

**EFEKTIFITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK
SISTEM *FREE WATER SURFACE* WETLAND DENGAN
SINGLE SPESIES DAN MULTI SPESIES**

Skripsi



Indah Nova Neusi

31110001

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2015**

**EFEKTIFITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK
SISTEM *FREE WATER SURFACE* WETLAND DENGAN SINGLE
SPESIES DAN MULTI SPESIES**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana



Indah Nova Neusi

31110001

Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Yogyakarta

2015

Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul :

EFEKTIFITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK
SISTEM *FREE WATER SURFACE* WETLAND DENGAN SINGLE SPESIES DAN MULTI
SPESIES

telah diajukan dan dipertahankan oleh :

INDAH NOVA NEUSI

31110001

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains
pada tanggal 29 September 2015

Nama Dosen

1. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc
(Dosen Pembimbing I/Penguji)
2. Drs. Guruh Prihatmo, MS
(Dosen Pembimbing II/Penguji)
3. Dra. Aniek Prasetyaningsih
(Dosen Penguji / Ketua Tim Penguji)

Tanda Tangan

Yogyakarta, 12 Oktober 2015

Disahkan oleh :

Dekan

Drs. Kisworo, M.Sc

Ketua Program Studi

Dr. Dhira Satwika, M.Sc

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : INDAH NOVA NEUSI

NIM : 31110001

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

"Efektifitas Pengolahan Air Limbah Domestik Sistem *Free Water Surface* Wetland dengan Single Spesies dan Multi Spesies"

Adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 12 Oktober 2015



Indah Nova Neusi

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala limpah kasih karunia, berkat, pertolongan yang tidak ada hentinya dalam kehidupan penulis, sehingga penulis mampu menyelesaikan penelitian dan penulisan naskah dengan lancar. Penulis mempersembahkan skripsi dengan judul “**Efektifitas Pengolahan Air Limbah Domestik Sistem *Free Water Surface Wetland* dengan Single Spesies dan Multi Spesies**” ini untuk karya Kemuliaan Tuhan dan disusun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana (S1) di Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Penulis menyadari dalam pembuatan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang ada disekitar penulis. Oleh karena itu, penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Drs. Kisworo, M.Sc selaku Dekan Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.
2. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc dan Drs. Guruh Prihatmo selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah memberikan pengarahan, bimbingan, dan motivasi dengan sabar dan baik kepada penulis sejak awal usulan penelitian sampai selesainya penelitian.
3. Dr. Charis Amarantini, M.SI selaku Dosen Wali Angkatan 2011 yang senantiasa memberikan bimbingan, motivasi, dan arahan dengan sabar dan baik, selama penulis menempuh studi di UKDW.
4. Seluruh Dosen dan Staf Fakultas Bioteknologi yang telah membantu penulis selama 4 tahun studi di UKDW.
5. Seluruh Laboran Laboratorium Fakultas Bioteknologi : Mas Muji, Mbak Retno, Om Is, Mas Setyo, dan Mas Hari yang telah membantu, membimbing, dan bersedia direpotkan penulis selama melaksanakan penelitian di Laboratorium.
6. Kedua orangtua penulis yang ku sayangi : Papa Edy Yohanes dan Mama Betseba Vitri Andayani yang senantiasa memberikan dukungan baik materi, doa, dan motivasi yang tak terhitung banyaknya, terimakasih juga atas nasihat yang selalu menguatkan penulis sehingga dapat menyelesaikan studi dan skripsi di UKDW. Juga keempat adik-adik ku : Yoga Tirta Nius, Ndaru Cahya Nius, Nikodemus Sabda Nius, dan Debora Lintang Niusi yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis. Serta semua keluarga penulis yang sudah mendukung dalam doa.
7. Seseorang yang spesial dalam hidup penulis : kakakku tersayang Karol Juan Paulus, S.Si walaupun berada jauh dari penulis tapi motivasi, dukungan, nasihat dan doa yang membuat penulis semangat dalam menyelesaikan studi selama 4 tahun dan akhirnya dapat

menyelesaikan skripsi di UKDW. Terimakasih sudah menemani perjalanan studi dan perjalanan hidup penulis selama di Yogyakarta.

8. Sahabat sekaligus teman ku terkasih Biotek angkatan 2011 : Nuchy, Om Teo, Mona, Nelly, Nike, Ita, Yolanda, Daniel, Agnes, Ilona, Mertha, Obet, Geby, Lidia, Dircia, Patrick, Nonthy, Vivie, Steve, Icha, Marie, dan Sari yang sama-sama berjuang menempuh studi selama 4 tahun serta penelitian skripsi di UKDW. Terimakasih atas waktu, kebersamaan, suka dan duka yang pernah kita lewati, juga atas dukungan dan motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
9. Teman – teman lain yang ikut ambil bagian dalam penelitian ini : Kak Dicko, Kak Adven, Kak Mekz, Kak Rey, Kak Arga, Kak Mayang, Kak Zefa, Om David, Rio, Ari dan Bone terimakasih atas tenaga dan waktu nya yang telah membantu penulis menyelesaikan penelitian. Serta semua pihak yang telah memberikan dukungan bagi penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terimakasih atas semua bantuannya.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan, penulisan serta penyusunan skripsi ini masih kurang sempurna. Oleh karena itu, penulis minta maaf dan mengharapkan kritik serta saran dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan menjadi berkat bagi kita.

Yogyakarta, 12 Oktober 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
Efektifitas Pengolahan Air Limbah Domestik Sistem <i>Free Water Surface</i> Wetland dengan Single Spesies dan Multi Spesies	
Abstrak.....	1
Abstract.....	2
BAB I Pendahuluan.....	3
1.1 .Latar Belakang.....	5
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II Tinjauan Pustaka.....	6
2.1 Limbah Domestik.....	6
2.2 <i>Constructed Wetland</i>	7
2.2.1 <i>Free Water Surface</i> Wetland.....	9
2.2.2 <i>Sub-surface Flow</i> Wetland.....	10
2.3 Tanaman Wetland.....	12
2.4 Substrat/ Media <i>Free Water Surface</i>	18
BAB III Metode Penelitian.....	20
3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	20
3.2 Desain Penelitian.....	20
3.3 Parameter yang Diukur.....	20
3.4 Alat.....	20

3.5 Bahan.....	21
3.6 Cara Kerja.....	21
3.7 Analisis Data.....	27
BAB IV Hasil dan Pembahasan.....	28
4.1 Parameter Fisik.....	29
4.1.1 Parameter Suhu.....	29
4.2.1 Parameter TDS.....	30
4.3.1 Parameter TSS.....	32
4.2 Parameter Kimia	34
4.2.1 Parameter pH.....	34
4.2.2 Parameter COD.....	35
4.2.3 Parameter BOD5.....	38
4.2.4 Parameter Nitrat.....	40
4.2.5 Parameter Fosfat.....	43
4.3 Parameter Biologi.....	45
1. Tanaman <i>Thypha angustifolia</i>	46
2. Tanaman <i>Eichornia crassipes</i>	48
3. Tanaman <i>Chara</i> sp.....	50
BAB V Penutup.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
Daftar Pustaka.....	53
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Karakteristik Limbah Cair Domestik.....	6
2. Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	7
3. Jenis Media Pada Constructed Wetland dalam Pengurangan Polutan.....	19
4. Rerata dan Penurunan Parameter Terukur dan Analisis Varian.....	28
5. Hasil Pengamatan Suhu Pada Ketiga Perlakuan FWS.....	30
6. Pengamatan pH Pada Ketiga Perlakuan FWS.....	35
7. Komposisi Tanaman Pada Perlakuan Single dan Multi Spesies.....	46
8. Pengamatan Tanaman <i>Thypha angustifolia</i>	47
9. Pengamatan Tanaman <i>Eichornia crassipes</i>	48
10. Pengamatan Tanaman <i>Chara</i> sp.....	50

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. <i>Constructed Wetland</i> dengan Pola Aliran Horizontal/HSSF.....	9
2. <i>Constructed Wetland</i> dengan Pola Aliran Vertikal/VSSF.....	9
3. Tipe Tanaman dan Bagian yang Berhubungan dengan Kolam Air dalam <i>Constructed Wetland</i>	11
4. Tipe Aliran Lahan Basah Buatan.....	11
5. Desain Reaktor <i>Free Water Surface Wetland</i>	23
6. Kenaikan dan Penurunan Rerata Parameter Terukur dengan ANOVA.....	28
7. Kenaikan Nilai TDS Pada Ketiga Perlakuan FWS.....	31
8. Penurunan (Efisiensi%) dan Kenaikan Parameter TSS Pada Ketiga Perlakuan FWS....	33
9. Penurunan dan Kenaikan Parameter COD Pada Ketiga Perlakuan FWS.....	36
10. Penurunan (Efisiensi%) Parameter BOD5 Pada Ketiga Perlakuan FWS.....	38
11. Penurunan dan Kenaikan Parameter Nitrat Pada Ketiga Perlakuan FWS.....	41
12. Penurunan (Efisiensi%) Parameter Fosfat Pada Ketiga Perlakuan FWS.....	43

DAFTAR LAMPIRAN**Halaman**

1. Tabulasi Data Pengamatan Semua Parameter Terukur.....	57
2. Data Hasil Uji Parameter Suhu, pH, TDS, TSS, COD, BOD5, Nitrat dan Fosfat.....	58
3. Hasil ANOVA Parameter pH, TDS, TSS, COD, BOD5, Nitrat dan Fosfat.....	64
4. Dokumentasi Reaktor <i>Free Water Surface</i> dan Tanaman Wetland.....	70

©UKDW

Efektifitas Pengolahan Air Limbah Domestik Sistem *Free Water Surface Wetland* dengan Single Spesies dan Multi Spesies

INDAH NOVA NEUSI

Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Abstrak

Limbah yang dihasilkan dari padatnya pemukiman dapat memberikan dampak negatif terhadap sumber daya alam dan lingkungan yang nantinya dapat menurunkan kualitas lingkungan. Salah satu alternatif pengolahan limbah domestik adalah Sistem *Free Water Surface Wetland* (FWS) atau sistem lahan basah aliran atas permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas kemampuan Sistem *Free Water Surface* dalam memperbaiki kualitas limbah domestik dan mengetahui perbedaan rerata parameter terukur antara perlakuan Single Spesies (*Thypha angustifolia*) dan Multi Spesies (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes* dan *Chara* sp). Terdapat 3 perlakuan yang berbeda pada reaktor wetland, setiap perlakuan dilakukan pengulangan (replika) sebanyak dua kali, serta dilakukan pengujian parameter sebanyak tiga kali sehingga masing-masing perlakuan memperoleh sampel sebanyak 6 (n=6). Perlakuan pertama sebagai kontrol, perlakuan kedua single spesies menggunakan tanaman *Thypha angustifolia* dan pada perlakuan ketiga multi spesies menggunakan tanaman *Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes*, dan *Chara* sp. Sistem FWS disusun media tumbuh dari bawah ke atas sebagai berikut : batu Besar 30-60mm, batu kecil 12mm, batu kecil 6mm, dan tanah sawah. Perlakuan media pada ketiga bak perlakuan sama, yang membedakan adalah perlakuan tanaman yang digunakan, dengan waktu tinggal selama 2 hari. Pengukuran parameter limbah yang di uji meliputi suhu, pH, COD, BOD, TSS, TDS, Nitrat, Fosfat dan pertumbuhan tanaman. Berdasarkan hasil ANOVA kemampuan P1 (kontrol), P2 (single spesies) dan P3 (multi spesies) dalam menurunkan parameter terukur tidak ada beda nyata/non signifikan. Tetapi secara kualitatif menunjukkan bahwa sistem *Free Water Surface* mampu memperbaiki kualitas limbah domestik, dapat dilihat dari penurunan /efisiensi (%) parameter COD (17,54%), BOD5 (87,84%), TSS (34,67%), Nitrat (53,09%), Fosfat (83,3%), serta rerata parameter suhu berkisar 27,34 °C – 28,34°C dan rerata parameter pH berkisar 6,4 - 7,8. Perlakuan P2 (*Thypha angustifolia*) lebih efektif dalam menurunkan parameter BOD5 (67,09%) dibandingkan perlakuan P3 (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes* dan *Chara* sp). Sedangkan perlakuan P3 lebih efektif menurunkan parameter TSS (30,25%), COD (17,54%), dan Fosfat (69,85%) dibandingkan perlakuan P2 (*Thypha angustifolia*).

Kata kunci : limbah domestik, *Free Water Surface* (FWS), *Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes*, *Chara* sp

The Effectiveness of Domestic Wastewater Treatment using *Free Water Surface Wetland System Single Species and Multi Species*

INDAH NOVA NEUSI

**Biology Department Faculty of Biotechnology, Duta Wacana Christian University
Abstract**

Waste water which is discharged from dense settlement may have negative impacts towards natural resources and environment which turns to a lower quality of environment. One of alternatives is a domestic waste water treatment *Free Water Surface Wetland System (FWS)*. This study aims to determine the effectiveness of *Free Water Surface System* capabilities in improving the quality of domestic waste and measure the mean of parameters difference between treatment of Single Species (*Thypha angustifolia*) and Multi Species (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes* and *Chara* sp). There are 3 different treatment on wetland reactors, each treatment be repeated (replica) twice, and testing parameters three times so that each treatment to obtain a sample of 6 (n = 6). The first treatment as a control, the second treatment using a single species (*Thypha angustifolia*) and the third treatment using a multi species (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes*, and *Chara* sp). FWS system composed of media grows from bottom to up as follows : Large stone 30-60mm , 12mm small stones , small stones 6mm and paddy soil. The media's treatment of the three tubsis equal, the difference is the treatment plant used, with 2 days retention time. Measurable parameters include temperature, pH, COD, BOD, TSS, TDS, Nitrate, Phosphate and plant growth. Based on the results of ANOVA ability P1 (control), P2 (single species) and P3 (multi-species) in lowering the measured parameter no significant difference / non significant. But qualitatively show that the system of Free Water Surface is able to improve the quality of domestic waste, can be seen from the reduction/efficiency (%) COD parameter (17.54%), BOD5 (87.84%), TSS (34.67%), nitrates (53.09%), Phosphate (83.3%), and mean temperatures ranging from 27.34 ° C parameter - 28,34oC and the mean parameters of pH ranging from 6.4 to 7.8. Treatment P2 (*Thypha angustifolia*) is more effective in reducing BOD5 (67.09%) compared to treatment P3 (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes* and *Chara* sp). While the treatment is more effective in lowering the parameter P3 TSS (30.25%), COD (17.54%), and phosphate (69.85%) compared to treatment P2 (*Thypha angustifolia*).

Key words : Domestic waste, *Free Water Surface (FWS)*, *Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes*, *Chara* sp

Efektifitas Pengolahan Air Limbah Domestik Sistem *Free Water Surface Wetland* dengan Single Spesies dan Multi Spesies

INDAH NOVA NEUSI

Program Studi Biologi Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Abstrak

Limbah yang dihasilkan dari padatnya pemukiman dapat memberikan dampak negatif terhadap sumber daya alam dan lingkungan yang nantinya dapat menurunkan kualitas lingkungan. Salah satu alternatif pengolahan limbah domestik adalah Sistem *Free Water Surface Wetland* (FWS) atau sistem lahan basah aliran atas permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas kemampuan Sistem *Free Water Surface* dalam memperbaiki kualitas limbah domestik dan mengetahui perbedaan rerata parameter terukur antara perlakuan Single Spesies (*Thypha angustifolia*) dan Multi Spesies (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes* dan *Chara* sp). Terdapat 3 perlakuan yang berbeda pada reaktor wetland, setiap perlakuan dilakukan pengulangan (replika) sebanyak dua kali, serta dilakukan pengujian parameter sebanyak tiga kali sehingga masing-masing perlakuan memperoleh sampel sebanyak 6 (n=6). Perlakuan pertama sebagai kontrol, perlakuan kedua single spesies menggunakan tanaman *Thypha angustifolia* dan pada perlakuan ketiga multi spesies menggunakan tanaman *Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes*, dan *Chara* sp. Sistem FWS disusun media tumbuh dari bawah ke atas sebagai berikut : batu Besar 30-60mm, batu kecil 12mm, batu kecil 6mm, dan tanah sawah. Perlakuan media pada ketiga bak perlakuan sama, yang membedakan adalah perlakuan tanaman yang digunakan, dengan waktu tinggal selama 2 hari. Pengukuran parameter limbah yang di uji meliputi suhu, pH, COD, BOD, TSS, TDS, Nitrat, Fosfat dan pertumbuhan tanaman. Berdasarkan hasil ANOVA kemampuan P1 (kontrol), P2 (single spesies) dan P3 (multi spesies) dalam menurunkan parameter terukur tidak ada beda nyata/non signifikan. Tetapi secara kualitatif menunjukkan bahwa sistem *Free Water Surface* mampu memperbaiki kualitas limbah domestik, dapat dilihat dari penurunan /efisiensi (%) parameter COD (17,54%), BOD5 (87,84%), TSS (34,67%), Nitrat (53,09%), Fosfat (83,3%), serta rerata parameter suhu berkisar 27,34 °C – 28,34°C dan rerata parameter pH berkisar 6,4 - 7,8. Perlakuan P2 (*Thypha angustifolia*) lebih efektif dalam menurunkan parameter BOD5 (67,09%) dibandingkan perlakuan P3 (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes* dan *Chara* sp). Sedangkan perlakuan P3 lebih efektif menurunkan parameter TSS (30,25%), COD (17,54%), dan Fosfat (69,85%) dibandingkan perlakuan P2 (*Thypha angustifolia*).

Kata kunci : limbah domestik, *Free Water Surface* (FWS), *Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes*, *Chara* sp

The Effectiveness of Domestic Wastewater Treatment using *Free Water Surface Wetland System Single Species and Multi Species*

INDAH NOVA NEUSI

**Biology Department Faculty of Biotechnology, Duta Wacana Christian University
Abstract**

Waste water which is discharged from dense settlement may have negative impacts towards natural resources and environment which turns to a lower quality of environment. One of alternatives is a domestic waste water treatment *Free Water Surface Wetland System (FWS)*. This study aims to determine the effectiveness of *Free Water Surface System* capabilities in improving the quality of domestic waste and measure the mean of parameters difference between treatment of Single Species (*Thypha angustifolia*) and Multi Species (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes* and *Chara* sp). There are 3 different treatment on wetland reactors, each treatment be repeated (replica) twice, and testing parameters three times so that each treatment to obtain a sample of 6 (n = 6). The first treatment as a control, the second treatment using a single species (*Thypha angustifolia*) and the third treatment using a multi species (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes*, and *Chara* sp). FWS system composed of media grows from bottom to up as follows : Large stone 30-60mm , 12mm small stones , small stones 6mm and paddy soil. The media's treatment of the three tubsis equal, the difference is the treatment plant used, with 2 days retention time. Measurable parameters include temperature, pH, COD, BOD, TSS, TDS, Nitrate, Phosphate and plant growth. Based on the results of ANOVA ability P1 (control), P2 (single species) and P3 (multi-species) in lowering the measured parameter no significant difference / non significant. But qualitatively show that the system of Free Water Surface is able to improve the quality of domestic waste, can be seen from the reduction/efficiency (%) COD parameter (17.54%), BOD5 (87.84%), TSS (34.67%), nitrates (53.09%), Phosphate (83.3%), and mean temperatures ranging from 27.34 ° C parameter - 28,34oC and the mean parameters of pH ranging from 6.4 to 7.8. Treatment P2 (*Thypha angustifolia*) is more effective in reducing BOD5 (67.09%) compared to treatment P3 (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes* and *Chara* sp). While the treatment is more effective in lowering the parameter P3 TSS (30.25%), COD (17.54%), and phosphate (69.85%) compared to treatment P2 (*Thypha angustifolia*).

Key words : Domestic waste, *Free Water Surface (FWS)*, *Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes*, *Chara* sp

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertambahan jumlah penduduk selalu diiringi dengan penambahan pemukiman, yang dapat menyebabkan masalah terhadap jumlah limbah buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Perkembangan di wilayah perkotaan Yogyakarta yang dikenal sebagai pusat pendidikan, kebudayaan dan pariwisata menuntut fasilitas infrastruktur yang lebih meningkat lagi. Hal tersebut dapat menambah jumlah limbah yang dihasilkan dari aktivitas manusia, yang dapat memberikan dampak negatif terhadap sumber daya alam dan menurunkan kualitas lingkungan antara lain pencemaran tanah, air, dan udara jika limbah tersebut tidak diolah terlebih dahulu. Air limbah rumah tangga dan pengelolaannya merupakan salah satu prioritas dalam pengelolaan lingkungan di Yogyakarta.

Penyediaan sistem penyaluran air limbah rumah tangga di Yogyakarta, saat ini dengan perpipaan yang dipusatkan di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang berlokasi di Sewon, Bantul. Dengan kapasitas instalasi 15.500 m³/hari, pelayanan air limbah rumah tangga secara bertahap akan ditingkatkan dan direncanakan dapat melayani 29 % wilayah Aglomerasi Perkotaan Yogyakarta (APY) atau ± 110.000 penduduk. Namun demikian kegiatan pengelolaan air limbah belum mendapatkan perhatian yang memadai bagi masyarakat, hal ini dapat dilihat dari sedikitnya jumlah pelayanan seharusnya kapasitas IPAL dapat menangani 110 ribu jiwa sekarang baru dapat tertangani 65% sekitar 72 ribu jiwa. Sistem pengolahan limbah di IPAL Sewon dengan menggunakan kolam laguna aerasi fakultatif yaitu proses pengolahan secara biologis, dengan bantuan mikroorganisme secara aerobik maupun anaerobik.

Dalam meningkatkan kualitas lingkungan dan meminimalisir pencemar yang bersumber dari limbah domestik, diperlukan salah satu alternatif pengolahan lingkungan di antaranya dengan pemilihan dan penerapan teknologi baru pengolahan air limbah domestik perkotaan khususnya DIY Yogyakarta. Sebagai alternatif lain untuk pengolahan limbah domestik dan semakin mengembangkan pengetahuan dalam pengolahan limbah domestik dengan Sistem Lahan Basah Buatan atau *Constructed Wetlands* (Supradata, 2005). *Constructed Wetland* yang dikembangkan saat ini adalah sistem aliran air permukaan (*Free Water Surface Flow Constructed Wetland*) dan sistem aliran bawah permukaan (*Sub-surface Flow Constructed Wetland*).

Sistem *Free Water Surface* adalah sistem lahan basah dengan aliran air melewati permukaan tanah. Berbagai kandungan di dalam air limbah dapat dimanfaatkan oleh tanaman yang ditanam pada *Free Water Surface*. Senyawa nitrogen dan fosfor yang secara alami dibutuhkan oleh tanaman akan dipenuhi oleh air limbah yang digunakan, sehingga air limbah dapat diolah sebagai pupuk cair alami. Hal ini juga menghemat air untuk pengairan taman, karena perencanaan *Free Water Surface* ini akan diperuntukkan sebagai lahan untuk taman (Brix, 1993).

Pengolahan air limbah dengan menggunakan *Constructed Wetland* (CW) merupakan salah satu sistem pengolahan limbah yang digunakan di banyak negara. Sistem *Constructed Wetland* merupakan sistem pengolahan limbah alami yang sudah didesain dengan menggunakan teknologi sederhana dengan menggunakan substrat wetland, tanaman, serta memanfaatkan mikrobia untuk membantu proses pengolahan air limbah dan menurunkan pencemaran lingkungan (Choirunnisa, 2009). Proses pengolahan air tercemar pada rawa buatan merupakan sistem pengolahan alami, dimana terjadi aktivitas pengolahan sedimentasi, filtrasi, transfer gas, adsorpsi, pengolahan kimiawi dan biologis, karena aktivitas mikroorganisme dalam tanah dan aktivitas tanaman (Metcalf dan Eddy, 1993). Tanaman air pada lahan basah buatan mempunyai peran dalam menyediakan lingkungan yang cocok bagi mikrobia pengurai untuk tumbuh dan berkembang. Keunggulan sistem ini adalah konstruksinya sederhana tanpa peralatan dan mesin, biaya operasional dan perawatannya yang relatif murah, dan mempunyai kapasitas buffer dengan luas dan lumpur yang dihasilkan sedikit serta stabil. Sistem ini telah dicoba dalam menghalangi serta menahan aliran dan material padatan, mengurangi beberapa jenis logam, penurunan kadar fosfor, dan pengurangan senyawa nitrogen (Prayitno, 2001).

Dalam penelitian ini menggunakan sistem *Free Water Surface* dengan memanfaatkan tanaman/vegetasi *Thypha angustifolia* (Catail), *Eichornia crassipes* (Eceng Gondok), dan *Chara* sp. Menurut beberapa penelitian tanaman *T.angustifolia* dapat menurunkan konsentrasi COD sebesar 50%-93% (Mukhlis, 2003). *E.crassipes* dapat menurunkan kadar BOD, partikel suspensi secara biokimiawi dan mampu menyerap logam-logam berat seperti Cr, Pb, Hg, Cd, CU, Fe, Mn, Zn dengan baik. Tanaman mengambang *E.crassipes* telah menunjukkan kemampuannya untuk mengurangi konsentrasi BOD, TSS dan Total Fosfor dan Total Nitrogen. Tumbuhan *Chara* termasuk kedalam golongan *makrohidrofita* yang merupakan komponen rawa buatan dalam menjalankan fungsinya sebagai pengolah air limbah (Sumiyati, 2007).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana efektifitas kemampuan Sistem *Free Water Surface* dalam memperbaiki kualitas limbah domestik?
2. Apakah ada perbedaan rerata parameter terukur antara perlakuan Single Spesies (*Thypha angustifolia*) dan Multi Spesies (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes* dan *Chara sp*)?

1.3 Tujuan

Adapun yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui efektifitas kemampuan Sistem *Free Water Surface* dalam memperbaiki kualitas limbah domestik.
2. Mengetahui apakah ada perbedaan rerata parameter terukur antara perlakuan Single Spesies (*Thypha angustifolia*) dan Multi Spesies (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes* dan *Chara sp*).

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat :

1. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi kepada masyarakat bahwa Sistem *Free Water Surface* merupakan teknologi alternatif pengolahan limbah domestik yang sederhana dan mudah untuk diaplikasikan untuk menurunkan beban organik dan kadar pencemar dalam air limbah.

2. Bagi Pengelola Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL Sewon, bantul) sebagai penyedia influent dalam eksperimen

Memberikan informasi kepada pihak pengelola IPAL Sewon, Bantul sebagai alternatif lain untuk pengolahan limbah domestik dan semakin mengembangkan pengetahuan dalam pengolahan limbah domestik.

3. Bagi Peneliti

Memberi tambahan informasi dan pengetahuan peneliti tentang metode alternatif pengolahan limbah cair domestik dengan sistem *Free Water Surface*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa Sistem *Free Water Surface* mampu memperbaiki kualitas limbah domestik dengan penurunan/efisiensi (%) parameter terukur, dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan hasil ANOVA kemampuan P1 (kontrol), P2 (single spesies) dan P3 (multi spesies) dalam menurunkan parameter terukur tidak ada beda nyata/non signifikan. Tetapi secara kualitatif menunjukkan bahwa perlakuan P1 (kontrol) paling efektif menurunkan parameter : TSS (34,67%), BOD5 (87,84%), Nitrat (53,09%) dan Fosfat (83,3%), dibandingkan perlakuan P2 (single spesies) dan P3 (multi spesies). Sedangkan perlakuan P3 (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes* dan *Chara* sp) paling efektif menurunkan parameter COD (17,54%) dibandingkan perlakuan P1 (kontrol) dan P2 (single spesies).
2. Secara kualitatif terdapat perbedaan rerata parameter terukur antara perlakuan P2 dan P3. Perlakuan P2 (*Thypha angustifolia*) lebih efektif dalam menurunkan parameter BOD5 (67,09%) dibandingkan perlakuan P3 (*Thypha angustifolia*, *Eichornia crassipes* dan *Chara* sp). Sedangkan perlakuan P3 lebih efektif menurunkan parameter TSS (30,25%), COD (17,54%), dan Fosfat (69,85%) dibandingkan perlakuan P2 (*Thypha angustifolia*).

5.1 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan kesimpulan di atas, saran yang dapat diberikan guna kesempurnaan penelitian adalah :

1. Sebelum membuat sistem FWS sebaiknya pemilihan tempat reaktor harus sesuai dengan arah cahaya matahari, agar tanaman pada sistem FWS mendapat suplai cahaya matahari secara efektif.
2. Untuk meneliti kandungan bahan organik yang ada pada substrat (tanah sawah) terlebih dahulu.
3. Sudah saatnya untuk mulai penelitian mikro terhadap zona perakaran pada tanaman wetland yg digunakan, untuk mengetahui secara pasti mikroorganismenya apa saja yg tinggal di zona rhizosfer tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong, W., Armstrong, J. & Beckett, P.M. 1990. *Measurement and modeling of oxygen release from roots of Phragmites australis*. In: *Use of Constructed Wetlands in Water Pollution Control* (eds Cooper, P.F & Findlater, B.C.). Pergamon Press, Oxford, UK.
- Avlenda, E. 2009. *Penggunaan Tanaman Kangkung (Ipomoea aquatica Forsk) dan Genjer (Limnocharis flava L. Buch.) Dalam Pengolahan Limbah Cair Kelapa Sawit* [Tesis]. Pascasarjana Biologi Institut Teknologi Bandung. [Indonesia]
- Bagwell, E. C., Yvette M. Piceno, Amy Ashburn-Lucas and Charles R. Lovell, 1998. *Physiological of Rhizosphere Diazotroph Assemblages of Selected Salt Marsh Grasses*. Applied and Environmental Microbiology Journal.
- Brix, H. 1993. *Wastewater treatment in constructed wetlands: system design and treatment performance*. In: *Constructed wetlands for water quality improvement* (ed Moshiri, G.A.). CRC Press Inc., Boca Raton.
- Brix, H. 1994. *Functions of macrophytes in constructed wetlands*. In: *Wetland systems in water pollution control* (eds Bavor, H.J. & Mitchell, D.S.). Water Science and Technology.
- Brix, H. 2005. *Constructed Wetland Pola Aliran Vertical*. Dalam Vymazal (2010). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*, Journal Water 2010, ISSN 2073-4441
- Campbell, C.S dan Ogden, M.H. 1999. *Constructed Wetland in the Sustainable Landscape*, John Wiley and Sons. New York.
- Choirunnisa. 2009. *Pengolahan Air Limbah Dengan Menggunakan Sistem Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland*. from copyright by : <http://www.scribd.com/doc/139177036/Makalah-Constructed-Wetland#scribd>. Diakses 26 Juli 2015, Pukul 18.00 WIB.
- Eames. 1947. *Morfologi Eceng Gondok*.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- EPA, 2000. *Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters*. US : USEPA.
- Gersberg, R.M, Elkins, B.V, Lyons, S.R. Goldman, C.R. 1983. *Role of Aquatic Plants in Wastewater Treatment by Artificial Wetlands*. Water Resources.
- Greg, W., R. Young dan M. Brown. 1998. *Constructed Wetlands Manual, vol 1. Department of Land and Water Conservation New South Wales*, Australia.
- Handayanto, E dan Hairiah, K. 2007. *Biologi Tanah : Landasan Pengelolaan Tanah Sehat*. Yogyakarta : Pustaka Adipura.
- Hayati, N. 1992. *Kemampuan Eceng gondok (Eichhornia molesta Mitchell) dalam Mengubah Sifat Fisika-Kimia Limbah Cair Tapioka*. Bandung : Pasca Sarjana Biologi Institut Teknologi Bandung.
- Heranita D. 2012. *Tumbuhan Hidrofit*. from copyright by : <http://dahliaheranita.blogspot.com/2012/06/adaptasi-morfologi.html>.
- Hidayah dan Wahyu. 2010. *Potensi Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Constructed Wetland*. Jawa Timur : Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Pembangunan Nasional.
- Hidayah. 2013. *Potensi dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Constructed Wetland*. Jawa Timur [Jurnal]. From copyright by : http://www.academia.edu/9764131/potensi_dan_pengaruh_tanaman_pada_pengolahan_air_li_mbah_domestik_dengan_sistem_constructed_wetland. Diakses 26 Juli 2015, Pukul 18.00 WIB.
- Jauhi, Wiryanto dan Setyono. 2002. *Penggunaan Eceng Gondok (Eichornia crassipes Mart. Solms) dalam Menurunkan Tingkat Pencemaran Limbah Cair Tapioka*. Enviro.

- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112. 2003. *Baku Mutu Air Limbah Domestik*. Indonesia: Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- Khiatuddin, M. 2003. *Melestarikan Sumber Daya Air dengan Teknologi Rawa Buatan*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Latifatul. 2009. *Wetland Sebagai Media Fitoremediasi*. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- Liehr, S.K, et al. 2000. *Constructed Wetlands Treatment of High Nitrogen Landfill Leachate*. Water Environment Research Foundation. Alexandria. Virginia.
- Metcalf and Eddy Inc., (1979), "Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse", 2nd Edition. *McGraw Hill Series Water Resource and Environmental Engineering*, New York
- Metcalf dan Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment Disposal Reuse*. Mc Graw Hill. International Edition, Third Edition.
- Metcalf dan Eddy. 1993. *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. 4th Edition. Mc Graw. Hill. New York.
- Mitchell, C., R. Wiese dan R. Young. 1998. *Constructed Wetlands Manual Vol 2*, Chapter 17 (Design of Wastewater Wetlands). Department of Land and Water Conservation New South Wales, Australia.
- Mukhlis. 2003. *Studi Kemampuan Tumbuhan Air, Reed (Phragmites australis) dan Cattail (Typha angustifolia), Dalam Sistem Constructed Wetland untuk Menurunkan COD dan TSS Air Limbah* [Tesis]. Program Pasca Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Novotny dan Olem. 1994. *Free Water Surface Wetland*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 (berdasarkan salinan dari Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003) tentang *Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Prayitno, 2001. *Sistem Lahan Basah Buatan*. Yogyakarta.
- Priyambada, A. Ika, dkk. 2008. *Analisa Pengaruh Fungsi Tata Guna Lahan Terhadap eban Cemaran BOD Sungai (Studi Kasus Sungai Serayu, Jawa Tengah)*. Jurnal Presipitasi, Vol 5 No. 2. (September 2008).
- Prunster, m R.W., 1940. *The control of cumbungi (Typha spp.) in irrigation channels*, J. Sci. Industr. Res.
- Reddy, K.R, Graetz, Debusk, W.F. 1987. *Nutrient Storage Capabilities of Aquatic and Wetland Plants*. In: K.R. Reddy and W.H. Smith (Editors), *Aquatic Plants for Water Treatment and Resource Recovery*. Magnolia Publishing, Orlando, Florida.
- Rizkia. 2012. *Pengolahan Limbah Cair Oleh Tanaman Gulma Eceng Gondok (Eichornia crassipes)*. Bandung.
- Sari, M.R. 1995. *Pengolahan Limbah Cair Secara Biologis Menggunakan Eceng gondok, Eichhornia crassipes (Mart.) Solms, Dan Mikroba Rizosfirnya* [Tesis]. Pascasarjana Biologi Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Sitompul, D.F. 2013. *Pengolahan Limbah Hotel Aston Braga City Walk Menggunakan Fitoremediasi dengan Eceng Gondok (Eichornia crassipes e.g)*. Bandung : Institut Teknologi Nasional.
- Sofiany, R. 1999. *Biji Moringa oleifera Larm. Dalam memperbaiki Sifat Fisika-Kimia Limbah Cair Penyamakan Kulit di Sukaregang, Garut*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- Sumiyati. 2007. *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) Pada Limbah Elektroplating*. Teknik Lingkungan. UNDIP.
- Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius, L. Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetland)*
- Suriawiria, U., 1993. *Mikrobiologi Air*. Penerbit Alumni. Bandung.
- Tangahu, B.V. dan Warmadewanthi, I.D.A.A. 2001. *Pengelolaan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Tanaman Cattail (Typha angustifolia) dalam Sistem Constructed Wetland*. Purifikasi, Volume 2 Nomor 3, Surabaya : ITS.

- Tchobanoglous, G.. 2003. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. 4th ed*, Singapore, McGraw-Hill.Inc
- Vymazal, J. 2010. *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*, Journal Water 2010.ISSN 2073-4441
- Wolverton.1986:49.*Kemampuan Eichornia crassipes Dalam Mengolah Limbah.*
- Young, R., White, R., Brown, M., Burton, J. & Atkins, B. 1998. *The constructed wetland manual.* Vol. 1 & 2. Department of Land and Water Conservation. New South Wales.

©UKDW