

Analisis Luasan Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Iris dalam Mangolah Air Limbah Domestik (*Greywater*)

Anna Catharina Sri Purna Suswati^{1,2}, Gunawan Wibisono^{1,3}, Aniek Masrevaniah^{1,4},
Diana Arfiati^{1,5}

¹Program Studi Kajian Lingkungan dan Pembangunan, Program Pascasarjana, Universitas Brawijaya, Malang

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Karya, Malang

³Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Merdeka, Malang

⁴Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang

⁵Jurusan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang

Abstrak

Perkembangan penduduk dan keterbatasan sarana sanitasi dan instalasi pengolah air limbah menyebabkan tingginya pencemaran sungai. Instalasi pengolah limbah rumah tangga dipandang mahal dan masih sulit diterapkan di negara berkembang. Constructed Wetland (CW) menawarkan teknologi yang murah dan mudah dalam pengoperasiannya untuk mengolah air limbah rumah tangga. Dalam penelitian ini dibangun Constructed Wetland dengan sistem SSF menggunakan media kerikil dan botol bekas serta tanaman Iris dengan ukuran (2x1x0.65) m³ pada sebuah rumah tempat tinggal. Penggunaan tanaman Iris berdasarkan kinerja tanaman ini dalam menyerap polutan dan mudah diperoleh. Tujuan penelitian ini adalah mengolah greywater untuk mengurangi pencemaran air. Analisis kecukupan luasan dikaji dengan metode Reed, Kadlec & Knight; serta Crites & Tchobanoglous. Analisis BOD limbah dilakukan setelah diolah dalam Constructed Wetland selama tiga hari. Hasil analisis menunjukkan bahwa penurunan BOD dengan waktu tinggal tiga hari mencapai 91.51%. Luasan yang dibutuhkan berdasarkan tiga metode tersebut adalah 2.08 m²; 2.41 m²; dan 1.00 m². Hasil tersebut menunjukkan bahwa disain CW ini dapat diterapkan pada halaman rumah tempat tinggal.

Kata kunci: Luasan Constructed Wetland, grey water, Iris.p.

Abstract

Urban population growth and limited sanitation and wastewater treatment facilities resulting in the high river pollution. Household waste treatment facilities are still considered expensive and difficult to implement in developing countries. Constructed Wetland (CW) technology offers an inexpensive and easy to operate for treating any domestic wastewater. In this study Constructed Wetland was constructed with SSF system using media of gravel and bottles and Iris plants with size (2x1x0.65) m³ in a dwelling house. Iris plant is used by the plant's performance in absorbing pollutants and it is easily obtained. The purpose of this study is to process greywater in reducing water pollution. Analysis of the adequacy area is conducted by the methods of Reed, Kadlec & Knight, and Crites & Tchobanoglous. BOD analysis were performed after the wastewater are processed in a Constructed Wetland for three days. Results of analysis showed that the reduction in BOD with time staying three days to reach 91.51%. The adequacy area required by the three methods are 2.08 m², 2.41 m², and 1.00 m². It is suggested that this CW design can be applied in the homeward.

Keywords: Size of Constructed Wetland, graywater, Iris. p.

PENDAHULUAN

Kondisi sanitasi di beberapa wilayah negara berkembang seperti Indonesia masih kurang memadai. Akibatnya, pencemaran airpun semakin meningkat. Pencemaran air juga dipicu oleh pertambahan jumlah penduduk, perkembangan industri dan mahalnya biaya pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah

(IPAL). Keadaan ini menyebabkan tingginya angka penderita penyakit karena sanitasi yang kurang baik. Perkiraan UNDP (2006) setiap menit lebih dari 3 anak meninggal karena penyakit berkaitan dengan penggunaan air tidak aman dan sanitasi buruk (Raude, 2009). Sanitasi buruk diantaranya karena tidak ada sarana pengolahan air limbah rumah tangga. Di Indonesia teknologi septic tank sudah banyak digunakan untuk mengolah air kotor dari WC, sedangkan air bekas/grey water (air bekas mandi, cuci dan dapur) yang volumenya sekitar 75% dari air limbah rumah tangga, umumnya langsung dialirkan ke saluran

* Alamat Korespondensi

Anna Catharina Sri Purna Suswati

Email : anna_sps@yahoo.com

Alamat : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Karya, Jl. Bondowoso 2, Malang

pembuangan menuju sungai (Kurniadie, 2008). Akibatnya beban pencemaran sungai semakin tinggi, demikian pula sungai di pulau Jawa (Indonesia) melampaui tingkat yang membahayakan (Yusuf, 2008; Masrevaniah, 2006). Sementara komposisi pencemar di Sungai Brantas adalah 60% berupa limbah domestik dari sanitasi, deterjen dan sampah, 30% dari limbah industri dan 10% limbah pertanian (Ismuyanto, 2010). Air limbah dengan kandungan material organik tinggi yang dibuang ke badan air akan mengambil oksigen terlarut dalam jumlah besar untuk proses dekomposisi. Oleh karenanya diperlukan upaya pengolahan air limbah, sebelum dibuang ke sungai, bukan sebatas percontohan (Arfiati, 2009), tetapi dapat diterapkan secara individu maupun secara komunal. Alternatif pengolahan limbah yang sederhana dan berdaya guna sangat diperlukan untuk menyelesaikan masalah ini (Wibisono dan Masrevaniah, 2008).

Sanitasi secara ekologis (Ecologic Sanitation/Ecosan) menawarkan teknologi alternatif dalam mengolah air limbah domestik yaitu Constructed Wetland (CW). Constructed Wetland dalam penelitian ini berupa Taman Tanaman Air/TTA (Wibisono dan Masrevaniah, 2008) atau disebut juga Taman Pengolah Limbah (TPL). Teknologi TPL merupakan salah satu opsi yang tepat untuk mengatasi masalah air limbah domestik. Teknologi ini telah banyak terbukti di banyak negara dapat menurunkan kadar Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solid (TSS), Nitrogen (N) dan Phosphor (P), serta bakteri coli, nutrient dan logam berat secara signifikan (Sarafraz, 2009; Pastpr et al., 2002 dalam Dhokhikah, 2006). Penerapan Teknologi CW belum populer di Indonesia, karena kajian-kajian dan publikasinya masih kurang.

Constructed Wetland merupakan salah satu solusi pengolah limbah yang mengandalkan akar tanaman air (tanaman rawa) untuk penyaringan, media dan bakteri untuk mengolah berbagai air limbah seperti BOD, SS, bakteri patogen, nutrien dan logam berat. Constructed Wetland merupakan teknologi yang efektif, murah dan perawatan mudah (Dallas et al., 2004; Chang et al., 2011). Di sisi lain, hal penting dari CW system kecil yang melayani rumah tunggal, hotel dll, adalah nilai estetika tanamannya, terutama dalam pemilihan jenis tanaman, misalnya Iris pseudacorus, Canna dll. (Brix, 1994). Dengan pemilihan dan penataan tanaman, maka CW sehingga tidak tampak kotor dan bau, serta tidak

menjadi tempat berkembang biak nyamuk (USEPA, 1993). Dalam penelitian ini digunakan CW tipe Sub-Surface Flow (SSF). Sistem SSF merupakan proses penyaringan oleh mikroba-batu-tanaman terendam, rawa, system hidrobotani ataupun metode zona perakaran. Kelebihan metode ini dibandingkan tipe lain Free Water Surface adalah kebutuhan lahan lebih sempit, tidak menimbulkan bau, dan tidak menjadi tempat berkembang biak nyamuk. Tujuan penggunaan tanaman adalah untuk menyediakan oksigen di zona perakaran dan menambah area pertumbuhan biologis (Crites dan Tchobanoglous, 1998), serta menyerap bahan pencemar.

Beberapa data empiris hasil kinerja tanaman Iris p. dalam CW yang dilakukan di Cina Utara, menunjukkan bahwa serapan hara oleh tanaman maksimum adalah 51,89% untuk penghapusan N dan 34.17% untuk penghapusan P selama percobaan. Tanaman Scirpus Validus dan Iris pseudacorus memiliki kapasitas serapan hara lebih tinggi dibandingkan Typha orientalis, Phragmites australis (Haimin Wu et al., 2006). Sementara penelitian yang hanya menggunakan tanaman Iris p. yang dilakukan di Kabupaten Malang menunjukkan penurunan N sebesar 60% dan P 25% (Wibisono dan Masrevaniah, 2008). Iris p., juga merupakan pilihan yang baik untuk menurunkan BOD₅, COD, TN, TP dan logam berat (Cr, Pb, Cd) dalam air limbah (Zhang Xiao-bin et al., 2007). Berdasarkan kemudahan untuk didapat, tingkat adaptasi yang tinggi pada tanaman serta kinerja berdasarkan penelitian lain, maka tepat jika penelitian CW skala rumah tangga dengan jumlah penghuni lima orang ini menggunakan tanaman Iris p.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengolahan air limbah rumah tangga dengan teknologi CW hingga aman untuk dibuang ke badan air atau dikembalikan menjadi air tanah. Dalam hal ini sebagai standart yang diambil adalah air golongan I dengan kandungan BOD \leq 30 mg/L. Penelitian ini juga dimaksudkan untuk mendapatkan hasil pengolahan limbah rumah tangga pada rumah dengan halaman sempit. Dalam mengkaji luasan dan waktu tinggal (HRT) analisis dilakukan dengan menggunakan tiga metode yaitu: Metode Reed, Metode Kadlec dan Knight, dan Metode Crites dan Tchobanoglous.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan membuat dua buah bak kontrol yang berfungsi untuk

penyaringan air limbah dari kotoran padat seperti sisa makanan dan lain-lain dan sebagai bak penampung. Kemudian pembuatan bak untuk CW berukuran (panjang x lebar x dalam) adalah (2 x 1 x 0.65)m³ atau setara dengan volume 1.3 m³. Tipe CW yang diterapkan SSF dalam kondisi skala penuh pada sebuah rumah tinggal dengan jumlah penghuni 5 orang atau setara dengan debit air limbah 0.6 m³/hari. Hal ini dilakukan agar sesuai dengan kondisi riil. Waktu tinggal tiga hari ditetapkan sesuai waktu penguraian air limbah dalam septictank. Jenis tanaman yang digunakan adalah Iris.p, dengan pertimbangan kemudahan untuk diperoleh di lingkungan sekitar. Ketinggian/panjang daun tanaman yang digunakan berkisar 50-60 cm. Jarak antar rumpun tanaman adalah 15 cm. Media tanam yang digunakan adalah pasir, kerikil diameter 0.8–1.5 cm, dan botol plastik bekas. Tujuan menggunakan botol bekas adalah memanfaatkan barang bekas dan meningkatkan porositas. Porositas media yang lebih tinggi akan menghasilkan kualitas keluaran yang lebih baik (Wibisono dan Masrevaniah, 2008). Constructed Wetland yang dibuat ditunjukkan Gambar 1.

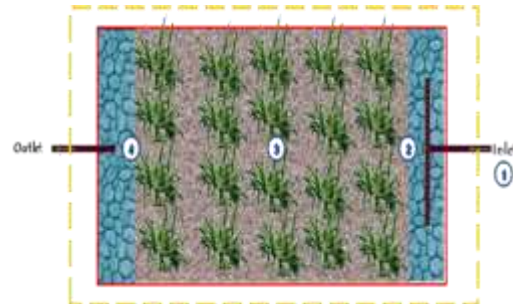


Gambar 1. TPL menggunakan media kerikil dan tanaman Iris

Sampel diambil pada musim kemarau, dengan asumsi pada saat musim kemarau kandungan bahan pencemar pekat, karena tidak ada proses pengenceran oleh air hujan. Titik pengambilan sampel dijelaskan pada Gambar 2.

Uji kualitas air tanpa tanaman dibandingkan dengan menggunakan tanaman. Pengujian dilakukan di Laboratorium Perusahaan Umum Jasa Tirta 1 yang telah memiliki serifikasi KAN (Komite Akreditasi Nasional). Analisis luasan TPL menggunakan metode Reed, Kadlec & Knight, serta Tchobanoglous & Crites. Untuk menguji hasil analisis dilakukan dengan membandingkan

kualitas limbah sebelum pengolahan pada inlet dengan kualitas limbah sesudah mengalami proses pengolahan oleh TPL (outlet). Parameter untuk membandingkan analisis dengan 3 metode yang digunakan adalah BOD, sebagaimana yang digunakan dalam ketiga metode tersebut.



Gambar 2. Ilustrasi titik pengambilan sampel dalam TTA

1. Metode Reed

Metode Reed digunakan untuk mengestimasi kebutuhan area untuk menurunkan nilai BOD (Mitchel *et al.*, 1998). Dalam teori ini laju penurunan BOD dalam *Sub-Surface Flow CW* pada suhu 18°C. Rumus penentuan area CW untuk menurunkan nilai BOD adalah:

$$A_s = L \cdot W = (Q/t)/(y \cdot n) = \{Q \cdot \ln(C_i/C_o)\} / (K_r \cdot y \cdot n) \quad (1)$$

Keterangan: (A_s = luas area Wetland); (C_o = konsentrasi polutan pada aliran keluar (outlet effluent) (mg/L)); (C_i = konsentrasi polutan pada aliran masuk (influent) (mg/L)); (K_r = konstanta pada temperatur di dalam wetland per hari (°C)).

$$K_T = K_R \cdot q_r^{(T_w - T_r)} \quad (2)$$

(K_R = konstanta pada temperatur referensi); (L = panjang wetland (m)); (n = porositas (%)); (y = kedalaman wetland (m)); (T_R = temperatur referensi (20° C)); (T_w =temperature limbah dalam *wetland*); (q_r = debit referensi). Nilai q_r dan K_R disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Temperatur untuk konstanta laju untuk disain TTA tipe SSF dengan metode Reed

Parameter	Penurunan BOD
K_R /hari	1.104
q_r	1.06

Sumber: Mitchell (1998)

Tabel 2. Hasil uji kualitas air dalam *wetland* dengan tanaman dan tanpa tanaman, waktu tinggal tiga hari.

Parameter	Satuan	Standar Baku Mutu	Titik 1 (inlet)	Titik 2	Titik 3	Outlet
BOD tanpa tanaman	mg/L	100	209.40	189.40	701.90	244.40
BOD dengan tanaman	mg/L	100	146.70	23.33	24.70	12.45

Sumber: Catharina, Anna S. (2011).

2. Metode Kadlec & Knight

Disain dengan menggunakan Teori Kadlec & Knight (1996) menganggap untuk semua polutan menggunakan aliran *plug flow*. Rumus untuk menentukan luas area *wetland* menurut Kadlec & Knight adalah:

$$A_s = \{(365 \cdot Q) / k\} \ln\{(C_e - C^*) / (C_i - C^*)\} \text{----- (3)}$$

Keterangan: A_s = luas area; C_e = target konsentrasi polutan pada effluent (mg/L); C_i = konsentrasi polutan pada influent (mg/L); C^* =konsentrasi polutan acuan BOD = 3.5 + 0.053 C_i (Tabel 2); k = konstanta laju pada tahap pertama m/yr; Q = debit rata-rata limbah yang melalui *wetland*. Nilai K_{20} , q dan C^* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai parameter untuk perencanaan SSF CW pada rumus Kadlec&Knight (1996)

Parameter	BOD
K_{20} (m/yr)	180
Q	1.00
C^* (mg/L)	$3.5 + 0.053 C_i$

Sumber: Mitchell (1998)

3. Metode Crites & Tchobanoglous

Constructed Wetland dengan system *SSF* menghasilkan effluent dengan kualitas tinggi dalam menurunkan nilai BOD, TSS dan pathogen. Dalam penelitian ini untuk menganalisis kecukupan luasan CW dilakukan dengan hasil pengukuran BOD. Penurunan nilai BOD, berkaitan dengan HRT dan temperature.

$$HRT = V/Q = (A \cdot d_w) / Q \text{----- (4)}$$

Keterangan: (HRT = waktu tinggal (hari)); (Q = debit (m^3 /hari)); (V = volume CW (m^3)); (A = luas TTA (m^2)); (d_w = kedalaman media (m))

$$HRT = \{-\ln(C/C_0)\} / k_T \text{..... (5)}$$

C = konsentrasi polutan pada outlet pada saat pengukuran (mg/L) C_0 = konsentrasi polutan pada inlet pada saat pengukuran (mg/L)

$$k_T = k_{20} (1.06^{(t-20)}) \text{..... (6)}$$

(k_{20} = konstanta laju penurunan BOD pada suhu referensi ($20^\circ C$) yaitu sebesar 1.1/hari); (t = suhu saat pengukuran ($^\circ C$)); (k_T = konstanta laju penurunan BOD pada suhu (T) saat pengukuran).

$$A = (Q \cdot HRT) / d_w \text{----- (7)}$$

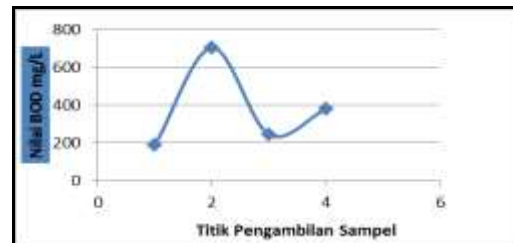
Setelah dilakukan pengukuran BOD, maka dilakukan kontrol luasan CW dengan menggunakan ketiga teori tersebut di atas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

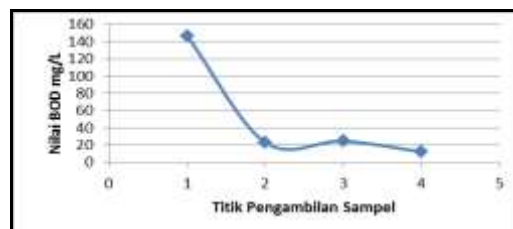
1. Kemampuan Tanaman Irish *pseudacorus* Menurunkan Nilai BOD Air Limbah Rumah Tangga

Kemampuan tanaman *Irish pseudacorus* dalam mengolah limbah ditunjukkan dengan persentase penurunan nilai BOD dalam air limbah tersebut. Kinerja CW dalam menurunkan nilai BOD berdasarkan hasil analisis laboratorium dibandingkan dengan reactor tanpa tanaman. Masing-masing dengan waktu tinggal tiga hari.

Hasil perbandingan tersebut dipresentasikan dalam Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Kandungan BOD pada reactor tanpa tanaman dengan waktu tinggal tiga hari.



Gambar 4. Kandungan BOD pada reactor dengan tanaman (TPL) dengan waktu tinggal tiga hari.

Berdasar Gambar 3 dan 4, peran tanaman dalam menurunkan nilai BOD menunjukkan nilai yang signifikan dibandingkan dengan reactor tanpa tanaman. Pada reactor tanpa tanaman nilai BOD pada waktu tinggal tiga hari tidak menunjukkan penurunan, bahkan meningkat dari 200 mg/L pada inlet menjadi 400 mg/L pada titik terdekat dengan outlet. Sementara dengan CW menggunakan Iris mampu menurunkan nilai BOD sebesar 91.51%, yaitu dari 146.70 mg/L pada inlet hingga 12.45 mg/L pada outlet. Baku Mutu yang ditetapkan untuk limbah cair golongan I sebesar 30 mg/L. Perbandingan dilakukan terhadap air limbah pada influent yang belum mengalami perlakuan dengan air limbah pada titik outlet setelah mengalami proses dalam CW

Berdasarkan hasil pengukuran penggunaan tanaman Iris untuk mengolah air limbah domestik dengan waktu tinggal 3 hari sudah menunjukkan kemampuan yang baik dalam menurunkan nilai BOD. Hal itu terlihat dari nilai BOD setelah pengolahan berada di bawah Standar Baku Mutu limbah domestik. Dengan demikian dapat dipertimbangkan untuk membuat TPL dengan volume berdasarkan produksi limbah selama tiga hari, dengan menentukan luasan sesuai dengan waktu tinggal tiga hari. Analisis untuk menguji sejauh mana perbedaan hasil pengolahan limbah menggunakan tanaman Iris dan tanpa tanaman dilakukan dengan uji-t beda. Dari hasil pengujian kualitas air dengan perlakuan tanpa tanaman dan menggunakan tanaman menunjukkan bahwa pengolahan dengan tanaman pada waktu tinggal tiga hari mencapai hasil optimal, dengan nilai signifikansi 0.162.

Perbedaan signifikan nampak apabila pengolahan limbah dengan tanaman selama tiga hari dibandingkan dengan air limbah pada *inlet*. Hasil menunjukkan perbedaan nilai BOD 0.007 antara *titik inlet* dan nilai BOD pada *outlet*.

2. Analisis luasan Constructed Wetland

Asumsi penggunaan air untuk standar rumah biasa ditentukan 160 – 250 L/orang/hari. Volume air limbah dari standar rumah biasa adalah 120 L/orang/hari (JICA). Dalam penelitian ini jumlah penghuni rumah biasa ditetapkan lima orang (sesuai dengan standar yang digunakan dalam disain dengan rumus Reed, Kadlec & Knight).

2.1. Analisis luasan Constructed Wetland menggunakan Metode Reed

Analisis luasan berdasarkan metode Reed pada hasil pengukuran kualitas air limbah dengan standart nilai BOD 30 mg/L dengan debit 120 L/orang/hari adalah: Luas Area (A_s) = 2.08 m² ; HRT = 0.79 hari = 18.96 jam atau 1 hari. Berdasarkan hasil pengukuran BOD 12.45 mg/L, dengan rumus yang sama maka dibutuhkan luasan 3.23 m², untuk kedalaman 0.65 m dan porositas media 35%.

2.2. Analisis luasan CW dengan menggunakan Metode Kadlec&Knight.

Analisis luasan berdasarkan metode Kadlec & Knight pada hasil pengukuran kualitas air limbah dengan nilai BOD < 30 mg/l dengan debit 120 L/orang/hari memberikan hasil: Luas Area (A_s) = 2.41 m² ; HRT = 2.6 hari atau 3 hari. Analisis luasan berdasarkan nilai BOD hasil pengukuran sebesar 12.45 mg/L, maka diperlukan CW dengan luas 5.78 m² dengan kedalaman 0.65 m dan porositas media 35%.

2.3. Analisis luasan CW dengan Metode Crites & Tchobanoglous.

Hasil analisis luasan berdasarkan metode Crites & Tchobanoglous pada hasil pengukuran kualitas air limbah dengan nilai BOD < 30 mg/l dengan debit 120 L/orang/hari dan suhu 25° C adalah: Area (A) = 1 m² ; HRT = 1.08 hari = 25.92 jam ≈ 26 jam. Sedangkan luasan CW, apabila ilai BOD disesuaikan dengan hasil pengukuran sebesar 12.45 mg/L, maka dibutuhkan CW seluas 1.55 m², dengan kedalaman 0.65 dan porositas media 35%.

Hasil analisis analisis dengan metode Crites dan Tchobanoglous memberikan hasil luasan yang lebih kecil dari 2 m². Penemuan dari Crites dan Tchobanoglous sebelumnya untuk limbah rumah tangga dengan jumlah penghuni 5 orang diperlukan CW dengan luas Rumah tangga tunggal kontribusi diasumsikan 240L/keluarga/minggu untuk 1 keluarga. Ukuran panjang CW 1,99 m, lebar 0.40 m dan kedalaman 0.50 m, total luas adalah 0.79 m² (Crites, Ron; George Tchobanoglous, 1998). Pada temperature 3°C. Luasan tersebut lebih kecil dari hasil temuan dalam penelitian ini, karena debit yang kecil pula. Namun semakin tinggi suhu, maka kecepatan reaksi akan semakin meningkat.

Hasil analisis waktu tinggal (HRT) dengan luasan *constructed wetland* (A_s) dengan menggunakan metode Reed, Kadlec & Knight serta Crites & Tchobanoglous dengan ketentuan berikut disajikan pada Table 5. Nilai-nilai Q = 600 L/hari = 0.6 m³/hari; dw (kedalaman air) = 0.65 m; n (porositas media) = 35%

Secara keseluruhan perbandingan control luasan TTA menggunakan kedua teori disaji dalam Table 5.

Tabel 5. Hasil kajian luasan dan waktu tinggal berdasarkan metode Reed, Kadlec & Knight, Crites & Tchobanoglous.

Metode	BOD Air Kelas I <= 30 mg / L	
	As	HRT
Reed	2.08 m2	0.78 hari
Kadlec & Knight	2.41 m2	2.61 hari
Tchobanoglous	1.00 m2	1.08 hari

Dengan demikian kebutuhan luas untuk memenuhi standar 30 mg/L berdasarkan ketiga metode tersebut yang terbesar adalah 2.41 m². Apabila kecukupan lahan yang tersedia kurang dari 2.41 m², maka dapat diatur HRT, debit atau porositas media sesuai dengan luasan yang tersedia. Penambahan kedalaman akan mengakibatkan terjadinya proses anaerob,

apabila panjang akar tidak samapai pada kedalaman reaktor.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Constructed Wetland menggunakan tanaman Iris dengan luas 2 m² memiliki kinerja yang baik dalam menurunkan BOD hingga mencapai nilai 12.45 mg/L untuk debit 0.6 m³/hari dan waktu tinggal tiga hari. Nilai BOD pada Standar Baku Mutu Limbah Cair Golongan I yaitu 30 mg/L. Hasil kinerja CW berdasarkan pengukuran nilai BOD lebih baik dari nilai Standar Baku Mutu Limbah Cair Golongan I.

Hasil analisis luasan constructed wetland dengan luas 2x1 m², dan berdasar Baku Mutu Limbah Cair Golongan I, dimana nilai BOD ditetapkan 30 mg/L, ditinjau dari teori Reed, Kadlec dan Knight, serta Crites dan Tchobanoglous adalah sebagai berikut:

1. Menurut metode Reed, untuk mencapai standar baku mutu, maka dibutuhkan luas CW sebesar 2.08 m² dan HRT 19 jam.
2. Menurut metode Kadlec dan Knight: untuk mencapai standar baku mutu, dibutuhkan waktu 2.61 hari atau 3 hari dengan luasan 2.42 m².
3. Menurut metode Crites dan Tchobanoglous; untuk mencapai standar baku mutu dibutuhkan waktu tinggal 1.08 hari dan luasan 1.00m².
4. Berdasarkan tinjauan menurut ketiga teori tersebut, maka apabila dalam kapling rumah masih tersisa lahan 3x1 m², maka dapat dibuat pengolah limbah dengan menggunakan tanaman Iris dan sistem SSF. Karena untuk mencapai standar baku mutu proses pengolahan limbah memerlukan waktu kurang dari tiga hari, sehingga hanya membutuhkan lahan maksimal 2.42 m².

Saran

1. Taman Pengolah Limbah menggunakan tanaman Irish pseudacorus menunjukkan kemampuan untuk menurunkan nilai BOD, sehingga bisa diterapkan untuk skala rumah tangga. Namun perlu digali lagi pemilihan jenis tanaman dengan kinerja yang lebih tinggi, sehingga bisa diterapkan untuk luasan yang lebih kecil dan menurunkan kadar pencemar lain seperti deterjen, minyak dan lemak. Pemilihan jenis tanaman dengan pertimbangan kemudahan tanaman untuk hidup dan fisiologi tanaman yang tidak terlalu tinggi, agar tidak mengganggu fasade bangunan, dan tidak mengganggu estetika.

2. Kinerja CW dengan ukuran 2m x 1m sudah memenuhi syarat baku mutu, maka dapat diterapkan pada rumah tangga dengan anggota keluarga 5 orang yang diasumsikan memiliki debit limbah 600 L/hari.. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut apabila sudah tidak ada lahan yang tersisa pada kapling rumah tersebut sehingga hanya dapat memanfaatkan “berem” yang ada di depan halaman rumah.

DAFTAR PUSTAKA

- Arfiati, D. 2009. Strategi Peningkatan Kualitas Sumberdaya Pada Ekosistem Perairan Tawar. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar dalam bidang Limnologi pada Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.
- Brix, H. 1994. Water Science Technology vol 29 no.4 pp. 71-78. IAWQ: Great Britain. http://mit.biology.au.dk/Wat_Sci_Tech. accessed 3 Sept 2013
- Catharina, Anna S. 2011. Performance of Irish pseudacorus To Treat Domestic Wastewater (Gray Water) in The Sub Surface Flow Constructed Wetland System. Proceeding Interdisciplinary Research in Natural Resources and Environmental Management, International Seminar 2011 Post Graduate Program Brawijaya University.
- Chang, N.B., Z.Xuan, A.Daranpob, M.Wanielista. 2011. A subsurface upflow wetland system for removal of nutrients and pathogens in on-site sewage treatment and disposal systems. *Environ Eng Sci* 28(1):11–24
- Crites, R. dan G.Tchobanoglous. 1998. Small and Decentralized Wastewater Management Systems. McGraw-Hill, Singapore
- Dallas, S., B.Scheffe dan Goen Ho. 2004. Reedbeds for greywater treatment-case study in Santa Elene-Monteverde, Costa Rica, Central America. *Journal Ecological Engineering*, Volume 23, issue 1, 1 August 2004, pages 55-61.
- Dhokikah, Y. 2006. Pengolahan Air Bekas Domestik Dengan Sistem Constructed Wetland Aliran Subsurface Untuk Menurunkan COD, TS dan Deterjen. Tesis Program Pasca Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- DLWC. 1998. Department of Land and Water Conservation New South Wales Department of Land and Water Conservation New South Wales (1998). The Constructed Wetlands Manual Volume 1, Orbit Offset Pty Ltd, Australia
- Haiming Wu, Jian Zhang, Peizhi Li, Jinyong Zhang. 2011. Nutrient removal in constructed microcosm wetlands for treating polluted river water in northern China *Ecological Engineering Journal* Volume 37, Issue 4, April 2011, Pages 560–568
- Ismuyanto, B. 2010. Pencemaran Karena Pembangunan (Materi Seminar)

- Kurniadie, D., Chr. Kunze. 2008. Constructed Wetland to Treat House Wastewater in Bandung, Indonesia. <http://jurnal-kopertis4.tripod.com/1201.htm>. Access on 18th Maret 2012
- Masrevaniah, A. 2006. Model Aliran Polutan di Sungai (Studi Kasus Sungai Brantas Tengah). Disertasi Program Doktor Universitas Brawijaya Malang.
- Mitchell, Cynthia; Rod Wiese and Rachel Young (1998) Design of Wastewater Wetlands in The constructed Wetland Manual Vol. 2. Departemen of Land and Water Conservation New South Wales, Australia
- Raude, James; Benedict Mutua; Mathew Chemelil (2009). Household greywater treatment for peri-urban areas of Nakuru Municipality, Kenya. Sustainable Sanitation Practice Journal, Issue 1.10/2009 Austria. <http://rosa.boku.ac.at>. Access on 22nd of August 2010.
- Sarafraz,S.; Thamer Ahamad Mohammad, Megat J. Megat M. Noor and A. Liaghat (2009). Wastewater Treatment Using Horizontal SubsurfaceFlow Constructed Wetland. American Journal of Environmental Sciences 5 (1):99-105, 2009 ISSN 1553-345X. www.eng.upm.edu.my/html/files/civil/KAW/tam.pdf. Access on 3rd of December 2010
- USEPA. United State Environmental Protection Agency (EPA). 1993. Subsurface Flow Constructed Wetlands For WasteWater Treatment A technology Assessment. Office Of Water (4204) EPA 832-R-93-008 July 1993. water.epa.gov/type/wetlands/.../2003_07_01_wetlands_pdf_sub.pdf. Access on 6th of Dec 2011
- Wibisono, G.; A. Masrevaniah. 2008. Penampilan Taman Tumbuhan Air Dalam Sistem Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit. Jurnal Agritek Vol. 16 No. 11 Nopember 2008 hlm. 2097-2105, ISSN.0852-5426
- Yusuf, G. 2008. Bioremediasi Limbah Rumah Tangga Dengan Sistem Simulasi Tanaman Air. Jurnal Bumi Lestari Vol 8 No. 2, Agustus 2008. Hal 134-144. ojs.unud.ac.id/index.php/blje/article/.../1664. Access 30 of Sept 2011
- Zhang Xiao-bin , Liu Peng ,Yang Yue-suo, Chen Wen. 2007. Phytoremediation of urban wastewater by model wetlands with ornamental hydrophytes. Journal of Environmental Sciences. 19(2007) 902–909 www.jesc.ac.cn.