J. MANUSIA DAN LINGKUNGAN, Vol. 15, No.2, Juli 2008: 79-89

PENURUNAN COD, TSS DAN TOTAL FOSFAT PADA *SEPTIC TANK* LIMBAH MATARAM CITRA SEMBADA *CATERING* DENGAN MENGGUNAKAN *WASTEWATER GARDEN.*

(Degradation of COD, TSS and Total Phosphate in Septic Tank Wastewater of Mataram Citra Sembada Catering Using Wastewater Garden)

Dradjat Suhardjo
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
Email: admisi@mts.uii.ac.id

Diterima: 31 Mei 2008 Disetujui: 20 Juli 2008

Abstrak

Sumber limbah berasal dari septictank industri restauran *(catering)* Citra Sembada Catering, termasuk dalam kategori limbah domestik. Limbah tersebut banyak mengandung komponen yang tidak diinginkan bila dibuang ke badan air. Konsentrasi limbah yang masih di atas baku mutu, di antaranya akan memunculkan masalah pencemaran. Reaktor *Wastewater Garden* yang menggunakan krikil (0,5Cm-1cm) dan 6 jenis tanaman yaitu : melati air *(Echinodorus paleaflius),* Cyperus *(Cyperus),* Futoi *(Hippochaetes lymnenalis),* Pisang air *(Typhonodorum indleyanum), Pickerel rush (Pontedoria cordata), Cattail (Typha latifolia).* Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat efektivitas reaktor *Wastewater Garden,* apabila digunakan untuk menurunkan konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan Fosfat Total sebagai faktor pencemar pada limbah industri restauran (Citra Sembada Catering) yang tertampung pada *septictank.*

Penelitian dilakukan dengan menggunakan reaktor Wastewater Garden dengan sistem batch dan dimensi reaktor 1m x 0.5m x 1m. Zona air limbah 75 cm, dan zona substrat atau krikil 80 cm, akar tanaman ditanam sedalam 10-15 cm. Metode penelitian yang digunakan berdasarkan SNI, di mana COD mengacu pada SNI 06-6989.2-2004 metode refluks tertutup secara spektrofotometri, TSS mengacu pada SK SNI M-03-1990-F metode pengujian secara gravimetri dan Fosfat total mengacu pada SNI M-52-1990-03 metode asam askorbat dengan alat spektrofotometer. Penelitian ini dilakukan selama 12 hari di mana setiap 3 hari sampel diambil pada *outlet* kemudian dianalisis.

Berdasarkan hasil penelitian ini, diperoleh bahwa penggunaan *wastewater garden* pada limbah cair Mataram Citra Sembada Catering dapat menurunkan COD dengan efektivitas optimum 40,81% pada hari ke-6, penurunan TSS 89,12% pada efektifitas optimum hari ke-12 dan penurunan fosfat total dengan efektivitas optimum pada hari ke-6 yaitu sebesar 99,73 %. Tanaman dapat hidup dengan subur

Kata kunci : limbah *catering* , *wastewater garden,* menurunkan faktor pencemaran

Abstract

Wastewater from industrial restaurant of Mataram Citra Sembada Catering (MSCS) septic tank was classified into domestic waste category. That wastewater contains of many unwanted component. The wastewater concentration is still above the threshold quality standard, which caused pollution problems. The reactor used gravel (0,5-1cm) and six various kinds of plants. They are melati air (Echinodorus paleaflius), Cyperus (Cyperus), Futoi (Hippochaetes lymnenalis), Pisang air (Holisonia rostrata)), Pickerel rush (Pontedoria cordata), Cattail (Typha latifolia). This research aimed to know the effectivity of reactor when being used to decrease COD, TSS and Total Phosphate concentrations.

The research is using wastewater garden reactor which batch system and dimensions are 1mx0,5mx1m. Wastewater zone 75cm, substract zone or gravel 80cm. The root planted in 10-15cm depth. The use of methods depend on SNI which COD refer to SNI 06-6989.2-2004 refluks method isolated spectrophotometrically, TSS refer to SK SNI M-03-1990-F testing method gravimetrically and total phosphorus refer to SNI M-52-1990-03 acid ascorbat method by spectrophotometer. This research is done for 12 days. Where in every 3 days, the sample took from outlet then analyzed.

This research showed that reactor can decrease COD with 40,81% optimum effectiveness of day 6, decrease of TSS 89,12% on day 12; and of Total Phosphate 99,73% on day 6. Those plants can growth fertile.

Keywords: catering wastewater, wastewater garden ,reduce pollutant factor

PENDAHULUAN

Industri restaurant *(catering)* sebagai penghasil makanan merupakan konsekuensi yang logis dari proses industrialisasi. Akan tetapi, perlu diperhatikan pula efek sampingnya yang berupa limbah. Salah satu industri restaurant adalah Mataram Citra Sembada Catering. Industri tersebut memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang sederhana yaitu bak *septictank* untuk mengolah air limbahnya. *Septictank* tersebut masih belum mampu mengatasi permasalah air buangan, dengan debit 6000 l/hr. *Effluent* dari *septictank* dibuang ke badan air dengan kondisi masih berbau dan berwarna keruh. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satu upaya yang akan diteliti yaitu dengan membuat instalasi pengolahan air limbah yang mudah, murah dan mempunyai efisiensi tinggi. *Wastewater Garden* (WWG) merupakan salah satu alternatif yang akan dicoba untuk diterapkan. Selain digunakan sebagai instalasi pengolahan limbah, *wastewater garden* dapat juga menjadi sebuah taman yang ditanami dengan tanaman-tanaman air hias (Gopal, 1999).

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah *wastewater garden* dapat menurunkan kandungan pencemar dalam *septictank* limbah *catering* dan berperan dalam penurunan konsentrasi COD, TSS dan Total Phospat. Sejauh mana fenomena yang terjadi pada *wastewater garden* dalam penurunan konsentrasi COD, TSS dan Total Fosfat sebagai indikator pencemaran yang terjadi.

Batasan masalah pada penelitian ini adalah bahwa pengolahan limbah domestic dengan mengunakan *wastewater garden.* Tanaman yang digunakan dalam wetland adalah tanaman-tanaman air seperti melati air *(Echinodorus paleaflius),* Cyperus *(Cyperus),* Futoi *(Hippochaetes lymnenalis),* Pisang air *(Typhonodorum indleyanum),* Pickerel rush *(Pontedoria cordata), Cattail* (*Typha latifolia*). Sumber limbah yang akan diuji berasal dari *septic tank* Mataram Citra Sembada *Catering* di Kota Depok, Sleman Yogyakarta. Parameter yang diteliti meliputi: COD,TSS, Total Fosfat. Parameter dilakukan dengan skala laboratorium. Waktu penelitian dilakukan pada hari ke 0, 3, 6, 9, 12.

Tujuan Penelitian adalah untuk mengetahui kemampuan *wastewater garden* dalam menurunkan kadar COD,TSS dan fosfat yang terkandung dalam *septic tank* limbah *catering.* Mengetahui peranan waktu detensi dalam penurunan konsentrasi COD, TSS dan Total Fosfat dalam *wastewater garden* dan untuk mengetahui fenomena yang terjadi pada *wastewater garden* dalam menurunkan kadar COD,TSS dan fosfat. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat meminimalisasi kadar COD, Total Suspended Solid (TSS) dan Total Fosfat yang terkandung dalam *septictank* limbah *catering* dengan menggunakan *wastewater garden* sebelum dibuang ke badan air dan untuk mengetahui efisiensi penurunan optimum pada konsentrasi COD, *Total Suspended Solid* (TSS) dan Total Fosfat. Penelitian juga diharapkan untuk mendapatkan sistem pengolahan air limbah yang sederhana, mudah serta mempunyai efisiensi yang tinggi.

Mataram Citra Sembada Catering, bertempat di jalan Belah Ketupat Timur No 1 Pojok Tiyasan, Condong Catur, Depok–Sleman. Industri) bergerak di bidang penyediaan makanan dan minuman, dengan kapasitas pesanan restaurant hingga 2000 porsi. Debit air buangan yang dihasilkan oleh industri catering ini adalah 6000 liter/hari. Sumber limbah yang yang dihasilkan adalah berasal dari buangan air hasil pencucian peralatan makanan dan sisa makanan, seperti tulang, lemak, nasi, sayuran dan lain-lain, dan air hasil pencucian pengolahan makanan. Sumber buangan lain berasal dari kamar mandi dan kakus. Pengolahan limbah industri ini, menggunakan bak *septic tank.*

Dalam limbah *catering* terdapat karakteristik-karakteristik fisik. Yang termasuk dalam karateristik fisik ini adalah warna, suhu, bau, kekeruhan. Sedangkan karakteristik kimia adalah, bahan organik, bahan anorganik Secara biologis air buangan mengandung mikroorganisme yang dikelompokkan menjadi tiga (3), yaitu : prostista, tumbuhan, hewan.

***Wastewater Garden* (WWG)**

Wastewater garden terdiri dalam sebuah penciptaan *wetland* yang artifisial dan di atasnya tumbuh berbagai jenis tanaman atau taman. Mekanisme perlakuan yang terjadi didalam *wastewater garden* adalah mengendapkan partikel tersuspensi, proses filtrasi dan presipitasi kimiawi melalui kontak antara air buangan dengan substrat (tanah, pasir, kerikil pendukung tanaman). Proses yang terjadi adalah proses penguraian dan transformasi polutan oleh mikroorganisme dan tanaman, penyerapan dan proses transformasi nutrien oleh tumbuhan dan mikroorganisme, pemakanan dan kematian secara alami dari bakteri patogen. Proses yang terjadi pada sistem *subsurface flow* ini berupa filtrasi, adsorpsi yang dilakukan oleh media dan bahan organik akibat adanya aktivitas dari akar tanaman.

Pengolahan limbah dengan *wastewater garden* memanfaatkan aktivitas mikroorganisme dalam media dan tanaman dalam area tersebut. Dalam sistem ini terjadi aktivitas pengolahan seperti sedimentasi, filtrasi, *gas transfer*, *adsorpsi*, pengolahan kimiawi dan pengolahan biologis karena aktivitas mikroorganisme dalam tanah dan aktivitas tanaman untuk proses *photosintesis*, *photooksida* dan *plant uptake* (Metcalf & Eddy, 1993).

Keuntungan *Wastewater Gardens*:

Mencegah risiko tertular penyakit melalui kontak langsung dengan air limbah toilet, teknologi tepat guna yang murah, tahan lama, mudah perawatannya, tidak menimbulkan bau tak sedap, tidak membiakkan nyamuk. Dimensinya dapat dibuat dengan berbagai ukuran, untuk rumah tangga, klinik, sekolah, rumah sakit bahkan untuk masyarakat banyak. Air yang digunakan dapat menggunakan air tawar, asin atau payau . Menyimpan air di daerah kering, air dari WWG dapat juga digunakan untuk irigasi

Dalam proses pengolahan dengan sistem *wastewater garden* ada beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu komponen tanaman. Keuntungan yang paling besar dengan adanya tanaman dalam *wastewater garden* adalah, tanaman dapat menstransfer oksigen dari daun sampai ke lapisan akar.

Tabel 1. Fungsi Komponen-komponen Tanaman Dalam *Wetland.*

No	Komponen Tanaman	Fungsi
1	Akar dan batang dalam air	• Sebagai tempat pertumbuhan bakteri • Sebagai media untuk proses filtrasi
2	Batang dan daun yang berada di permukaan air	• Mengurangi masuknya sinar matahari • Mampu mencegah pertumbuhan alga • Mampu mengurangi efek dari kecepatan angin di permukaan air • Sangat penting untuk mentransfer gas dari dalam permukaan air yang dihasilkan tanaman

Fungsi lain dari tanaman ini adalah: Menjaga *hydraulic conductivity* dari subtrat supaya stabil. Meningkatkan aktivitas bakteri di bagian perakaran. Sumber karbon bagi bakteri. Akar tanaman sebagai filter melepaskan oksigen di daerah perakaran *(rhizosphere)*. Akar menyerap unsur hara yang terkandung dalam limbah di mana hara tersebut berfungsi sebagai pupuk bagi tanaman.

Mikroorganisme *heterotropic aerobic* selain mengurai air limbah juga akan mempertahankan kandungan oksigen dalam air limbah dan akan mengurangi bau. Untuk menunjang kehidupan mikroorganisme ini, maka diperlukan pengaturan jarak tanaman pada reaktor yang diharapkan agar tanaman mampu memberikan transfer oksigen yang cukup bagi kehidupan mikroorganisme yang hidup dalam media. Nitrogen dan karbon merupakan sumber energi bagi mikroba, di mana karbon digunakan untuk membentuk biomassa dari mikroba ($C_5H_7O_2N$) sebagai nutrien.

Berikut ini aktivitas dari mikroorganisme dalam sistem pengolahan air limbah dengan *wastewater garden:* 1). Mentransformasikan bahan-bahan organik dan anorganik dalam jumlah yang besar menjadi bahan-bahan yang tidak berbahaya (*innocuous*) atau mudah terurai., 2). Media untuk melakukan proses reduksi dan oksidasi (redok) dalam merubah kandungan substrat, 3). Media pengurai (*recycling*) pencemar menjadi nutrien.

Temperatur berpengaruh pada kualitas *effluent* air limbah karena mempengaruhi waktu detensi air limbah.

Keunggulan *Wastewater Garden* (WWG)

Sistem *subsurface wetlands* adalah solusi jangka panjang. Sistem *wastewater garden* mampu membersihkan air limbah dengan kecepatan yang luar biasa tinggi tanpa penggunaan bahan yang mahal. Tidak ada perkembangbiakan nyamuk atau gangguan lainnya yang berasosiasi dengan sistem limbah cair yang terbuka. Intensitas pengolahan adalah sedemikian rupa sehingga hanya 1/5 area yang dibutuhkan. Sedikit air limbah dilepaskan dari *wetlands* spesial ini (10-30 %) tergantung pada desain dan kondisi iklim lokal) karena tanaman menggunakan jumlah air yang besar dalam transpirasi. Sistem WWG dapat didesain sesuai pesanan dari unit kecil untuk sebuah tempat tinggal sampai area yang luas untuk industri atau sistem kota besar atau kota kecil. Sementara sistem WWG dapat memberikan banyak penghematan dalam air.

Sistem *wastewater garden* memberikan kualitas: 1) Desain dan pemeliharaan yang sesuai. 2) Kualitas air *improvement* dapat diperoleh 3) Penurunan BOD sebanyak 90 %, Penurunan TSS sebanyak 90 %. 4) Penurunan Nitrogen sebanyak 25 - 75 %. 5) Penurunan fofor 25 - 75 %. 6) Penurunan bakteri coliform lebih dari 98%.

Untuk *effluent* yang keluar dari unit/s WWG, selanjutnya digunakan untuk *subsurface irrigation*. Sementara keluaran air olahan dari WWG mempunyai penurunan yang tinggi akan bakteri

Parameter Penelitian

COD ***(Chemical Oxygen Demand)*** atau kebutuhan oksigen kimiawi yaitu jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada di dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimiawi, atau banyaknya oksigen-oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik menjadi CO_2 dan H_2O. Tes COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik yang dapat dioksidasi, dihitung dengan menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam

Total Suspended Solid **(TSS)** adalah Jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikro (Sugiharto, 1987). TSS adalah zat padat tersuspensi yang dapat dikelompokkan menjadi zat padat terapung dan zat padat terendap. Zat padat terapung ini selalu bersifat organik, sedangkan zat padat terendap dapat bersifat organik dan anorganik.

Fosfat Total ada di dalam air limbah, sebagian dari fosfat pada air limbah masyarakat

adalah dalam bentuk anorganik dengan ortofosfat (PO, HPO, H_2PO) meningkatkan sebanyak 25% dari seluruh total fosfat. Pada proses biologis dalam air limbah yang diolah mengubah jenis polifosfat ke dalam ortofosfat, sehingga fosfat pada buangan akhir air limbah terdiri dari 80% ortofosfat (Sugiharto ,1987).
Reaksinya adalah sebagai berikut :

$$P_3O_0^{-5} + 2\,H_2O \rightarrow 2\,HPO_4^{-2} + H_2PO_4^{-1}$$

Tanaman - tanaman air hias dalam *Wastewater Garden*

Tanaman Melati air *(Echinodorus paleaflius),* Cyperus *(Cyperus),* Futoi *(Hippochaetes lymnenalis),* Pisang air *(Typhonodorum indleyanum),* Pickerel rush *(Pontedoria cordata), Cattail* (*Typha latifolia*), sebagai media untuk pertumbuhan mikroorganisme baik secara alami maupun di dalam *constructed wetland* dan memberikan suplai oksigen di dalam lapisan *rhizosphere.* Suplai oksigen yang terjadi di dalam *wetland* berasal dari atmosfer serta adanya proses fotosintesis oleh tanaman dan alga yang terdapat di dalam air. Kelebihan dari tanaman air adalah bisa hidup pada kondisi yang anaerob atau tanpa oksigen (Cowardian, 1979).

Prinsip dasar sistem pengolah limbah secara biologis ini adalah proses respirasi tanaman *hydrophyte* ini mampu mengisap oksigen dari udara melalui daun, akar dan rhizomenya yang kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran (*rhizosphere*). Hal ini dimungkinkan karena jenis tanaman air seperti *hydrophyte* mempunyai ruang antar sel atau lubang saluran udara (*aerenchyma*) sebagai alat transportasi oksigen dari atmosfir ke bagian perakaran (Kadlac dan Knight, 1996).

Hipotesis

Wastewater garden dapat menurunkan konsentrasi COD, TSS, dan Total Fosfat yang terkandung dalam limbah cair *septic tank* Mataram Citra Sembada *Catering*

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian, Air limbah diambil dari *septic tank* Mataram Citra Sembada Catering. Proses berjalannya reaktor dilakukan di jalan Rajawali, Condongcatur, Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan di laboratorium kualitas air JTL FTSP UII.

Obyek Penelitian, limbah domestik yang berasal dari *septic tank* Mataram Citra Sembada Catering. **Waktu penelitian** dilakukan selama 6 bulan.

Variabel Penelitian, yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

Variabel bebas yaitu waktu detensi dan debit. Variabel terikat yaitu kualitas parameter COD, TSS dan Phospat Total air limbah *Septic Tank* limbah Mataram Citra Sembada Catering.

Reaktor *Wastewater Garden* adalah **Desain Wastewater Garden.** Pembuatan reaktor *batch Wastewater Garden* yang digunakan dalam penelitian, meliputi tanaman dalam reaktor dan media kerikil

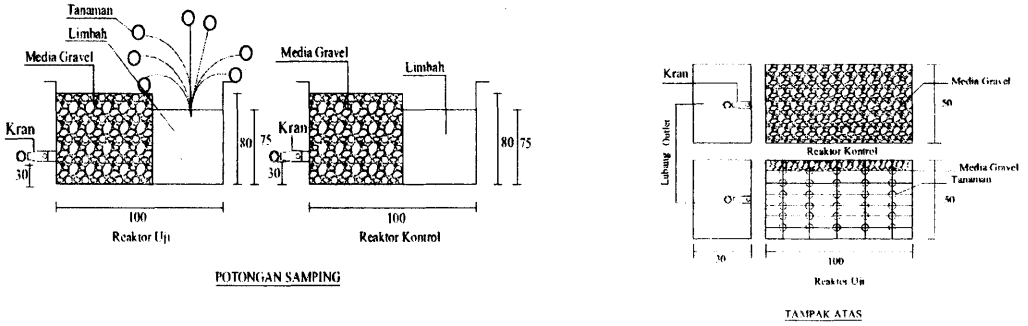
Dimensi reaktor, perhitungan dimensi reaktor *batch wastewater garden* dapat dilihat pada Tabel 2.

Analisis kualitas air limbah

Hasil pengolahan dianalisis menggunakan SNI 1991 - Standar 2 Metode Pengujian Kualitas Fisika air SK SNI M-03-1990-F untuk TSS dan metode Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri SNI 06-6989.2-2004 untuk COD. Fosfat (PO_4) dalam air sampel.

Tabel 2 Perhitungan Dimensi Reaktor *Batch Wastewater Garden*

Dimensi	Simbol	Hasil Perhitungan	Satuan	Persamaan yang digunakan
Waktu detensi	td		hr	
Kemiringan	s		m/m	
Ketinggian air	d	0.75	m	
Tebal substrat	h	0.80	m	
Freeboard	fb	0.30	m	
Debit	Q		L	
Volume basah	Vb	0.375	m^3	
Luas area	A	0.5	m^2	Vb/d
Lebar : Panjang	W : L			
Lebar	W	0.50	m	A = L x W
Panjang	L	1	m	2 x W
Volume reactor	Vr	0.925	m^3	A x (d + h + fb)



Gambar 1. Reaktor tampak atas dan potongan samping

Analisis data

Efisiensinya dengan membandingkan influent dan effluent dan dinyatakan dalam persen. Menggunakan *Univariate Analyisis of Variance* (UNIANOVA), dengan tingkat signifikansi (α) = 0,05 menggunakan software SPSS 10.

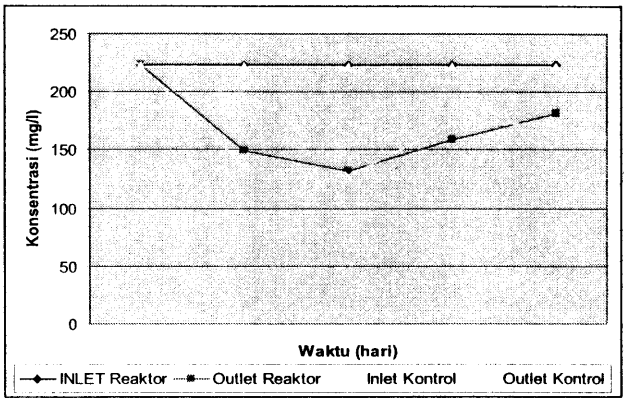
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kualitas Limbah Cair

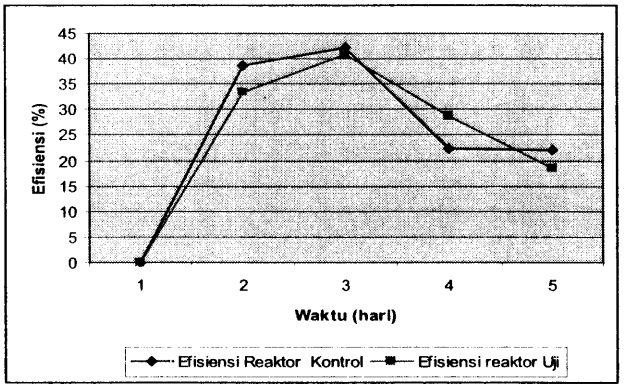
***Chemical Oxygen Demand* (COD).** Menurut *Metcalf and Eddy (1991).* COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dalam air, sehingga parameter COD mencerminkan banyaknya senyawa organik yang dioksidasi secara kimia. Tes COD digunakan untuk menghitung kadar bahan organik yang dapat dioksidasi, dihitung dengan menggunakan bahan kimia oksidator kuat dalam media asam. Di bawah ini dapat dilihat konsentrasi COD masing-masing reaktor.

Dari Gambar 2 di atas, dapat terlihat penurunan konsentrasi COD dalam reaktor uji dan reaktor kontrol. Konsentrasi COD terjadi penurunan pada hari ke 3 sebesar 33,29 % dengan konsentrasi awal (Co) 233,13 mg/l menjadi 148,86 mg/l. Pada hari ke 6 sebesar 40,81 % dengan konsentrasi awal (Co) 223,13 mg/l menjadi 132,08 mg/l.

Tanaman air ini akan menyerap nutrisi yang terdapat dalam air limbah tersebut. Pada waktu yang sama dengan oksigen dan mikro-



Gambar 2. Konsentrasi *Chemical Oxygen Demand* (COD)



Gambar 3. Efisiensi *Chemical Oxygen Demand* (COD)

ba yang terdapat dalam sistem *Wastewater Gardens* menghilangkan bakteri patogen yang terdapat dalam air limbah yang tidak diolah (Anonim 2007). Tanaman dapat mempunyai pengaruh yang sangat penting terhadap kandungan oksigen terlarut melalui fotosintesis dan pernapasan, (Connell and Miller, 1995)

Penurunan konsentrasi COD di dalam *Wastewater Garden* terjadi karena adanya aktivitas mikroorganisme dan tanaman yang ada dalam sistem tersebut. Proses penguraian bahan organik terjadi secara anaerob dan aerob, pada bagian perakaran terjadi proses aerob.

Proses Fotosintesis

Sinar matahari

$6CO_2 + 6H_2O + \text{Energi} \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$. (Reaksi 1)

Dalam menguraikan bahan organik diperlukan suatu kerja sama antara mikroorganisme dengan tanaman. Tanaman memerlukan karbon doiksida dan air yang dihasilkan dari respirasi mikroorganisme untuk proses fotosintesis. Sebaliknya mikroorganisme memerlukan karbohidrat dan oksigen dari hasil fotosintesis untuk menguraikan bahan organik yang masih tersisa. Hubungan simbiosis mutualisme antara mikroorganisme dengan tanaman berlangsung dalam *Wastewater Garden.*

Penurunan pada reaktor uji terjadi karena penguraian bahan organik oleh bakteri *rhizosphere* yang berada pada akar tanaman kemudian dimanfaatkan tanaman untuk fotosintesis. Fungsi tanaman dalam reaktor uji adalah tanaman dapat menjadi tempat melekatnya

bakteri terutama pada bagian akar, tanaman juga dapat mentransfer oksigen yang dihasilkan dari fotosintesis yang terjadi dibagian daun ke akar, tanaman juga dapat mencegah terjadinya pertumbuhan alga yang pesat, dan tanaman juga dapat memperlambat aliran air sehingga proses sedimentasi. Tanaman *hydrophyte* ini mampu mengisap oksigen dari udara melalui daun, akar dan rhizomenya yang kemudian dilepaskan kembali pada daerah sekitar perakaran (*rhizosphere*). Hal ini karena jenis tanaman air seperti *hydrophyte* mempunyai ruang antar sel atau lubang saluran udara (*aerenchyma*) sebagai alat transportasi oksigen dari atmosphere ke bagian perakaran.

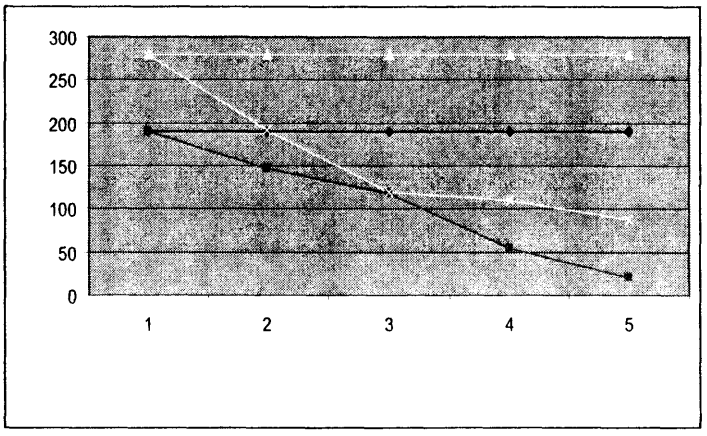
Dari Gambar 2 di atas dapat dilihat, peningkatan *outlet* hari ke 9 dan ke 12 tetapi tidak melebihi konsentrasi nilai inlet. Konsentrasi COD meningkat menunjukkan bahan organik yang terkandung di dalamnya juga meningkat, berarti oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik tersebut juga meningkat, mengakibatkan kandungan DO (*Dissolved Oxyigen*) turun, hal ini sesuai dengan data hasil Laboratorium yang diuji, mengalami penurunan pada hari ke 9 dan ke 12. Mikroorganisme atau bakteri tumbuh secara pesat untuk menguraikan bahan organik air limbah dan oksigen yang berasal dari akar tanaman ternyata tidak mencukupi keperluan mikrooganisme yang semakin meningkat.dikarenakan tumbuh pesatnya bakteri dan makanan yang dibutuhkan oleh bakteri tidak seimbang dengan jumlah bakteri yang semakin meningkat.

Pertumbuhan alga dalam waktu 24 jam akan berkembang dengan jumlah ketersediaan fosfat yang berlebih dalam air. Hal ini mengakibatkan keberadaan oksigen menjadi berkurang karena proses respirasi oleh alga dan bakteri yang menggunakan oksigen untuk mendegradasi bahan organik. Proses respirasi yang terjadi adalah sebagai berikut

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O \ldots.(\text{Reaksi 2})$$

Karbondioksida meningkat menyebabkan COD meningkat. Selain itu juga terjadinya kompetisi antar mikroorganisme dalam mendapatkan oksigen mengakibatkan mikroorganisme yang tidak mendapatkan oksigen akan mati. Hal ini juga mempengaruhi terhadap peningkatan COD.

Bakteri diperlukan untuk menguraikan bahan organik yang ada di dalam air limbah. Oleh karena itu diperlukan bakteri yang cukup untuk menguraikan bahan-bahan tersebut. Bakteri itu sendiri akan berkembang biak apabila jumlah makanan yang terkandung di dalamnya tersedia, sehingga pertumbuhan bakteri dapat dipertahankan secara konstan.(Sugiharto, 1987). Alga dan bakteri yang tumbuh pesat merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan peningkatan bahan organik dalam limbah cair.



Hasil *Test of Between – Subject Effects* di atas, diperoleh kesimpulan bahwa waktu detensi mempunyai pengaruh terhadap penurunan konsentrasi COD, dan untuk media tidak mempunyai pengaruh terhadap penurunan konsentrasi COD.

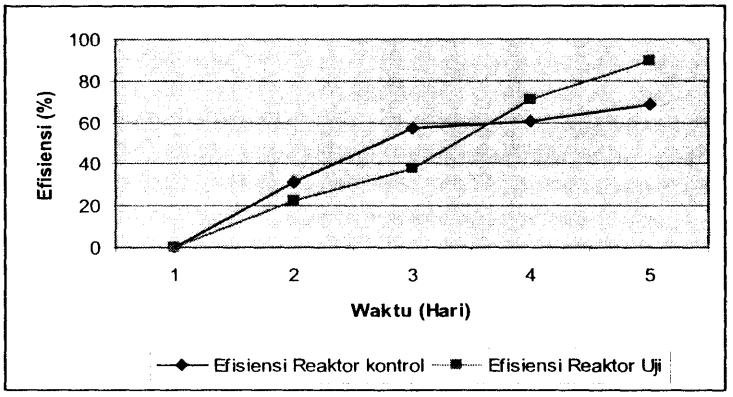
Dari Gambar 4 di atas terlihat penurunan konsentrasi padatan tersuspensi yang nyata. Pada reaktor uji hari ke 3 terjadi penurunan sebesar 22,81 % dari konsentrasi awal TSS (Co) 190 mg/l menjadi 146,66 mg/l. Hari ke 6 terjadi penurunan sebesar 37,90 % dengan konsentrasi awal (Co) 190 mg/l menjadi 118 mg/l. Pada hari ke 9 terjadi penurunan sebesar 71,32 % dengan konsentrasi awal (Co) 190 mg/l menjadi 20,67 mg/l. Pada hari ke 9 terjadi penurunan 71,32% dengan konsentrasi awal (Co) 190 mg/l menjadi 54,4 mg/l. Pada hari ke 12 terjadi penurunan sebesar 89,12% dengan konsentrasi awal (Co) 190 mg/l menjadi 20,67 mg/l

Proses untuk menghilangkan padatan tersuspensi dalam air limbah adalah proses flokulasi, sedimentasi, dan proses filtrasi atau intersepsi. Partikel yang besar dan berat akan segera mengendap setelah terbawa oleh air, sedangkan 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 media atau akar tanaman di dalam reaktor.

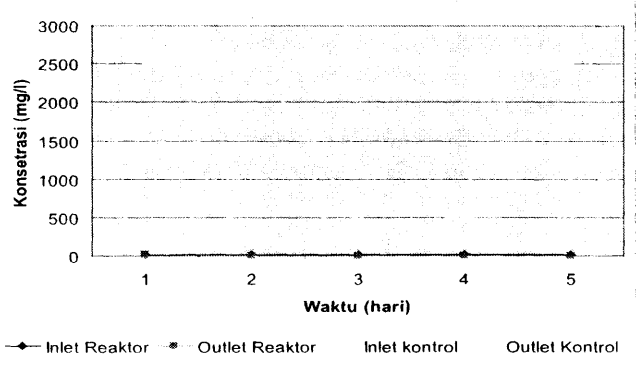
Dari hasil *Test of Between – Subject Effects* di atas, diperoleh kesimpulan bahwa waktu detensi mempunyai pengaruh terhadap penurunan konsentrasi TSS, dan media mempunyai pengaruh terhadap penurunan konsentrasi TSS.

Penurunan Konsentrasi Fosfat Total.

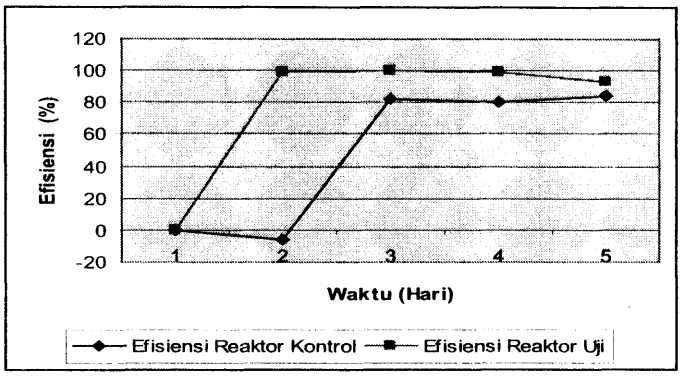
Fosfat ada di dalam air limbah, sebagian dari fosfat pada air limbah masyarakat adalah dalam bentuk anorganik dengan ortofosfat (PO, HPO, H_2PO) meningkatkan sebanyak 25% dari seluruh total fosfat.



Gambar 5. Efisiensi *Total Suspended Solid* (TSS).



Gambar 6. Konsentrasi Fosfat Total



Gambar 7. Efisiensi Konsentrasi Fosfat Total.

Pada proses biologis dalam air limbah yang diolah terjadi perubahan jenis polifosfat ke dalam ortofosfat, sehingga fosfat pada buangan akhir air limbah terdiri dari 80% ortofosfat. Reaksinya adalah sebagai berikut :

$$P_3O_{10}^{-5} + 2\,H_2O \rightarrow 2\,HPO_4^{-2} + H_2PO_4^{-1} \ldots.(\text{Reaksi 3})$$

Dari Gambar 6 dan Gambar 7 di atas dapat dilihat penurunan konsentrasi fosfat pada reaktor uji dan reaktor kontrol, yaitu untuk reaktor uji efisiensi 99,34% pada hari ke 3 dengan konsentrasi awal (Co) 17,44 mg/l menjadi 0,12 mg/l, 99,72 % pada hari ke 6 dengan konsentrasi awal (Co) 17,44 mg/l menjadi 0,05 mg/l.

Fosfat merupakan bentuk fosfat yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (Hefni E, 2003). Orthofosfat merupakan bentuk fosfat yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman aquatik, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk ortho-fosfat terlebih dahulu, sebelum dapat dimanfaatkan sebagai sumber fosfor.

Proses penurunan Fosfat total dapat dilakukan oleh akar tanaman penyerapan unsur hara oleh tumbuhan diawali dengan penguraian bahan organik oleh mikroorganisme rhizosfera yang kemudian diserap oleh akar tanaman dalam jumlah besar. Tumbuh-tumbuhan mempunyai banyak sel organisme, di mana tumbuh-tumbuhan mendapatkan makanan melalui proses difusi ke dalam sel. Fosfat di dalam tanaman mempunyai fungsi sangat penting yaitu dalam proses fotosentesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel serta proses-proses di dalam tanaman.

Dari hasil *Test of Between – Subject Effects* di atas, diperoleh hasil kesimpulan yaitu hari atau waktu detensi tidak mempunyai pengaruh terhadap penurunan konsentrasi Fosfat total pada reaktor. Media mempunyai pengaruh terhadap penurunan konsentrasi Fosfat total.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Melihat dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan yang didasarkan pada tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

Pengolahan limbah dengan menggunkaan *Wastewater Garden* dapat menurunkan konsentrasi COD dengan rata-rata persentase penurunan 24,26 %, TSS 44,23%, Fosfat total 78,35%. Waktu detensi yang paling optimum untuk penurunan konsentrasi COD yaitu pada hari ke 6.

Waktu detensi mempengaruhi pengolahan air limbah, karena dengan waktu detensi yang cukup akan memberikan kontak lebih lama antara mikroorganisme, oksigen yang dikeluarkan akar tanaman dan air limbah.

Fenomena yang terjadi di dalam *Wastewater Garden* dalam menurunkan COD, TSS dan Fosfat total adalah tanaman, mikroorganisme dan media gravel berperan dalam mentransfer oksigen yang diperlukan mikroorganisme dan penyerap unsur hara yang terkandung dalam

limbah, sebagai pengurai limbah dan media filtrasi.

Saran

Saran yang dapat diberikan guna kesempurnaan penelitian tentang *Wastewater Garden* ini ialah:

Untuk penelitian selanjutnya, dapat melakukan dengan jarak tanaman yang lebih rapat dan menggunakan jenis tanaman air yang lain dari penelitian ini di dalam *Wastewater Garden.*

Perlu dilakukan kajian lebih lanjut tentang kemampuan tanaman-tanaman air yang dapat digunakan di dalam wa*stewater garden* untuk menyerap dan menurunkan konsentrasi limbah domestik.

Pengambilan air limbah diusahakan dilakukan 1 kali saja, karena dengan begitu konsentrasi limbah awal antara reaktor kontrol dan reaktor uji dapat sama.

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan menggunakan sistem *continue,* dan sumber limbah industri yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 2007, http://www.kelola.or.id/wwg.htm

Cornell, W. Des and Miller, J. Gregory, 1995, Kimia dan Ekotoksikologi pencemaran, UI Press, Jakarta

Cowardin, 1979, dalam Siswoyo,E,2002. *Pengolahan Air Buangan Domestik (Grey Water) Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (Typha Angustifolia) Dalam Sistem Constructed Wetland,* Jurusan Teknik Lingkungan dan PPLH-UII,Jogjakarta.

Gopal, B., 1999, *Natural and Constructed Wetlands for Wastewater Treatment Potentials and Problem*, dalam Fauzi Arnis.M, 2006, Tugas Akhir, *Tingkat Penyerapan Nitrat dan Fosfat dari Limbah Cair Pabrik Tahu dengan Menggunakan Tanaman Kangkung Air pada Sistem Constructed Wetlands*, Universitas Islam Indonesia, Jurusan Teknik Lingkungan, Yogyakarta.

Hefni, E, 2003, "*Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*", Kanisius, Yogyakarta

Kadlec, R.H., and R.L. Knight, 1996, *Treatment Wetlands,* dalam Kumalasari. N, 2005 *Penurunan Konsentrasi BOD, COD, TSS dan CN Limbah Cair Tapioka dengan Contructed Wetlands Menggunakan Kangkung Air (Ipomoae Aquatica),* Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP-UII, Jogjakarta.

Kristanto Philip. ,2002, *Ekologi Industri,* Andi Yogyakarta

Kumala Sari, N, 2005,"*Penurunan Konsentrasi BOD, COD, Tss dan CN limbah Cair Tapioka Dengan Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea Aquatica)*", Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, UII

MetCalf and Eddy., 1991, *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*, Mc Graw Hill, International Edition, Third Edition.

Metcalf, and Eddy, 1993, *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*, 4th Edition, McGraw-Hill, New York

Siswoyo, E., 2006, Tinjauan Teknis, Hukum dan Lingkungan Pembuangan Limbah Industri Jasa Boga Di Sekitar Badan Air Sungai, Proposal Penelitian.

Sugiharto, 1987, *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.