

**Pengaruh Kedalaman Rhizosfer Tanaman Melati Air
(*Echinodorus palaefolius*) Terhadap Kuantitas Oksigen
Terlarut Pada Sistem *Sub Surface Vertical Flow*
*Constructed Wetland***

Skripsi



**Mona Loshinta
31160039**

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2020**

Pengaruh Kedalaman Rhizosfer Tanaman Melati Air
(*Echinodorus palaefolius*) Terhadap Kuantitas Oksigen
Terlarut Pada Sistem *Sub Surface Vertical Flow Constructed*
Wetland

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana



Mona Loshinta
31160039

Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2020

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mona Loshinta
NIM : 31160039
Program studi : Biologi
Fakultas : Bioteknologi
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“PENGARUH KEDALAMAN RHIZOSFER TANAMAN MELATI AIR
(*Echinodorus palaefolius*) TERHADAP KUANTITAS OKSIGEN TERLARUT
PADA SISTEM SUB SURFACE VERTICAL FLOW CONSTRUCTED
WETLAND”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 14 Juli 2020

Yang menyatakan



(Mona Loshinta)
NIM. 31160039

**LEMBAR PENGESAHAN NASKAH
SKRIPSI**

Judul : Pengaruh Kedalaman Rhizofe Tanaman Melati
Air (*Echinodorus palaeifolius*) Terhadap Kuantitas
Oksigen Terlarut Pada Sistem *Sub Surface Vertical
Flow Constructed Wetland*

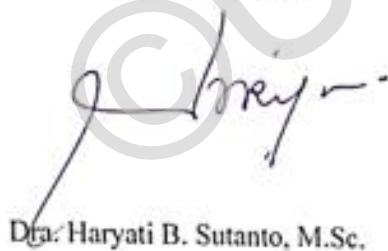
Nama Mahasiswa : Mona Loshinta

Nomor Induk Mahasiswa : 31160039

Hari/Tanggal Ujian : Kamis, 30 Juli 2020

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I,



Dra. Haryati B. Sutanto, M.Sc.
NIK : 894E099

Dosen Pembimbing II,



Drs. Guruh Prihatmo., M.S.
NIK : 874E055

Ketua Program Studi Biologi



Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si
NIK : 884E075

Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul:

**PENGARUH KEDALAMAN RHIZOSFER TANAMAN MELATI AIR
(*Echinodorus palaefolius*) TERHADAP KUANTITAS OKSIGEN TERLARUT
PADA SISTEM SUB SURFACE VERTICAL FLOW CONSTRUCTED WETLAND**

telah diajukan dan dipertahankan oleh:

MONA LOSHINTA

31160039

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 30 Juli 2020

Nama Dosen

1. Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, S.U.
(Ketua Tim/Penguji I)
2. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc.
(Dosen Pembimbing I/Dosen Penguji II)
3. Drs. Guruh Prihatmo., M.S.
(Dosen Pembimbing II/Dosen Penguji III)

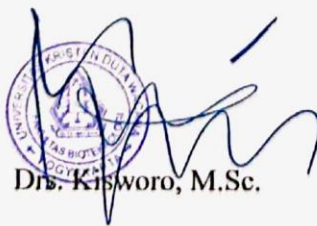
Tanda Tangan

: 
: 
: 

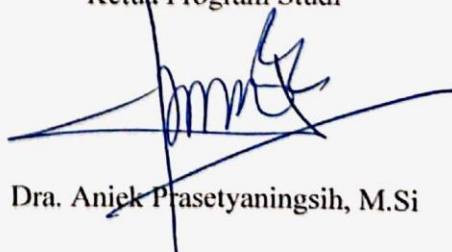
Yogyakarta, 30 Juli 2020

Disahkan Oleh:

Dekan,


Dr. Krisworo, M.Sc.

Ketua Program Studi


Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MONA LOSHINTA

NIM : 31160039

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**“Pengaruh Kedalaman Rhizosfer Tanaman Melati Air
(*Echinodorus palaefolius*) Terhadap Kuantitas Oksigen Terlarut Pada Sistem
Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland”**

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, 30 Juli 2020



Mona Loshinta
NIM : 31160039

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat, kebaikan, karunia, dan atas izinNya saja penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Kedalaman Rhizosfer Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Terhadap Kuantitas Oksigen Terlarut Pada Sistem *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland*” yang disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.

Penulis sangat bersyukur karena dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Terlebih penulis sangat menyadari betul bahwa skripsi ini tidak mungkin dapat diselesaikan bahkan dikerjakan tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis sangat berterimakasih kepada:

1. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc, selaku dosen wali yang senantiasa memberikan dukungan dan bimbingan sejak awal penulis masuk dibangku perkuliahan dan selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan, dukungan, semangat, dan bimbingan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini
2. Drs. Guruh Prihatmo., M.S, selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan, masukan, dan pertimbangan-pertimbangan yang membangun selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
3. Seluruh laboran Laboratorium Fakultas Bioteknologi, terkhusus kepada Arga Nugraha Wowa yang telah memberikan banyak waktu, bantuan, dan bimbingan kepada penulis dari awal penelitian hingga akhir penelitian.
4. Seluruh dosen Fakultas Bioteknologi untuk bimbingan dan bekal ilmu yang telah diberikan selama penulis menempuh masa studi sehingga dapat digunakan dalam proses pengerjaan tugas akhir ini
5. Seluruh staf Fakultas Bioteknologi untuk bantuan dan motivasi yang diberikan
6. Mama tercinta, Ernawati Purwaningtyas yang senantiasa memberikan dukungan dari segala aspek dan juga semangat
7. Keluarga besar yang selalu memberikann motivasi dan menginspirasi penulis untuk tetap semangat menyelesaikan tugas akhir ini
8. Tumpal Gultom, kakak dan sahabat terkasih yang telah banyak memberikan dukungan, semangat, motivasi, waktu, dan bantuan selama ini
9. Teman-teman seperjuangan yang telah membantu selama penelitian, Pieter J. J. D, Ricky A., R. Joshua C Arransa, Nadya Violenta, Yonatan Ananda Salim
10. Sahabat terkasih yang telah memberikan semangat, kebahagiaan, dan dukungan selama ini Putri Indah Lestari S. Pono, Maria Setiyo Cahyani, Anjela Noya, Ranti Meylani Simorangkir, Eunike Sonia Harsono, Maria Dolorosa
11. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Yogyakarta, 15 Juli 2020



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN SAMPUL BAGIAN DALAM	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Limbah Domestik.....	5
2.2. <i>Sub Surface Flow Constructed Wetland (SSF CW)</i>	6
2.2.1. <i>Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland (SSVF CW)</i>	7
2.3. Proses Penghapusan Polutan Pada Sistem <i>Constructed Wetland (CW)</i> ...	7
2.4. Tanaman Pada <i>Sub Surface Flow Constructed Wetlands</i>	7
2.4.1. Tanaman Melati Air	8
2.5. Oksigen Terlarut Pada Sistem <i>Sub Surface Flow Constructed Wetlands</i>	10
2.5.1. Oksigen Terlarut Pada Rhizosfer	10
2.6. HRT (<i>Hydraulic Retention Time</i>).....	10
2.7. Aklimatisasi	11

BAB III METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
3.2 Desain Penelitian	12
3.2.1 Jenis penelitian	12
3.2.2 Perlakuan.....	12
3.3 Parameter yang di Uji	13
3.3.1 Paramater Fisik.....	13
3.3.2 Parameter Kimia.....	13
3.3.3 Parameter Biologi.....	13
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	14
3.4.1 Alat.....	14
3.4.2 Bahan.....	15
3.5 Cara Kerja.....	15
3.5.1 Persiapan	15
3.5.2 Aklimatisasi	19
3.5.3 Pengambilan dan pengukuran sampel.....	19
3.5.4 Analisis data	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Parameter Fisik	26
4.1.1 Temperatur	26
4.1.2 TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>)	27
4.1.3 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	29
4.2 Parameter Kimia.....	31
4.2.1 Derajat DO (<i>Dissolved oxygen</i>)	31
4.2.2 Derajat Keasaman (pH).....	34
4.2.3 BOD (<i>Biologycal Oxygen Demand</i>).....	35
4.2.4 Amonia total (NH ₃ -N).....	37
4.2.5 Nitrat (NO ³⁻)	38
4.2.6 Fosfat (PO ₄ ³⁻)	40
4.3 Parameter Biologi.....	42
4.3.1 Tinggi tanaman.....	42

4.3.2	Panjang akar dan lebar perakaran tanaman.....	43
4.3.3	Banyak Daun.....	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		48
5.1.	Kesimpulan	48
5.2.	Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN.....		54

©UKPDW

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Baku Mutu dan Karakteristik Limbah Domestik.....	5
2.2	Jenis Polutan dan Proses Penghapusan Polutan Pada Sistem CW.....	7
4.1	Hasil rerata pengukuran parameter fisik dan kimia, hasil analisis varian, serta baku mutu limbah domestik.....	21
4.2	Hasil rerata pengukuran parameter DO / <i>Dissolved oxygen</i> (parameter kimia), hasil analisis varian, serta baku mutu limbah domestik.....	23
4.3	Hasil rerata pengukuran akar tanaman (parameter biologi) dan hasil analisis varian.....	24
4.4	Hasil rerata pengukuran tinggi tanaman, perhitungan jumlah daun (parameter biologi) dan hasil analisis varian.....	24

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Tanaman Melati Air.....	8
3.1	Desain Reaktor Pengolahan Limbah.....	18
4.1	Histogram rerata temperatur pada setiap perlakuan.....	26
4.2	Histogram rerata TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>) pada setiap perlakuan.....	27
4.3	Histogram rerata TSS (<i>Total Suspended Solid</i>) pada setiap perlakuan.....	29
4.4	Histogram efisiensi penurunan TSS (<i>Total Suspended Solid</i>) pada setiap perlakuan.....	29
4.5	Histogram rerata DO (<i>Dissolved oxygen</i>) pada setiap perlakuan.....	31
4.6	Visualisasi Rerata Hasil Uji Persebaran DO Berdasarkan Kedalaman.....	31
4.7	Histogram rerata pH pada setiap perlakuan.....	34
4.8	Histogram rerata BOD (<i>Biologycal Oxygen Demand</i>) pada setiap perlakuan.....	35
4.9	Histogram efisiensi penurunan BOD (<i>Biologycal Oxygen Demand</i>) pada setiap perlakuan.....	35
4.10	Perakaran Tanaman Melati Air di Akhir Penelitian.....	36
4.11	Histogram rerata Amonia total ($\text{NH}_3\text{-N}$) pada setiap perlakuan.....	37
4.12	Histogram Efisiensi penurunan Amonia total ($\text{NH}_3\text{-N}$) pada setiap perlakuan.....	37
4.13	Histogram rerata Nitrat (NO_3^-) pada setiap perlakuan.....	38
4.14	Histogram rerata Fosfat (PO_4^{3-}) pada setiap perlakuan.....	40
4.15	Histogram Efisiensi penurunan Fosfat (PO_4^{3-}) pada setiap perlakuan.....	41
4.16	Histogram rerata tinggi tanaman pada reaktor tanaman.....	42

4.17	Kondisi tanaman melati air dalam reaktor tanaman (RT) (a)	
	Pre-sampling (b) Paska-sampling.....	43
4.18	Histogram rerata panjang akar pada reaktor tanaman.....	43
4.19	Histogram rerata lebar perakaran pada reaktor tanaman.....	44
4.20	Histogram rerata banyak daun pada reaktor tanaman.....	46

©UKDW

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1: Tabel pengukuran semua parameter	55
Tabel 1.1 Hasil Pengukuran Parameter Temperatur (C°)	55
Tabel 1.2 Hasil Pengukuran Parameter TDS / <i>Total Dissolved Solid</i> (ppm)	55
Tabel 1.3 Hasil Pengukuran Parameter TSS / <i>Total Suspended Solid</i> (ppm).....	55
Tabel 1.4 Hasil Pengukuran Parameter DO / <i>Dissolved oxygen</i> (ppm)	56
Tabel 1.5 Hasil Pengukuran Parameter pH.....	57
Tabel 1.6 Hasil Pengukuran Parameter BOD / <i>Biologycal Oxygen Demand</i> (ppm) 57	57
Tabel 1.7 Hasil Pengukuran Parameter Amonia total/ NH ₃ -N (ppm).....	57
Tabel 1.8 Hasil Pengukuran Parameter Nitrat / NO ³⁻ (ppm)	58
Tabel 1.9 Hasil Pengukuran Parameter Fosfat / PO ₄ ³⁻ (ppm)	58
Tabel 1.10 Hasil Pengukuran Parameter Tinggi Tanaman (cm).....	58
Tabel 1.11 Hasil Pengukuran Akar Tanaman (cm)	59
Tabel 1.12 Hasil Perhitungan Banyak Daun.....	59
Lampiran 2: Dokumentasi Penelitian.....	59
Lampiran 3: Hasil Analisis <i>One-Way ANOVA</i>	72
Tabel 3.1 Descriptives Parameter Temperatur, TDS / <i>Total Dissolved Solid</i> , TSS / <i>Total Suspended Solid</i> , pH, BOD / <i>Biologycal Oxygen Demand</i> , Amoniak total / NH ₃ -N, Fosfat / PO ₄ ³⁻ , Nitrat / NO ³⁻	72
Tabel 3.2 Descriptives Parameter DO/ <i>Dissolved oxygen</i>	74
Tabel 3.3 Descriptives Parameter Biologi Panjang Akar dan Lebar Perakaran	74
Tabel 3.4 Descriptives Parameter Biologi Tinggi Tanaman dan Banyak Daun	75
Tabel 3.5 Test of Homogeneity of Variances Parameter Temperatur, TDS / Total Dissolved Solid, TSS / <i>Total Suspended Solid</i> (Parameter Fisik).....	76
Tabel 3.6 Test of Homogeneity of Variances Parameter pH, BOD / <i>Biologycal</i> Oxygen Demand, Amoniak total / NH ₃ -N, Fosfat / PO ₄ ³⁻ , Nitrat / NO ³⁻	76
Tabel 3.7 Test of Homogeneity of Variances Panjang Akar, Lebar Akar, Tinggi Tanaman, Banyak Daun (Parameter Biologi).....	76

Tabel 3.8 ANOVA Parameter Temperatur, TDS / Total Dissolved Solid, TSS / Total Suspended Solid, pH, BOD / Biological Oxygen Demand, Amoniak total / $\text{NH}_3\text{-N}$, Fosfat / PO_4^{3-} , Nitrat / NO_3^- , DO / Dissolved oxygen	77
Tabel 3.9 ANOVA Panjang Akar dan Lebar Akar	78
Tabel 3.10 ANOVA Tinggi Tanaman dan Banyak Daun.....	78
Tabel 3.11 Multiple Comparisons Parameter Temperatur, TDS / Total Dissolved Solid, TSS / Total Suspended Solid, pH, BOD / Biological Oxygen Demand, Amoniak total / $\text{NH}_3\text{-N}$, Fosfat / PO_4^{3-} , Nitrat / NO_3^-	79
Tabel 3.12 Multiple Comparisons Nitrat / NO_3^-	81
Tabel 3.13 Multiple Comparisons Parameter DO / Dissolved Oxygen	82
Tabel 3.14 Multiple Comparisons Panjang Akar dan Lebar Perakaran	88
Tabel 3.15 Multiple Comparisons Tinggi Tanaman dan Banyak Daun.....	89
Tabel 3.16 Homogeneous Subsets Parameter Temperatur	92
Tabel 3.17 Homogeneous Subsets Parameter TDS / Total Dissolved Solid	92
Tabel 3.18 Homogeneous Subsets Parameter TSS / Total Suspended Solid	92
Tabel 3.19 Homogeneous Subsets Parameter pH	93
Tabel 3.20 Homogeneous Subsets Parameter BOD / Biological Oxygen Demand.....	93
Tabel 3.21 Homogeneous Amoniak total / $\text{NH}_3\text{-N}$	93
Tabel 3.22 Homogeneous Fosfat / PO_4^{3-}	94
Tabel 3.23 Homogeneous Nitrat / NO_3^-	94
Tabel 3.24. Homogeneous DO / Dissolved oxygen.....	95
Tabel 3.25 Homogeneous Panjang Akar	95
Tabel 3.26 Homogeneous Lebar Perakaran	96
Tabel 3.27 Homogeneous Tinggi Tanaman.....	96
Tabel 3.28 Homogeneous Banyak Daun.....	97
Lampiran 4: Hasil Uji Parameter Amoniak Total, Nitrat, dan Fosfat.....	98

ABSTRAK

Pengaruh Kedalaman Rhizosfer Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Terhadap Kuantitas Oksigen Terlarut Pada Sistem *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland*

MONA LOSHINTA

Peningkatan jumlah penduduk berdampak pada peningkatan limbah domestik. Limbah domestik dapat menimbulkan permasalahan lingkungan apabila tidak diolah dengan tepat sebelum dibuang ke alam. Salah satu sistem yang cocok untuk diterapkan di Indonesia dan telah terbukti mampu digunakan untuk mengolah limbah domestik adalah *constructed wetland* (CW). Sistem ini dapat dimodifikasi lebih lanjut menjadi sistem *sub surface vertical flow constructed wetland* (SSVF CW) dan cocok untuk diterapkan di Indonesia. Penelitian yang bersifat eksperimental ini menggunakan 2 perlakuan yaitu reaktor kontrol (RK) dan reaktor tanaman (RT) menggunakan melati air (*Echinodorus palaefolius*). Setiap reaktor memiliki 7 titik sampling dengan interval antar titik sebesar 10cm. Ketujuh titik sampling digunakan untuk mengukur DO, sedangkan untuk parameter lainnya diukur pada titik sampling kedalaman 70 cm. Media yang digunakan adalah tanah, dan batu berukuran 1-2 cm, 2,5-5 cm, dan 7-10 cm. Melati air dipilih karena memiliki *aerenchyma* dan sering digunakan untuk mengolah limbah domestik. Namun belum ada penelitian yang menjelaskan bagaimana pengaruh kedalaman rhizosfer melati air dalam mensuplai oksigen yang dapat digunakan untuk mendegradasi beban organik. Pada penelitian ini diketahui melati air (rata-rata panjang akar 47,25 cm, akar terpanjang 60 cm) mampu memberi pengaruh terhadap konsentrasi DO (DO RT 70 cm (4,351 ppm) > RK 70 cm (3,813 ppm)). Efisiensi penurunan sistem SSVF CW pada parameter TSS (RK: 77,71 %; RT: 93,48 %), BOD (RK: 76,31 %; RT: 89,39 %), amonia total (RK: 71,64 %; RT: 59,39 %), fosfat (RK: 63,75 %; RT: 66,53 %), sedangkan untuk parameter nitrat dan TDS tidak mengalami penurunan yang dapat dimungkinkan terjadi karena proses nitrifikasi yang berjalan dengan baik pada sistem.

Kata kunci : *Constructed wetland, sub surface vertical flow, oksigen terlarut Echinodorus palaefolius, limbah domestik,*

ABSTRACT

Influence of the Depth of Echinodorus palaefolius's Rhizofe on Dissolved Oxygen Quantities in Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland System

MONA LOSHINTA

The increase in human population has an impact on increasing domestic wastewater. Domestic wastewater can cause environmental problems if it isn't treated properly before disposal to nature. One of suitable system to be implemented in Indonesia and has proven capable of being used to treat domestic wastewater is constructed wetland that can be modified as sub-surface vertical flow constructed wetland (SSVF CW) to make it more applicable in densely populated areas. This experimental study used 2 treatments (control reactor (RK) and plant reactor (RT) using melati air (*Echinodorus palaefolius*)). Each reactor has 7 sampling points with inter-point intervals of 10 cm. All sampling points are used to measure DO while the other parameters are measured at a 70 cm depth sampling point. This study used soil and stones measuring 1-2 cm, 2.5-5 cm, 7-10 cm as media. Melati air was chosen because it has aerenchyma and is often used to treat domestic wastewater. But there's no research that explains how the influence of melati air rhizosphere depth in supplying oxygen that can be used to degrade pollutants. This study shows that melati air ($\bar{x}$ root length 47.25 cm, longest root 60 cm) is able to influence the DO concentration (DO RT 70 cm (4,351 ppm) > RK 70 cm (3,813 ppm)). The removal efficiency of TSS (RK: 77.71 %; RT: 93.48 %), BOD (RK: 76.31 %; RT: 89.39 %), total ammonia (RK: 71.64 % ; RT: 59.39 %), phosphate (RK: 63.75 %; RT: 66.53 %), whereas nitrate and TDS didn't decrease which could be possible due to the well running of nitrification process.

Keywords: Constructed wetland, sub surface vertical flow, dissolved oxygen *Echinodorus palaefolius*, domestic wastewater

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah penduduk dunia terus mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Hal ini dapat diamati pada data yang dipublikasikan oleh Worldometers (2019) yang menunjukkan bahwa dalam tiga tahun terakhir populasi penduduk dunia mengalami peningkatan hampir 100 juta jiwa setiap tahunnya yaitu 7.713.468.100 jiwa pada tahun 2019, 7.631.091.040 jiwa pada tahun 2018, dan 7.547.858.925 jiwa pada tahun 2017.

Pertambahan jumlah penduduk ini berdampak pada pertambahan jumlah limbah domestik yang dihasilkan. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah, limbah domestik merupakan sisa dari aktivitas pemukiman, rumah makan dengan luas bangunan lebih dari 1000 m², perkantoran, perniagaan, apartemen, dan asrama dengan penghuni ≥ 100 orang.

Peningkatan limbah domestik harus diimbangi dengan penanganan limbah yang tepat supaya tidak berdampak buruk bagi manusia dan lingkungan. Limbah yang tidak diolah dengan tepat dan dibuang langsung ke alam dapat mengakibatkan penurunan sanitasi lingkungan dan pada akhirnya akan berimbas buruk pada kehidupan makhluk hidup di lingkungan tersebut terkhusus manusia. Dampak buruk dari limbah tersebut telah nyata terjadi di Indonesia. Berdasarkan United Nations Development Programme (2018) tercatat bahwa tingkat kematian disebabkan oleh air yang tidak aman, sanitasi dan layanan kebersihan di Indonesia mencapai 7,1 per 100.000 penduduk pada tahun 2016.

Dalam rangka meningkatkan sanitasi lingkungan dan meminimalisir dampak buruk limbah terkhusus di Indonesia, telah banyak upaya yang dilakukan untuk mengolah limbah domestik sebelum dibuang ke alam. Salah satu sistem yang cocok untuk diterapkan di Indonesia dan telah banyak digunakan serta diteliti dalam skala laboratorium untuk mengolah limbah domestik adalah *constructed wetland*

terkhusus jenis *Sub Surface Constructed Wetland* (SSF CW). Pada sistem ini, tanaman memiliki peran yang sangat penting dalam proses pengolahan limbah, yaitu berperan dalam mensuplai oksigen ke sistem perakaran tanaman sehingga rhizosfer menjadi kaya akan oksigen. Oksigen tersebut berikutnya digunakan untuk mendegradasi limbah terkhusus dengan bantuan mikroorganisme (Fachrurozi *et al.*, 2010, Sri *et al.*, 2013, Vymazal, 2011, Vymazal, 2010, Prayitno, 2013 dalam Kasman *et al.*, 2018;).

Sistem *sub surface vertical flow constructed wetland* (SSVF CW) sangat baik untuk digunakan dalam mengolah limbah domestik karena membutuhkan lahan yang lebih minimalis sehingga lebih aplikatif terkhusus untuk kawasan padat penduduk seperti di Indonesia. Menurut Kadlec (2009) dalam Choudhary *et al.* (2011), Abou-elela *et al.* (2013) dan Vymazal (2010) dalam Astuti *et al.* (2017) aliran vertikal terbukti lebih efisien daripada aliran horizontal pada penurunan COD, BOD, bahkan lebih mendukung proses nitrifikasi karena penetrasi oksigen lebih besar. Berdasarkan penelitian Astuti *et al.* (2017), sistem *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland* juga terbukti ampuh dalam menurunkan polutan pada limbah domestik dengan persentase efisiensi penurunan polutan COD 50,7-95,2 %, BOD 59,0 - 93,3 %, nitrat 85,4 %, minyak dan lemak 84,2 %.

Melati air (*Echinodorus palaefolius*) merupakan salah satu tanaman yang baik untuk diaplikasikan pada sistem SSVF CW untuk mengolah limbah domestik karena memiliki nilai estetika yang baik dengan bunga berwarna putih yang indah, mudah ditemukan di daerah tropis seperti Indonesia, mudah dirawat, mudah tumbuh dan berkembangbiak, memiliki akar yang cukup panjang, kuat, dan menjalar, serta memiliki aerenchyma yang berperan penting dalam menyalurkan oksigen dari atmosfer ke rhizosfer (Lestari & Kencana, 2015, Lehtonen, 2008, dalam Koesputri, 2016; Sasono & Pungut, 2013; Astuti *et al.*, 2017). Selain itu melati air terbukti ampuh digunakan dalam sistem constructed wetland untuk mengolah berbagai limbah seperti pada penelitian Astuti *et al.* (2017) untuk limbah domestik, Perdana *et al.* (2018) limbah domestik, Sukmawati & Asmoro (2014) limbah laundry, Kasman *et al.* (2018) limbah industri tahu.

Oleh sebab itu, dilakukan penelitian ini untuk membuktikan apakah tanaman melati air yang selama ini terbukti ampuh untuk mengolah berbagai macam limbah pada sistem constructed wetland memiliki peran penting dalam proses penurunan polutan dalam limbah domestik kaitannya dalam mensuplai kebutuhan oksigen pada sistem SSVF CW serta mengetahui tingkat kedalaman yang dapat dicapai tanaman melati air dalam mensuplai oksigen pada sistem SSVF CW.

1.2 Perumusan Masalah

- 1.2.1. Bagaimana pengaruh kedalaman zona perakaran tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) terhadap kuantitas oksigen terlarut dalam sistem *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland*?
- 1.2.2. Bagaimana efisiensi penurunan polutan BOD, fosfat, nitrat, amonia, TDS, dan TSS dalam sistem *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland* menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*)?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1.3.1. Mengetahui pengaruh kedalaman zona perakaran tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) terhadap kuantitas oksigen terlarut dalam sistem *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland*.
- 1.3.2. Mengetahui efisiensi penurunan polutan BOD, fosfat, nitrat, amonia, TDS, dan TSS dalam sistem *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland* menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*).

1.4 Manfaat Penelitian

- 1.4.1. Menambah wawasan dan pengetahuan peneliti mengenai peran penting tanaman dalam sistem *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland* kaitannya dalam mensuplai kebutuhan oksigen pada sistem untuk membantu proses penurunan polutan dalam air limbah domestik.

- 1.4.2. Memberikan informasi bagi masyarakat mengenai sistem pengolahan limbah yang murah, mudah, dan membutuhkan lahan minimalis untuk diterapkan dalam mengolah limbah domestik yang setiap hari diproduksi yaitu *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland*.
- 1.4.3. Memberikan informasi bahwa tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) selain dapat dimanfaatkan unsur estetikanya, juga dapat dimanfaatkan untuk mengolah limbah domestik.

©UKPDW

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

- 5.1.1. Pada penelitian ini, tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) mampu mensuplai oksigen terlarut tambahan pada sistem *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland* (SSVF CW). Rerata kedalaman akar melati air yang mencapai 47,25 cm dengan ukuran akar terpanjang mencapai 60 cm memberikan pengaruh berupa kuantitas DO pada perlakuan tanaman (DO Reaktor Tanaman (RT) kedalaman 70 cm: 4,351 ppm) lebih tinggi dari pada perlakuan kontrol (DO Reaktor Kontrol (RK) kedalaman 70 cm: 3,813 ppm) hingga pada kedalaman 70cm pada reaktor.
- 5.1.2. Sistem SSVF CW mampu memberikan efisiensi penurunan yang cukup tinggi pada parameter TSS (RK: 77,71%; RT: 93,48%), BOD (RK: 76,31%; RT: 89,39%), amonia total (RK: 71,64%; RT: 59,39%), fosfat (RK: 63,75%; RT: 66,53%). Sedangkan untuk parameter nitrat dan TDS tidak mengalami penurunan yang dapat dimungkinkan terjadi karena proses nitrifikasi yang berjalan dengan baik pada sistem.

5.2. Saran

- 5.2.1. Melakukan perhitungan dan identifikasi fitoplankton pada reaktor *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland* (SSVF CW) di setiap tingkat kedalaman. Hal ini perlu dilakukan karena fitoplankton merupakan salah satu makhluk hidup yang mampu menghasilkan oksigen. Sehingga data jumlah dan identifikasi fitoplankton pada setiap kedalaman tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan bagaimana cara kerja transfer oksigen pada sistem SSVF CW secara lebih jelas selain dari pengaruh tanaman.
- 5.2.2. Melakukan identifikasi komunitas mikroorganisme pada SSVF CW untuk mengetahui apakah terdapat mikroorganisme yang mampu melakukan fotosintesis pada kondisi intensitas cahaya sangat

rendah. Hal ini dikarenakan meskipun reaktor dirancang menggunakan drum berwarna hitam yang bertujuan untuk menghalangi cahaya masuk, namun tetap terjadi peningkatan oksigen pada reaktor kontrol (tanpa tanaman). Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui sumber oksigen terlarut tersebut, terkhusus oksigen terlarut cenderung mengalami peningkatan pada kedalaman 50-60cm dengan kondisi intensitas cahaya rendah dan sulit ditembus cahaya matahari.

- 5.2.3. Melakukan pengukuran amonia total, TDS, BOD, dan nitrat pada setiap tingkat kedalaman untuk mengetahui pengaruh tanaman terhadap penurunan parameter amonia total, TDS, BOD, dan nitrat dengan sistem SSVF CW pada setiap kedalaman
- 5.2.4. Meneliti hubungan pertambahan ukuran dan jumlah daun terhadap kuantitas oksigen yang dilepaskan ke rhizofe di setiap tingkat kedalaman sistem *Sub Surface Vertical Flow Constructed Wetland* (SSVF CW).

DAFTAR PUSTAKA

- Asadiya, A., & Karnaningroem, N. 2018. Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi Media Zeolit-Arang Aktif. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.28923>
- Aslam, M. M., Malik, M., Baig, M. A., Qazi, I. A., & Iqbal, J. 2007. Treatment Performances of Compost-Based and Gravel-Based Vertical Flow Wetlands Operated Identically for Refinery Wastewater Treatment in Pakistan. *Ecological Engineering*, 30(1), 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2007.01.002>
- Astuti, A. D., Rinanti, A. & Viera, A. A. F., 2017. Canteen Wastewater and Gray Water Treatment Using Subsurface Constructed Wetland-Multilayer Filtration Vertical Flow Type with Melati Air (*Echindorus paleaefolius*) at Senior High School. *Aceh International Journal of Science and Technology*, 6(3), pp. 111-121.
- Choudhary, A. K., Kumas, S. & Sharma, C., 2011. Constructed Wetlands: An Option For Pulp and Paper Mill Wastewater Treatment. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 10(10), pp. 3023-3037.
- Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta. 2016. Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Kegiatan Ipal Domestik Komunal, Ipal Tinja Komunal.
- Gultom, T., Sutanto, H. B. 2019. Penerapan Hibrid Sistem Biofilter dan Hidroponik Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Pemukiman Low Income People. *SAINTEK: Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi Industri*, 3(2), 70. <https://doi.org/10.32524/saintek.v3i2.599>
- Islam, R., Faysal, S. M., Amin, R., Juliana, F. M., Islam, M. J., Alam, J., Hossain, M. N., & Asaduzzaman, M. 2017. Assessment of pH and Total Dissolved Substances (TDS) in the Commercially Available Bottled Drinking Water. *IOSR Journal of Nursing and Health Science Ver. IX*, 6(5), 35–40. <https://doi.org/10.9790/1959-0605093540>
- Jahangir, M. M. R., Richards, K. G., Healy, M. G., Gill, L., Müller, C., Johnston, P., & Fenton, O. 2016. Carbon and Nitrogen Dynamics and Greenhouse Gas Emissions in Constructed Wetlands Treating Wastewater: A review. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20(1), 109–123. <https://doi.org/10.5194/hess-20-109-2016>

- Kalayu, G. 2019. Phosphate Solubilizing Microorganisms: Promising Approach As Biofertilizers. *International Journal of Agronomy*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/4917256>
- Kasman, M., Riyanti, A., Sy, S., & Ridwan, M. 2018. Reduksi Pencemar Limbah Cair Industri Tahu Dengan Tumbuhan Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dalam Sistem Kombinasi Constructed Wetland dan Filtrasi. *Jurnal Litbang Industri*, 8(1), 39. <https://doi.org/10.24960/jli.v8i1.3832>.39-46
- Koesputri, A., Nurjazuli, N., & Dangiran, H. 2016. Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) Dengan Sistem Subsurface Flow Wetlands Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD dan Fosfat Dalam Limbah Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 4(4), 771–778.
- Kouki, S., M'hiri, F., Saidi, N., Belaid, S., Hassen. A. 2009. Performances of a Constructed Wetland Treating Domestic Wastewaters During a Macrophytes Life Cycle. *Desalination*, 248, 131-146. doi: 10.1016/j.desal.0000.00.000
- Lu, S. Y., Zhang, P. Y., & Cui, W. H. 2010. Impact of Plant Harvesting on Nitrogen and Phosphorus Removal in Constructed Wetlands Treating Agricultural Region Wastewater. *International Journal of Environment and Pollution*, 43(4), 339–353. <https://doi.org/10.1504/IJEP.2010.036931>
- Mendizábal, T., Bastías, E. I., González-Murua, C., & González-Moro, M. B. 2020. Nitrogen Assimilation In The Highly Salt-And Boron-Tolerant Ecotype *Zea mays* l. *Amylacea*. *Plants*, 9(3), 1–18. <https://doi.org/10.3390/plants9030322>
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/MENLHK-SETJEN 2016 Tentang Baku Air Limbah Domestik
- Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Mokhele, B., Zhan, X., Yang, G., & Zhang, X. 2012. Review: Nitrogen Assimilation In Crop Plants And Its Affecting Factors. *Canadian Journal of Plant Science*, 92(3), 399–405. <https://doi.org/10.4141/CJPS2011-135>

- Nivala, J., Wallace, S., Headley, T., Kassa, K., Brix, H., Afferden, M. V., Muller, R., 2012. Oxygen Transfer And Consumption In Subsurface flow Treatment Wetlands. *Ecological Engineering*
- Perdana, M. C., Sutanto, H. B. & Prihatmo, G., 2018. Vertical Subsurface Flow (VSSF) Constructed Wetland For Domestic Wastewater Treatment. *ICERM 2017*, Volume 148, pp. 1-9.
- Plantamor, 2019. *Plantamor: Melati Air (Echinodorus palaefolius var. latifolius)*. [Online] Available at: <http://plantamor.com/species/info/echinodorus/palaefolius/latifolius> [Diakses 28 Desember 2019].
- Sasono, E., & Pungut. 2013. Penurunan Kadar BOD dan COD Air Limbah Upt Puskesmas Janti Kota Malang Dengan Metode Constructed Wetland Oleh : Endro Sasono *) dan Pungut **). *Jurnal Teknik WAKTU*, 11.
- Sukmawati, I. W. S. S. & Asmoro, P., 2014. Removal Cemar BOD, COD, Phosphat (PO₄) dan Detergen Menggunakan Tanaman Melati Air Sebagai Metode Constructed Wetland Dalam Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Teknik WAKTU*, XII(1), pp. 24-34.
- Suswati, A. C. S. P. & Wibisono, G., 2013. Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Taman Tanaman Air (*Constructed Wetlands*). *Indonesian Green Technology Journal*, 2(2), pp. 70-77.
- Thuynsma, R., Kleinert, A., Kossmann, J., Valentine, A. J., & Hills, P. N. 2016. The Effects of Limiting Phosphate on Photosynthesis and Growth of *Lotus japonicus*. *South African Journal of Botany*, 104, 244–248. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.03.001>
- United Nations Development Programme, 2018. *United Nations Development Programme Human Development Report*. [Online] Available at: <http://hdr.undp.org/en/composite/Dashboard4>
- Wijaya, D. H. 2018. Efisiensi Pengurangan Bahan Organik dan Fosfat dalam Limbah Domestik Menggunakan Tanaman *Heliconia psittacorum* dan *Limnocharis flava* dengan Sistem Subsurface-Flow Constructed Wetland [skripsi]. Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta. [Indonesia]

Worldometers, 2019. *Worldometers Current World Population*. [Online]
Available at: <https://www.worldometers.info/world-population/> [Diakses
27 Desember 2019]

©UKPDW