19,8
10	30,6	30,6	21,0	21,0
Rata-rata	20,5	23,4	17,8	16,4



Grafik -5: Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan COD pada Reaktor 2 Tanaman

Tabel -7: Pengaruh Reaktor 6 Tanaman Terhadap Persen Penyisihan COD

Reaktor 6 Tanaman				
Debit	5 L/hari	8 L/hari	12 L/hari	20 L/hari
Hari	A3	B3	C3	D3
0	0	0	0	0
2	19,0	23,8	9,5	14,3
4	23,8	28,6	12,3	14,3
6	28,6	28,6	17,4	17,4
8	14,6	29,2	14,7	19,8
10	16,3	30,6	25,8	16,3
Rata-rata	20,5	28,1	15,9	16,4



Grafik -6: Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan COD pada Reaktor 6 Tanaman

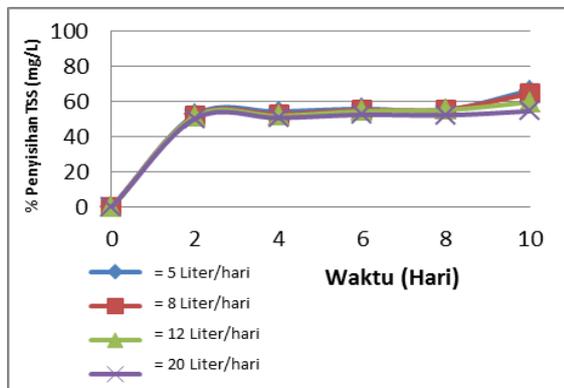
Efisiensi penyisihan kandungan air limbah bergantung pada konsentrasi dan lamanya waktu penahanan di dalam lahan basah. Tingkat permeabilitas dan konduktivitas hidrolis media tersebut sangat berpengaruh terhadap waktu detensi air limbah dimana waktu detensi yang cukup akan memberikan kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah. Semakin lama waktu tinggal limbah dalam reaktor, maka proses perombakan bahan organik oleh mikroorganisme dapat dilakukan secara optimal (Supradata, 2005). Penurunan COD

terjadi karena sisa bahan organik yang larut setelah sedimentasi secara aerobik terdegradasi oleh biofilm bakteri yang melekat pada tanaman. Tanaman air menyediakan oksigen ke dasar lahan basah melalui akar. Beberapa degradasi bahan organik anaerobik juga terjadi pada sedimen, lahan basah buatan menyediakan lingkungan mikro yang memiliki peran penting dalam penurunan bahan organik (Stantec Consulting Ltd, 1999). Menurut Dradjat Suhardjo (2008), penyerapan bahan organik terjadi karena penguraian bahan organik oleh bakteri *rhizosphere* yang berada pada akar tanaman kemudian dimanfaatkan tanaman untuk fotosintesis.

b. Pengaruh Variasi Debit dalam Reaktor *Wetland* Terhadap Penurunan TSS

Tabel -8: Pengaruh Reaktor 2 Tanaman Terhadap Persen Penyisihan TSS

Reaktor 2 Tanaman				
Debit	5 L/hari	8 L/hari	12 L/hari	20 L/hari
Hari	A2	B2	C2	D2
0	0	0	0	0
2	69,5	68,9	68,3	63,1
4	70,7	70,7	69,8	63,4
6	71,9	71,6	71,3	65,3
8	72,8	71,3	71,6	66,2
10	81,6	79,5	78,9	72,2
Rata-rata	73,3	72,4	72,0	66,0



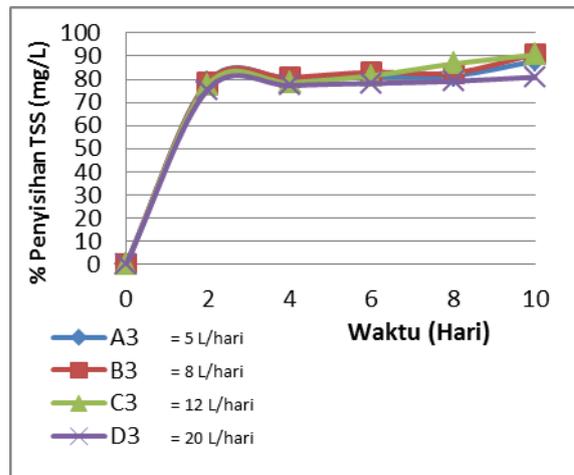
Grafik -7: Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan TSS pada Reaktor 2 Tanaman

Pada grafik 7 dapat dilihat penurunan kandungan TSS terjadi secara bertahap pada reaktor uji. Penurunan parameter di dalam reaktor *wetlands* terjadi karena adanya proses fisika yaitu proses sedimentasi, filtrasi, intersepsi, dan flokulasi. Penurunan TSS terkecil terjadi pada debit 20 l/hari sebesar 63,14% pada hari ke-2. Semakin cepat debit yang dialirkan pada reaktor, maka penyisihan TSS semakin kecil pada reaktor 2 tanaman dengan debit 12 l/hari penyisihan berkisar antara 68,27%–78,85%. Pada debit 8 l/hari

penyisihan meningkat hingga 68,88% pada hari ke-2 dan 79,45% pada hari ke-10. Penurunan terbesar pada debit 5 l/hari yaitu 69,48% dan 81,57%.

Tabel -9: Pengaruh Reaktor 6 Tanaman Terhadap Persen Penyisihan TSS

Reaktor 6 Tanaman				
Debit	5 L/hari	8 L/hari	12 L/hari	20 L/hari
Hari	A3	B3	C3	D3
0	0	0	0	0
2	78,9	78,5	77,6	75,5
4	80,4	80,7	78,5	77,3
6	81,3	80,7	79,5	78,2
8	81,6	81,3	80,4	79,2
10	87,9	85,5	84,9	81,0
Rata-rata	82,0	81,3	80,2	78,2



Grafik -8: Hubungan Waktu Sampling dengan Persen Penyisihan TSS pada Reaktor 6 Tanaman

Pada grafik 8 terlihat bahwa penurunan terbesar pada reaktor 6 tanaman dengan debit 5 l/hari sebesar 78,85%–87,91%. Peningkatan penurunan TSS pada debit 8 l/hari pada hari ke-4 sampai hari ke-10 berkisar antara 80,66%– 90,93%. Hal itu terjadi karena padatan tersuspensi terbentuk menjadi flok-flok. Semakin tinggi debit yang mengalir pada reaktor semakin rendah penurunan parameter TSS, tetapi pada reaktor uji dengan debit 12 l/hari terjadi kenaikan penyisihan TSS sebesar 86,70% pada hari ke-8 dan 90,63% pada hari ke-10. Pada debit 20 l/hari terjadi penurunan berkisar antara 75,52%–80,96%.

Dari grafik di atas diketahui bahwa reaktor uji mengalami penurunan parameter TSS pada hari ke-2 sampai hari ke-10 lebih besar. Hal ini disebabkan pada reaktor uji terdapat mekanisme penyisihan melalui *uptake* tumbuhan, adsorpsi, dan aktivitas mikroorganisme, maka pada reaktor kontrol terdapat satu mekanisme yang prosesnya

cukup signifikan dalam menyisihkan TSS yaitu proses filtrasi oleh media. Dengan aliran yang pelan maka padatan tersuspensi akan membentuk flok-flok dengan diameter yang semakin lama, semakin membesar (proses flokulasi) dan semakin berat yang akhirnya akan mengendap di dasar *wetlands* dan membentuk sedimen (proses sedimentasi). Partikel yang lebih ringan akan ikut terbawa oleh air dan tertahan oleh tanaman lalu mengendap, sedangkan partikel yang lebih kecil lagi akan terserap pada lapisan biofilm yang menempel pada permukaan tanah dan reaktor (Mutiara, dkk., 2005).

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. *Subsurface Flow Constructed Wetland* menggunakan tanaman *Canna indica* efektif dalam penurunan parameter TSS pada limbah RPH, tetapi tidak efektif untuk mengolah limbah dengan konsentrasi COD yang tinggi
2. Semakin kecil debit yang dialirkan pada reaktor dan waktu tinggal yang semakin lama, maka penyisihan parameter COD dan TSS lebih baik. Hal itu disebabkan karena waktu tinggal yang semakin lama memberikan waktu bagi mikroorganisme dan tumbuhan agar bisa menyerap dan memproses bahan organik yang ada pada air limbah. Dan padatan tersuspensi akan membentuk flok-flok dan membentuk sedimen (proses sedimentasi)
3. Banyaknya jumlah tumbuhan memberi pengaruh besar terhadap penurunan kandungan TSS karena proses flokulasi atau sedimentasi dan proses filtrasi oleh tanaman maupun media, tetapi tidak berpengaruh besar terhadap penurunan parameter COD.

DAFTAR PUSTAKA

Gregory, P. (2006). *Plant Roots Growth, Growth, Activity, and Interaction with Soils*. Australia: Black Well

Haritash, A., Ashish, S., & Bahel, K. (2015). The Potential of *Canna lily* for Wastewater Treatment Under Indian Conditions. *International Journal of Phytoremediation*

Hidayah, E. N. & Aditya, Wahyu. (2010). Potensi dan Pengaruh Tanaman pada Pengolahan Air Limbah Domestik

dengan Sistem *Constructed Wetland*. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(2)

Mutiara, D., Sutrisno, E., & Wardhana Wisnu, I. (2005). Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Industri Pencucian Pakaian (*Laundry*) dengan Metode *Constructed Wetland* Menggunakan Tanaman Bintang Air (*Cyperus alternifolius*). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(4)

Panrare Akarat et al. (2016). *Effect of Plant Density in Constructed Wetland on Domestic Wastewater Treating Efficiency*. Malaysia: KKG Publications

Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya

Pinton. (2001). *The Rhizosphere Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface*. New York: Marcel Dekker Inc.

Supradata. (2005). Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias *Cyperus Alternifolius L* Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands)

Suriawiria, U. (1993). *Mikrobiologi Air*. Bandung: Penerbit Alumni

Tangahu, B.V. & Warmadewanthi, I.D.A.A., (2001). Pengelolaan Limbah Rumah Tangga dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (*Typha angustifolia*) dalam Sistem *Constructed Wetland*. *Purifikasi*, 2(3)

United States Environmental Protection Agency. (1993). *Subsurface Flow Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*

Vymazal, J. (2008). *Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow*. Czech Republic: Springer

Yuanita, C. (2003). *Pengaruh Variasi Media Tanaman Terhadap Penurunan PV dan TSS pada Pengolahan Effluen IPLT Keputih Sukolilo Surabaya dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (Thypha latifolia) Menggunakan Sistem Constructed Wetland*. Surabaya: Teknik Lingkungan ITS