

**Pengaruh Kedalaman Sistem Perakaran *Epipremnum aureum* terhadap Efektivitas Penurunan Beban Organik pada Sistem *Sub Surface Flow Constructed Wetland***

**Skripsi**



**Stenlie Jonathan  
31180183**

**Program Studi Biologi  
Fakultas Bioteknologi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Yogyakarta  
2022**

Pengaruh Kedalaman Sistem Perakaran *Epipremnum aureum*  
terhadap Efektivitas Penurunan Beban Organik pada Sistem  
*Sub Surface 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



**Stenlie Jonathan**  
**31180183**

**Program Studi Biologi**  
**Fakultas Bioteknologi**  
**Universitas Kristen Duta Wacana**  
**Yogyakarta**  
**2022**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

---

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

Nama : Stenllie Jonathan  
NIM : 31180183  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Bioteknologi  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

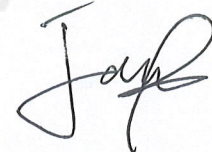
**“PENGARUH KEDALAMAN SISTEM PERAKARAN *EPIPREMNUM AUREUM* TERHADAP EFEKTIVITAS PENURUNAN BEBAN ORGANIK PADA SISTEM *SUB SURFACE FLOW CONSTRUCTED WETLAND*.”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneklusif 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 sebenar-benarnya.

Dibuat di : Yogyakarta  
Pada tanggal : 5 Juli 2022

Yang menyatakan



(Stenllie Jonathan)  
NIM. 31180183

## Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul:

PENGARUH KEDALAMAN SISTEM PERAKARAN *EPIPREMNUM AUREUM*  
TERHADAP EFEKTIVITAS PENURUNAN BEBAN ORGANIK PADA SISTEM  
*SUB SURFACE FLOW CONSTRUCTED WETLAND*

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:

**STENLLIE JONATHAN**

**31180183**

Dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

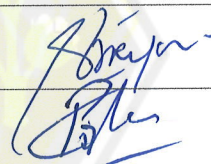
dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Sains pada 30 Juni 2022

**Nama Dosen**

**Tanda Tangan**

1. Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, S.U.  
(Ketua Tim Penguji/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)



Yogyakarta, 30 Juni 2022

Disahkan Oleh:

Dekan,

Ketua Program Studi



**Drs. Guruh Prihatmo, M.S**



**Dr. Dhira Satwika, M.Sc**

## LEMBAR PERSETUJUAN

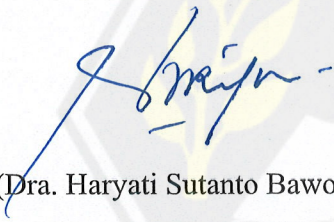
Judul : Pengaruh Kedalaman Sistem Perakaran  
*Epipremnum aureum* terhadap Efektivitas  
Penurunan Beban Organik pada Sistem *Sub Surface*  
*Flow Constructed Wetland*.

Nama Mahasiswa : Stenllie Jonathan  
Nomor Induk Mahasiswa : 31180183  
Hari/Tgl Ujian : Kamis, 30 Juni 2022

Disetujui oleh:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



(Dra. Haryati Sutanto Bawole, M. Sc)

NIK: 89E099



(Drs. Guruh Prihatmo, M. S)

NIK: 874E055

Ketua Program Studi Biologi



(Dr. Dhira Satwika, M. Sc)

NIK: 904 E 146

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Stenllie Jonathan

NIM : 31180183

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**“Pengaruh Kedalaman Sistem Perakaran *Epipremnum aureum* terhadap Efektivitas Penurunan Beban Organik pada Sistem *Sub Surface Flow Constructed Wetland*”** adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagai 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 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, 5 Juli 2022



Stenllie Jonathan  
NIM. 31180183

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat kasih dan karuniaNya penulis mampu menyelesaikan naskah skripsi dengan judul **“Pengaruh Kedalaman Sistem Perakaran *Epipremnum aureum* terhadap Efektivitas Penurunan Beban Organik pada Sistem *Sub Surface Flow Constructed Wetland*”**, yang menjadi salah satu syarat meraih gelar Sarjana Sains (S.Si) di Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Penulis sangat menyadari betapa pentingnya naskah skripsi ini dan merasa bahwa tidak mungkin dapat menyelesaikannya tanpa bantuan dari berbagai macam pihak. Oleh sebab itu, penulis juga ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc, selaku dosen pembimbing 1 atas bimbingan, masukan, dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan rangkaian proses penelitian skripsi ini.
2. Drs. Guruh Prihatmo, M.S, selaku dosen pembimbing 2 atas bimbingan, masukan, dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan rangkaian proses penelitian skripsi ini.
3. Seluruh laboran Laboratorium Fakultas Bioteknologi, terkhusus kepada Arga Nugraha Wowa, S.Si yang telah memberikan bimbingan dan dukungan kepada penulis selama rangkaian proses penelitian skripsi ini.
4. Seluruh dosen Fakultas Bioteknologi atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama masa studi hingga penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh staf Fakultas Bioteknologi atas bantuan dan dukungan yang diberikan selama.
6. Kedua orangtua, saudara, dan seluruh keluarga besar atas dukungan, motivasi, dan doa yang selalu diucapkan tanpa henti bagi penulis selama masa studi dan penelitian skripsi ini.
7. Kedua sahabat yang telah membantu proses perakiran reaktor (Felya dan Rio), serta sahabat lain tidak dapat disebutkan satu persatu.

## DAFTAR ISI

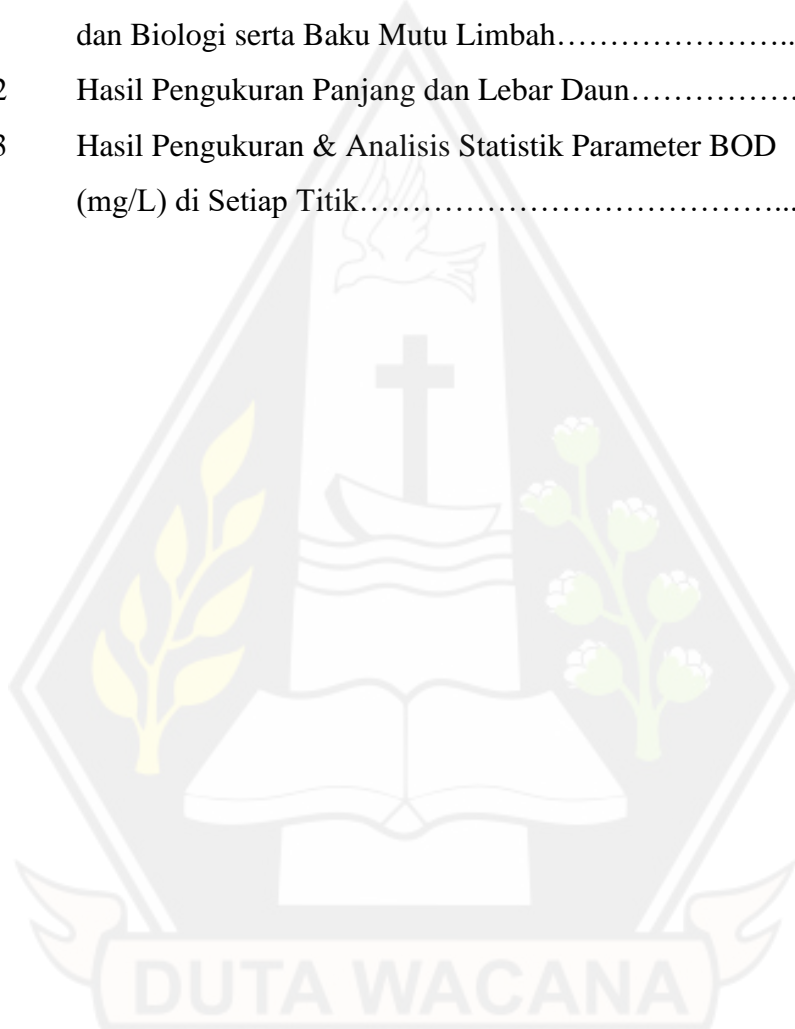
HALAMAN SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN SAMPUL BAGIAN DALAM.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
PERNYATAAN INTEGRITAS .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Limbah Domestik.....	4
2.2 <i>Constructed Wetland</i> .....	5
2.3 Tanaman Sirih Gading .....	6
2.4 Parameter yang Diuji .....	6
2.4.1 <i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i> .....	6
2.4.2 Oksigen Terlarut/ <i>Dissolved Oxygen (DO)</i> .....	7
2.4.3 Suhu & pH .....	8
2.4.4 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> .....	8
2.4.5 <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i> .....	9
2.5 Oksigen di Sistem Perakaran .....	9
2.6 <i>Hydraulic Retention Time (HRT)</i> .....	10
2.7 Aklimatisasi .....	10



BAB III METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	12
3.1.1 Tempat Penelitian.....	12
3.1.2 Waktu Penelitian.....	12
3.2 Desain Penelitian.....	12
3.2.1 Jenis Penelitian.....	12
3.2.2 Perlakuan.....	12
3.3 Bahan.....	12
3.4 Alat.....	13
3.5 Cara Kerja.....	13
3.5.1 Persiapan.....	13
3.5.2 Aklimatisasi.....	16
3.5.3 Pengambilan Limbah Domestik.....	16
3.5.4 Tahap Pengujian Parameter.....	16
3.6 Parameter yang Diuji.....	17
3.6.1 Parameter Kimia.....	17
3.6.2 Parameter Fisika.....	17
3.6.3 Parameter Biologis.....	17
3.7 Analisis Data.....	18
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN.....	19
4.1 Parameter Kimia.....	22
4.1.1 <i>Biochemical Oxygen Demand (BOD)</i> .....	22
4.1.2 <i>Dissolved Oxygen (DO)</i> .....	24
4.1.3 Derajat Keasaman (pH).....	26
4.2 Parameter Fisik.....	27
4.2.1 Suhu.....	27
4.2.2 <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i> .....	28
4.2.3 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> .....	29
4.3 Parameter Biologi.....	30
BAB V KESIMPULAN & SARAN.....	33
5.1 Kesimpulan.....	33
5.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN.....	38

## DAFTAR TABEL

<b>Nomor</b>	<b>Judul Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Baku mutu Limbah Domestik .....	.....6
4.1	Hasil Pengukuran & Analisis Parameter Fisik, Kimia dan Biologi serta Baku Mutu Limbah.....	.....21
4.2	Hasil Pengukuran Panjang dan Lebar Daun.....	.....22
4.3	Hasil Pengukuran & Analisis Statistik Parameter BOD (mg/L) di Setiap Titik.....	.....22



## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
3.1	Desain reaktor beserta bak inlet dan outlet.....	.....17
4.1	Hasil pengukuran panjang dan lebar sistem perakaran (cm).....	.....23
4.2	Hasil pengukuran BOD (ppm) di setiap titik.....	.....24
4.3	Hasil pengukuran oksigen terlarut (ppm) di setiap titik.....	.....26
4.4	Hasil pengukuran pH di setiap titik.....	.....28
4.5	Hasil pengukuran parameter suhu (°C) di setiap titik.....	.....29
4.6	Hasil pengukuran TDS (ppm) di setiap titik.....	.....30
4.7	Hasil pengukuran parameter TSS (ppm) di setiap titik.....	.....31
4.8	Hasil pengukuran parameter jumlah daun dari pre- sampling pertama hingga delapan.....	.....32
4.9	Hasil pengukuran parameter panjang daun dari pre- sampling pertama hingga delapan.....	.....33
4.10	Hasil pengukuran parameter lebar daun dari pre-sampling pertama hingga delapan.....	.....33

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1: Hasil pengukuran seluruh parameter .....	39
Lampiran 2: Dokumentasi selama penelitian .....	48
Lampiran 3: Hasil analisis statistik .....	52



## ABSTRAK

### **Pengaruh Kedalaman Sistem Perakaran *Epipremnum aureum* terhadap Efektivitas Penurunan Beban Organik pada Sistem *Sub Surface Flow Constructed Wetland***

STENLLIE JONATHAN

Limbah merupakan masalah serius yang perlu ditangani, karena dapat menyebabkan masalah lingkungan hingga sosial. Salah satu sistem pengolahan limbah yang efisien, rendah biaya serta ramah lingkungan adalah *constructed wetland*. Penelitian ini bersifat eksperimental dengan skala laboratorium. Reaktor yang digunakan memiliki ukuran tinggi 83 cm serta diameter 55 cm, berkapasitas 197 liter, dengan empat titik pengambilan sampel yang antar titik memiliki jarak sejauh 15 cm. Pada reaktor, ditanam tanaman hias sirih gading (*Epipremnum aureum*) yang berfungsi sebagai penyuplai oksigen ke dalam reaktor melalui sistem perakarannya atau disebut sebagai jaringan aerenkim. Tanaman ini dipilih karena terdapat penelitian yang menyebut bahwa tanaman ini mampu hidup pada media limbah (khususnya limbah domestik) tanpa mengalami perubahan morfologi yang signifikan. Media yang digunakan (atas ke bawah) antara lain tanah sawah, kerikil (1-2,5 cm), batu sedang (2,5-5 cm) dan batu besar (7-10 cm). Fungsi dari media ini adalah sebagai media pertumbuhan tanaman, media filtrasi serta tempat tumbuhnya biofilm. Parameter yang diuji pada penelitian kali ini antara lain BOD, DO, pH, suhu, TDS, TSS, panjang daun, lebar daun, jumlah daun, lebar sistem perakaran serta panjang akar. Hasil pengujian parameter pada penelitian kali ini adalah panjang akar 13,96 cm, 10,97 cm, dan 17,20, lebar sistem perakaran 10,34 cm, 10,57 cm dan 7,33 cm memberikan pengaruh terhadap efektivitas beberapa parameter fisika, kimia dan biologi, diantaranya adalah BOD 37,26%, TDS 15,29%, TSS 72,22%. Untuk parameter DO mengalami kenaikan signifikan, sedangkan parameter pH dan suhu tidak mengalami perubahan signifikan.

**Kata kunci:** Limbah domestik, *constructed wetland*, *E. aureum*

## ABSTRACT

### *The Effect of Rhizosphere Depth of *Epipremnum Aureum* On the Decrease of Organic Matter Values In Sub Surface Flow Constructed Wetland*

STENLLIE JONATHAN

*Wastewater is a serious problem that need to be solved, this problem can cause environmental to social problems. Constructed wetland is one of the wastewater treatment system that has several benefits, such as low cost, high efficiency and environmentally friendly system. This research is an experimental work in laboratory scale. The reactor height is 83 cm and diameter is 55 cm, four sampling points with 15 cm interval from each point. *Epipremnum aureum* planted on the reactor to supply dissolved oxygen into the reactor by its rhizosphere called arenchyma tissues. This plant is chosen based of previous research mentioning that this plant has high endurance to domestic wastewater, without any significant morphology changes. In this study, ricefield soil, gravel (1-2.5 cm), and stones (2.5 cm-5 cm & 7-10 cm) are used as media. These media compositions are used as plants growth media, filtration, and biofilm growth media. The result shows that the root length are 13.96 cm, 10.97 cm, and 17.2 cm, root width are 10.34 cm, 10.57 cm and 7.33 cm that affected BOD value by 37.26%, TDS value by 15.29% and TSS value by 72.22%. It affected DO value significantly, whereas pH and temperature were not significantly affected.*

**Keywords:** *Domestic wastewater, constructed wetland, *E. aureum**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Limbah merupakan salah satu masalah serius di negara yang masih berkembang, salah satunya Indonesia. Limbah yang tidak diolah dengan baik akan menciptakan masalah lingkungan yang serius. Penurunan kualitas badan air (sungai, danau, rawa) pun tidak dapat dihindari. Hal ini disebabkan karena sebagian masyarakat menganggap sungai dan badan air lainnya merupakan tempat pembuangan limbah tanpa harus melalui pengolahan limbah terlebih dahulu. Sebagian sungai dan badan air yang tercemar oleh kegiatan masyarakat umumnya melewati kawasan permukiman dengan jenis limbah antara lain perikanan, pertanian, industri serta domestik (Widodo *et al.*, 2013). Menurut (Pangestu *et al.*, 2017) beberapa pinggiran sungai menjadi lokasi bagi pembuangan limbah *septic tank* dan *onsite*.

Limbah domestik yang tidak diolah dengan baik dapat menyebabkan berbagai masalah, diantaranya adalah masalah kesehatan, perairan hingga masalah estetika. Umumnya, limbah yang tidak diolah disebabkan oleh sarana pengolahan limbah yang minim, ekonomi, ketersediaan lahan di masyarakat serta perilaku masyarakat (Darmayanti *et al.*, 2013). Masih banyak masyarakat yang memanfaatkan badan air untuk keperluan sehari-hari walaupun telah tercemar limbah domestik. Beberapa bahaya dari limbah domestik adalah kandungan bahan anorganik stabil yang tidak dapat diurai dengan mudah oleh mikroorganisme dapat terakumulasi di dalam tubuh, kandungan surfaktan yang sulit terdegradasi di perairan dapat menempel pada peralatan makan yang dicuci menggunakan air tercemar serta bahaya bakteri yang berasal dari tinja manusia (Sumantri, 2011).

Masalah limbah yang dihasilkan oleh permukiman atau bangunan tertentu dapat diselesaikan dengan menerapkan sistem pengolahan limbah. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendegradasi limbah domestik adalah *constructed wetland* (CW). Metode CW menyimulasikan lahan basah yang terdiri dari tiga komponen utama, yaitu tanaman, media, dan mikroorganisme

(Darmayanti *et al.*, 2013). Metode ini dipilih karena relatif mudah untuk diterapkan di negara berkembang seperti Indonesia, hal tersebut dilihat dari segi pengoperasian serta ketersediaan bahan bakunya (Peraza *et al.*, 2017). Menurut Rehman *et al* (2016), CW merupakan metode pengolahan limbah yang ekonomis, ramah lingkungan serta efisien. Hal ini disebabkan oleh komponen penyusunnya yang terdiri dari tanah/media, tanaman dan komunitas mikroorganisme.

Sirih gading (*Epipremnum aureum*) dipilih dalam penelitian kali ini agar meningkatkan nilai estetika dari sistem pengolahan limbah domestik yang dibuat. Hal ini bertujuan agar desain pengolahan limbah dapat dengan mudah diterima oleh masyarakat. Sisi estetika dari sebuah pengolahan limbah dapat diciptakan melalui pemilihan tanaman yang tepat (Suswati *et al.*, 2012). Tanaman ini dipilih karena telah terbukti memiliki ketahanan terhadap limbah domestik, penyebaran yang mudah, tumbuh terus menerus, akar berserabut, dapat tumbuh walau minim nutrisi & cahaya serta berpotensi sebagai agen fitoremediasi (Yadav *et al.*, 2021). Dalam metode CW, tanaman merupakan salah satu faktor penting, khususnya bagian akar. Hal ini disebabkan oleh akar tanaman dapat menyuplai oksigen bagi reaktor (Nivala *et al.*, 2012). Oleh sebab itu, pada penelitian kali ini akan membahas mengenai kedalaman sistem perakaran *Epipremnum aureum* yang optimal dalam melakukan degradasi beban organik serta membuktikan kemampuan tanaman tersebut dalam mendegradasi polutan dalam limbah domestik menggunakan metode *subsurface flow constructed wetland*.

## 1.2 Rumusan Masalah

- 1.2.1 Apakah kedalaman sistem perakaran *Epipremnum aureum* berpengaruh terhadap tingkat efektivitas penurunan beban organik?
- 1.2.2 Berapa tingkat efektivitas pengolahan limbah dengan metode *subsurface flow constructed wetland* menggunakan tanaman *Epipremnum aureum* pada parameter BOD, TDS dan TSS?

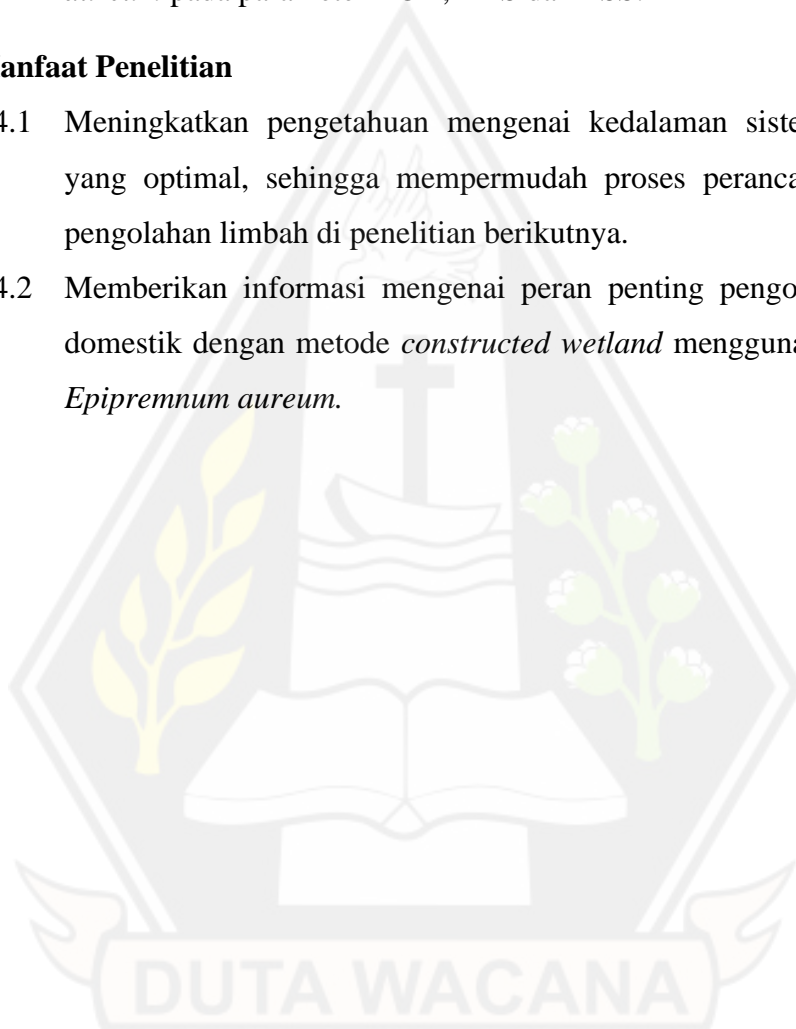


### 1.3 Tujuan Penelitian

- 1.3.1 Mengetahui pengaruh kedalaman sistem perakaran *Epipremnum aureum* terhadap tingkat efektivitas penurunan beban organik.
- 1.3.2 Mengetahui tingkat efektivitas pengolahan limbah dengan metode *sub surface flow constructed wetland* menggunakan tanaman *Epipremnum aureum* pada parameter BOD, TDS dan TSS.

### 1.4 Manfaat Penelitian

- 1.4.1 Meningkatkan pengetahuan mengenai kedalaman sistem perakaran yang optimal, sehingga mempermudah proses perancangan reaktor pengolahan limbah di penelitian berikutnya.
- 1.4.2 Memberikan informasi mengenai peran penting pengolahan limbah domestik dengan metode *constructed wetland* menggunakan tanaman *Epipremnum aureum*.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN & SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

- 5.1.1 Dari penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa tidak terdapat pengaruh kedalaman sistem perakaran *Epipremnum aureum* terhadap tingkat efektivitas penurunan beban organik. Hal tersebut dibuktikan dari analisis statistik menggunakan *One-Way ANOVA* yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nilai BOD yang signifikan antara satu titik dengan titik lainnya.
- 5.1.2 Efektivitas pengolahan limbah dengan metode *sub surface flow constructed wetland* menggunakan tanaman *Epipremnum aureum* pada parameter BOD sebesar 37,36%, parameter TDS sebesar 15,25% dan parameter TSS sebesar 72,22%.

#### **5.2 Saran**

- 5.2.1 Melakukan identifikasi pada mikroorganisme yang berpotensi dapat menghasilkan oksigen (lampiran 2.6) . Karena hal tersebut dapat menyebabkan bias data, khususnya pada parameter oksigen terlarut (DO). Di samping itu, parameter DO juga dapat mempengaruhi perhitungan parameter lain, misalnya BOD.
- 5.2.2 Melakukan pengukuran parameter panjang akar sebelum tanaman ditanam pada media tanah, sehingga dapat diketahui perubahan signifikan panjang akar sebelum dan sesudah dilakukannya penelitian.
- 5.2.3 Melakukan pengukuran intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam reaktor, khususnya ketika menggunakan bahan yang masih dapat ditembus sinar matahari. Sinar matahari yang masih mampu menembus reaktor walaupun dalam intensitas kecil tentu akan berpengaruh terhadap jenis mikroorganisme yang tumbuh di dalam reaktor, dan tidak menutup kemungkinan terdapat aktivitas fotosintesis di dalam reaktor tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A., Suprihatin, I., Sibarani, J. 2016. Pengaruh Biofilm terhadap Efektivitas Penurunan BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak dari Limbah Pengolahan Ikan menggunakan *Trickling Filter*. *Cakra Kimia*; 4(2):137-145
- Aji, A & Marleni, N. 2017. Studi Karakteristik dan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik di Kabupaten Magelang. Magelang: UNIMMA Press
- Audina, O. 2019. Kinerja Hybrid Constructed Wetland sebagai Upaya Pelestarian Sumber Daya Air pada Pengolahan Limbah Cair Industri Batik di Sidoarjo. *Rekayasa Teknik Sipil*; 4 (1)
- Cremer, J., Melbinger, A., Frey, E. 2012. Growth Dynamics and the Evolution of Cooperation in Microbial Populations. *Scientific Reports 2*
- Darmayanti, L., Fauzi, M., Hajri, B. 2013. Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (Subsurface Flow Constructed Wetland). *Prosiding STNK TOPI 2013*; 149-157
- DeNicola, D & Hoagland, K. 1996. Effects of Solar Spectral Irridance (Visible to UV) on a Prairie Stream Epilithic Community. *JNMAm Benthol*; 15:155-169
- Dewi, N & Dwipayanti, N. 2021. Metode Pengolahan Air Limbah untuk Penurunan Kadar Amonia: Studi Literatur. *Arc Com Health* 409 (8): 409-424
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan*. Yogyakarta: Kanisius
- Fulazzaky, M. 2013. Measurement of Biochemical Oxygen Demand of the Leachates. *Environ Monit Assess*; 185:4721-4734
- Gomez, J., Freixa, A., Perujo, N., Fraga, L. 2016. Limits of the Biofilm Concept and Types of Aquatic Biofilms. *Aquatic Biofilms: Ecology, Water Quality and Wastewater Treatment*; 1:3-28
- Gunawan, H., Tang, U., Mulyadi. 2019. Pengaruh Suhu Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Selais (*Kryptopterus lais*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*; 2 (24):101-105
- Haribowo, R., Megah, S., Rosita, W. 2019. Efisiensi Sistem Multi Soil layering pada Pengolahan Air Limbah Domestik pada Daerah Perkotaan Padat Penduduk. *Jurnal Teknik Pengairan*; 1 (10): 11-27
- Hasibuan, R. 2016. Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup. *Jurnal Ilmiah "Advokasi"*; 1 (4): 42-52
- Hidayah, E & Aditya, W. 2009. Potensi dan Pengaruh Tanaman pada Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Constructed Wetland. *Jurnal Teknik Lingkungan*; 2(2):11-18

- Hidayat, N., Sri., Kumalaningsih., Noorhamdani., Susinggih. 2010. Pengaruh Laju Aliran Limbah pada Saringan Kerikil dengan Inokulum *Bacillus coagulans* UB-9 terhadap Kualitas Limbah Cair yang Dihasilkan.
- Ilyas, N., Nugraha, W., Sumiyanti, S. 2013. Penurunan Kadar TDS pada Limbah Tahu dengan Teknologi Biofilm menggunakan Biofilter Kerikil Hasil Letusan Gunung Merapi dalam Bentuk Random. *Jurnal Teknik Lingkungan*; 3(2):1-10
- Jouannaes, S., Recoules, L., Durand, M., Boukabache, A., Picot, V., Primault, Y., Lakel, A., Sengelin, M., Barillon, B., Thouand, G. 2014. Methods for Assesing Biochemical Oxygen Demand (BOD): A Review. *Water Research*; 49: 62-82
- Kholif, M., Pungut., Sugito., Sutrisno, J., Dewi, W. 2020. Pengaruh Waktu Tinggal dan Media Tanam pada Constructed Wetland untuk Mengolah Air Limbah Industri Tahu. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*; 2 (5): 107-115
- Kustiyarningsih, E & Irawanto, R. 2020. Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) dalam Fitoremediasi Deterjen dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*; 7 (1): 143-148
- Loshinta, M., Sutanto, H., Prihatmo, G. 2020. Pengaruh Kedalaman Rhizofe Tanaman Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) Terhadap Kuantitas Oksigen Terlarut pada Sistem Sub Surface Flow Vertical Flow Constructed Wetland. *JISTIN*; 2 (4): 70-76
- Mukhtasor. 2007. *Pencemaran Pesisir dan Laut*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Nivala, J., Wallace, S., Headley, T., Kassa, K., Brix, H., Afferden, M., Muller, R. 2012. Oxygen Transfer and Consumption in Subsurface Flow Treatment Wetland. *Ecological Engineering*
- Nurmalinda., Yuliansyah, A., Prasetya, A. 2018. Aklimatisasi Tanaman *Lemna minor* dan *Azolla microphylla* terhadap Lindi TPA Piyungan pada Tahap Awal Fitoremediasi. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir*; 313-319
- Pangestu, R., Riani, E., Effendi, H. 2017. Estimasi Beban Pencemaran Point Source dan Limbah Domestik di Sungai Kalibiru Timur Provinsi DKI Jakarta, Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 3 (7): 219-116
- Patty, S. 2018. Oksigen Terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*; 1(6):54-60
- Peraza, J., Garcia, K., Herrera, C., Medina, J., Mata, A., Terrones, Y. 2017. Optimization of Organic Matter Degradation Kinetics and Nutrient Removal on Artificial Wetland using *Elchhornia crassipes* and *Typha domingensis*. *Environment Technology*

- Putrianingsih, Y & Dewi, Y. 2019. Pengaruh Tanaman Sirih Gading (*Epipremnum Aureum*) terhadap Polutan Udara dalam Ruangan. *Jurnal TechLINK*; 1 (3): 9-16
- Rehman, F., Pervez, A., Khattak, B., Ahmad, R. 2016. Constructed Wetland: Perspectives of the Oxygen Released in the Rhizosphere of Macrophytes. *CLEAN-Soil, Air, Water*; 1 (45)
- Rekoyoso, B., Syafrudin., Sudarno. 2014. Pengaruh Hydraulic Retention Time (HRT) dan Konsentrasi Influen terhadap Penyisihan Parameter BOD dan COD pada Pengolahan Limbah Domestik Greywater Artificial menggunakan Reaktor UASB. *Jurnal Teknik Lingkungan*
- Riffat, R. 2013. *Fundamentals of Wastewater Treatment and Engineering*. London: IWA Publishing
- Rinawati., Hidayat, D., Suprianto, R., Dewi, P. 2016. Penentuan Kandungan Zat Padat (*Total Dissolve Solid* dan *Total Suspended Solid*) di Perairan Teluk Lampung. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*: 1 (1): 36-45
- Simanjuntak, D. 2019. Penurunan Kadar TSS pada Limbah Cair Tahu menggunakan Rumput Vetiver (*Vetiveria zizanioides L*). *Ready Star-2*
- Stefanakis, A., Akrotos, C., Tsihrintzis, V. 2014. *Vertical Flow Constructed Wetland: Eco-engineering Systems for Wastewater and Sludge Treatment*. Amsterdam: Elsevier
- Sumantri, A & Cordova, M. 2011. Dampak Limbah Domestik Perumahan Skala Kecil terhadap Kualitas Air Ekosistem Penerimaannya dan Dampaknya terhadap Kesehatan Masyarakat. *JPSL*; 2(1):127-134
- Sumantri, A & Cordova, M. 2011. Dampak Limbah Domestik Perumahan Skala Kecil terhadap
- Suswati, A., Wibisono, G., Masrevaniah, A., Arfiati, D. 2012. Analisis Luasan Constructed Wetland menggunakan Tanaman Iris dalam Mengolah Air Limbah Domestik (Greywater). *Indonesian Green Technology Journal*; 3 (1): 1-7
- Tang, C., Tian, Y., Liang, H., Zuo, W., Zhang, J., He, Z. 2018. Enhanced Nitrogen and Phosphorus Removal from Domestic Wastewater Via Algae-Assisted Sequencing Batch Biofilm Reactor. *Bioresour Technol*; 250:185-190
- Vymazal, J. 2011. Plants Used in Constructed Wetland with Horizontal Subsurface Flow: A Review. *Hydrobiologia*; 674: 133-156 12
- Vymazal, J. 2014. Constructed Wetland for Treatment of Industrial Wastewater: A Review. *Ecological Engineering*; Vol 73: 724-751
- Widodo, B., Kasam., Ribut, L., Ike, A. 2013. Strategi Penurunan Pencemaran Limbah Domestik di Sungai Code DIY. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 1 (5): 36-47

- Wijaya, I & Soedjono, E. 2018. Domestik Wastewater in Indonesia: Challenge in the Future Related to Nitrogen Content. *International Journal of GEMOATE*; 47(15):32-41
- Wimbaningrum, R., Arianti, I., Sulistiyowati, H. 2020. Efektivitas Tanaman Lembang (*Typha angustifolia* L.) di Lahan Basah Buatan dalam Penurunan Kadar TSS, BOD, dan Fosfat pada Air Limbah Industri Laundry. *Berkala Saintek*; 1 (8): 25-28
- Wu, H., Zhang, J., Ngo, H., Guo, W., Hu, Z., Liang, S., Fan, J., Liu, H. 2015. A review On the Sustainability of Constructed Wetland for Wastewater Treatment: Design and Operation. *Bioresour Technol*. *Bioresour Technol*; 175:594-601
- Wulandari, L., Bisri, M., Harisuseno, D., Yuliani, E. 2019. Abilities of Stratified Filter and Wetland to Reduce TDS and TSS in Blackwater Domestik Waste. *IOPConf Series: Materials Science and Engineering* 469
- Yadav, R., Sahoo, S., Yadav, A., Patil, S. 2021. *Epipremnum aureum* is A Promising Plant Candidate for Developing Nature Based Technologies for Nutrients Removal from Wastewater. *Journal of Environmental Chemical Engineering*: 1-9
- Zhang, J., Wu, H., Liang, S., Fan, J. 2014. Examination of Oxygen Release from Plants in Constructed Wetland in Different Stages of Wetland Plant Life Cycle. *Environ Sci Pollut Res*. 21: 9709-9716

