

**Pengolahan Limbah *Laundry* Menggunakan Hibrid  
Sistem *Biofilter* dan *Surface Vertical Flow Constructed  
Wetland* dengan *Equisetum hyemale***



**Nadya Violenta  
31160031**

**Fakultas Bioteknologi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Yogyakarta  
2021**

**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 : Nadya Violenta  
NIM : 31160031  
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:

**“Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Hibrid Sistem *Biofilter* dan *Surface Vertical Flow Constructed Wetland* dengan *Equisetum hyemale*”**

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 : 2 September 2021

Yang menyatakan



(Nadya Violenta)  
NIM.31160031

**Pengolahan Limbah *Laundry* Menggunakan Hibrid  
Sistem *Biofilter* dan *Surface Vertical Flow Constructed  
Wetland* dengan *Equisetum hyemale***

**Skripsi**

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



**Nadya Violenta  
31160031**

**Fakultas Bioteknologi  
Universitas Kristen Duta Wacana  
Yogyakarta  
2021**

**Lembar Pengesahan**

Skripsi dengan judul :

**PENGOLAHAN LIMBAH LAUNDRY MENGGUNAKAN HIBRID SISTEM  
BIOFILTER DAN SURFACE VERTICAL FLOW CONSTRUCTED WETLAND  
DENGAN *EQUISETUM HYEMALE***

Telah diajukan dan dipertahankan oleh :

**NADYA VIOLENTA**

**31160031**

Dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi


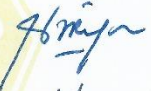
Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Sarjana Sains pada tanggal 25 Agustus 2021

**Nama Dosen**

**Tanda Tangan**

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

Yogyakarta, 25 Agustus 2021

Disahkan Oleh

Dekan

Ketua Program Studi Biologi



Drs. Kisworo, M. Sc.



Dra. Aniek Prasetyaningsih, M. Si.

**LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI**

Judul Skripsi : Pengolahan Limbah *Laundry* Menggunakan Hibrid Sistem  
*Biofilter* dan *Surface Vertical Flow Constructed Wetland*  
Dengan *Equisetum hyemale*

Nama : Nadya Violenta

Nim : 31160031

Pembimbing I : Dra. Haryati B. Sutanto, M.Sc.


Pembimbing II : Drs. Guruh Prihatmo, MS

Hari/Tgl Ujian : 25 Agustus 2021

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing 1,

Dosen Pembimbing 2,

  
(Dra. Haryati B. Sutanto, M.Sc.)

  
(Drs. Guruh Prihatmo, MS)

NIK : 894E099

NIK : 874E055

Ketua Program Studi

  
(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si)

NIK : 884E075

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : NADYA VIOLENTA

NIM : 31160031

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**“Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Hibrid Sistem Biofilter dan  
Surface Vertical Flow Constructed Wetland Dengan Equisetum hyemale”**

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, 9 September 2021



Nadya Violenta

NIM : 31160031

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmatnya Penulis dapat menyelesaikan pengerjaan skripsi dengan judul “Pengolahan Limbah *Laundry* Menggunakan Hibrid Sistem *Biofilter* dan *Surface Vertical Flow Constructed Wetland* Dengan *Equisetum hyemale*” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Universitas Kristen Duta Wacana, Fakultas Bioteknologi, Program Studi Biologi. Penulis menyadari bahwa terlaksananya skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yesus Kristus dan Bunda Maria, yang telah senantiasa membimbing dan menjadi sandaran bagi penulis selama proses pengerjaan skripsi ini
2. Drs. Kisworo, M.Sc., selaku dekan Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana
3. Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si., selaku Wakil Dekan I Fakultas Bioteknologi
4. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc., dan Drs. Guruh Prihatmo, M.S., selaku dosen pembimbing yang telah membantu, membimbing dan memberikan usulan selama proses pengerjaan tugas akhir ini
5. Seluruh laboran Laboratorium Fakultas Bioteknologi yang telah membantu penulis selama perkuliahan, dan terkhusus Arga Nugraha Wowa yang telah membantu, membimbing, dan memberikan usulan selama pengerjaan skripsi dari awal hingga akhir
6. Seluruh Dosen Fakultas Bioteknologi atas bimbingan serta ilmu yang diberikan selama proses perkuliahan

7. Seluruh staff Fakultas Bioteknologi yang telah membantu penulis dalam hal keperluan surat menyurat dan administrasi
8. Kepada Mama Tercinta Anastasia Dini Dinasti, yang telah dengan setia mendukung dan mendoakan penulis selama ini
9. Kepada Tante Diah yang sudah membantu penulis bagi dari segi materi maupun spiritual selama ini
10. Kepada kakak dan saudara tercinta Karina, Windy, dan Grace yang senantiasa turut mendukung penulis
11. Sahabat-sahabat penulis yang senantiasa mendukung dan memberi semangat kepada penulis dalam pengerjaan skripsi, Alfi, Cik Jovita, Kurmia Citra, Pak Dhira, Mbak Yohana, Mila, Bioenterpreneur club yang senantiasa memberikan hiburan kepada penulis, Fista, Minggas, Viona, Sema, Dece, Kak Yesi, Dania, Natalie, Abner, serta semua teman-teman yang sudah memberikan dukungan
12. Teman seperjuangan yang turut membantu selama penelitian, Mona Loshinta, Pieter, Ricky, Joshua, dan Yonanthan
13. Dan semua pihak lain yang telah membantu dan memberikan dukungan, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu

Yogyakarta, 25 Agustus 2021

Penulis



## DAFTAR ISI

### Halaman

|   |      |
|---|------|
| Lembar Pengesahan .....                         | iii  |
| LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....           | iv   |
| LEMBAR PERNYATAAN.....                          | v    |
| KATA PENGANTAR .....                            | vi   |
| DAFTAR ISI.....                                 | viii |
| DAFTAR TABEL.....                               | xi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                             | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                            | xiii |
| ABSTRAK .....                                   | xv   |
| ABSTRACT.....                                   | xvi  |
| BAB I PENDAHULUAN.....                          | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                       | 1    |
| 1.2. Perumusan Masalah.....                     | 4    |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....                     | 4    |
| 1.4. Manfaat Penelitian.....                    | 4    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                    | 5    |
| 2.1. Limbah Laundry .....                       | 5    |
| 2.2. Kandungan pada limbah <i>laundry</i> ..... | 6    |
| 2.2.1 Fosfat.....                               | 6    |
| 2.2.2 Surfaktan .....                           | 7    |
| 2.3. Biofilter .....                            | 9    |
| 2.3.1 Karbon aktif .....                        | 9    |

|                                   |   |    |
|-----------------------------------|---|----|
| 2.4.                              | <i>Constructed Wetland (CW)</i> .....                   | 10 |
| 2.4.1                             | Surface Vertical Flow Constructed Wetland (SVFCW) ..... | 11 |
| 2.5.                              | Tanaman pada Surface Flow Constructed Wetland .....     | 12 |
| 2.5.1                             | <i>Equisetum hyemale</i> / Bambu Air.....               | 12 |
| 2.6.                              | Hydraulic Retention Time (HRT) .....                    | 13 |
| 2.7.                              | Aklimatisasi.....                                       | 14 |
| BAB III METODE PENELITIAN.....    |   | 15 |
| 3.1.                              | Tempat dan Waktu Penelitian .....                       | 15 |
| 3.2.                              | Desain Penelitian .....                                 | 15 |
| 3.2.1                             | Jenis penelitian .....                                  | 15 |
| 3.2.2                             | Perlakuan.....  | 15 |
| 3.3.                              | Parameter yang di Uji.....                              | 15 |
| 3.3.1                             | Parameter fisik .....                                   | 15 |
| 3.3.2                             | Parameter kimia .....                                   | 16 |
| 3.3.3                             | Parameter biologi .....                                 | 16 |
| 3.4.                              | Alat dan Bahan Penelitian .....                         | 17 |
| 3.4.1                             | Alat.....   | 17 |
| 3.4.2                             | Bahan.....  | 17 |
| 3.5.                              | Cara Kerja.....   | 18 |
| 3.5.1                             | Persiapan .....   | 18 |
| 3.5.2                             | Aklimatisasi .....                                      | 21 |
| 3.5.3                             | Koleksi dan pengujian sampel .....                      | 22 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ..... |   | 23 |
| 4.1.                              | Parameter Fisika .....                                  | 24 |
| 4.1.1                             | Temperatur .....  | 24 |

|                                 |  |    |
|---------------------------------|--|----|
| 4.1.2                           | <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i> .....                 | 26 |
| 4.1.3                           | <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> .....                 | 29 |
| 4.2.                            | Parameter Kimia.....                                     | 31 |
| 4.2.1                           | Derajat Keasaman / pH .....                              | 31 |
| 4.2.2                           | <i>Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>)</i> ..... | 32 |
| 4.2.3                           | Fosfat.....  | 36 |
| 4.2.4                           | Deterjen / Surfaktan .....                               | 39 |
| 4.3.                            | Parameter Biologi.....                                   | 43 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... |  | 46 |
| 5.1.                            | Kesimpulan.....  | 46 |
| 5.2.                            | Saran.....   | 46 |
| DAFTAR PUSTAKA .....            |  | 47 |
| LAMPIRAN.....                   |  | 52 |

## DAFTAR TABEL

| Nomor | Judul Tabel  | Halaman |
|-------|--|---------|
| 2.1   | Baku mutu dan karakteristik limbah laundry .....   | 5       |
| 2.2.  | Mekanisme penghilangan kontaminan pada sistem<br><i>Constructed wetland</i> .....                                | 10      |
| 4.1   | Hasil rerata pengukuran parameter fisika, kimia, biologi,<br>analisis variasi dan baku mutu limbah laundry ..... | 23      |
| 4.2   | Parameter jumlah, panjang batang, dan panjang akar<br>tanaman <i>Equisetum hyemale</i> .....                     | 43      |

## DAFTAR GAMBAR

| Nomor | Judul Gambar   | Halaman |
|-------|--|---------|
| 2.1   | Tanaman <i>Equisetum hyemale</i> .....   | 12      |
| 3.1   | Desain reaktor hibrid sistem <i>Biofilter</i> dan <i>Surface Water</i><br><i>Constructed Wetland</i> untuk pengolahan limbah laundry ..... | 21      |
| 4.1   | Diagram batang rerata hasil Temperatur .....   | 25      |
| 4.2   | Diagram batang rerata hasil <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS) .....   | 27      |
| 4.3   | Diagram batang efektifitas penurunan <i>Total Dissolved Solid</i><br>(TDS) .....   | 28      |
| 4.4   | Diagram batang rerata hasil <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) .....   | 29      |
| 4.5   | Diagram batang efektifitas penurunan <i>Total Suspended Solid</i><br>(TSS) .....   | 29      |
| 4.6   | Diagram batang rerata hasil pH .....   | 31      |
| 4.7   | Diagram batang rerata hasil <i>Biochemical Oxygen Demand</i><br>(BOD) .....  | 32      |
| 4.8   | Diagram batang efektifitas penurunan <i>Biochemical Oxygen</i><br><i>Demand</i> (BOD) .....  | 34      |
| 4.9   | Diagram batang rerata hasil Fosfat .....   | 36      |
| 4.10  | Diagram batang efektifitas penurunan Fosfat .....  | 37      |
| 4.11  | Diagram batang rerata hasil Detejen / Surfaktan .....  | 39      |
| 4.12  | Diagram batang efektifitas penurunan Detejen / Surfaktan .....   | 42      |
| 4.13  | Skema mekanisme degradasi SLES .....   | 41      |

## DAFTAR LAMPIRAN

|  | Halaman |
|--|---------|
| Lampiran 1 Tabel Hasil Pengukuran Semua Parameter .....  | 53      |
| Tabel 1.1. Hasil Pengukuran Parameter Temperatur .....   | 53      |
| Tabel 1.2. Hasil Pengukuran Parameter TDS/ <i>Total Dissolved Solid</i> .....  | 53      |
| Tabel 1.3. Hasil Pengukuran Parameter TSS/ <i>Total Suspended Solid</i> .....  | 53      |
| Tabel 1.4. Hasil Pengukuran Parameter pH .....   | 54      |
| Tabel 1.5. Hasil Pengukuran Parameter BOD .....  | 54      |
| Tabel 1.6. Hasil Pengukuran Parameter Fosfat .....   | 54      |
| Tabel 1.7. Hasil Pengukuran Parameter Deterjen/ Surfaktan .....  | 55      |
| Tabel 1.8 Hasil Jumlah Batang <i>E. hyemale</i> .....  | 55      |
| Tabel 1.9 Hasil Pengukuran Panjang Batang <i>E. hyemale</i> .....  | 55      |
| Tabel 1.10 Hasil Pengukuran Panjang Akar <i>E. hyemale</i> .....   | 56      |
| Lampiran 2 Dokumentasi Penelitian .....  | 56      |
| Gambar 2.1 Media batu yang digunakan pada Biofilter dan CW .....   | 56      |
| Gambar 2.2 Pengukuran panjang akar <i>E.hyemale</i> .....  | 57      |
| Gambar 2.3 Pengukuran parameter DO .....   | 57      |
| Gambar 2.4 Pengujian parameter BOD dengan botol gelap .....  | 58      |
| Gambar 2.5 Pengujian parameter TSS .....   | 58      |
| Gambar 2.6 Kondisi reaktor pada saat penelitian .....  | 59      |
| Lampiran 3 Hasil Analisia Statistik .....  | 60      |
| Tabel 3.1 <i>Descriptives</i> parameter Temperatur, TDS/Total Dissolved Solid, TSS/Total Suspended Solid, pH, BOD/Biochemical Oxygen Demand, Fosfat ( $\text{PO}_4^-$ ), dan Deterjen/Surfaktan .....                        | 60      |
| Tabel 3.2 <i>Paired samples statistics</i> parameter panjang batang .....  | 61      |
| Tabel 3.3 <i>Test of Homogeneity of Variances</i> parameter Temperatur, TDS/Total Dissolved Solid, TSS/Total Suspended Solid, pH, BOD/ Biochemical Oxygen Demand, Fosfat ( $\text{PO}_4^-$ ), dan Deterjen / Surfaktan ..... | 62      |

|  |    |
|--|----|
| Tabel 3.4 <i>Paired samples correlations</i> parameter panjang batang .....  | 62 |
| Tabel 3.5 ANOVA parameter Temperatur, TDS / Total Dissolved Solid, TSS / Total Suspended Solid, pH, BOD / Biochemical Oxygen Demand, Fosfat ( $\text{PO}_4^-$ ), dan Deterjen / Surfaktan .....                | 63 |
| Tabel 3.6 <i>Multiple comparison</i> parameter Temperatur, TDS/Total Dissolved Solid, TSS/Total Suspended Solid, pH, BOD/Biochemical Oxygen Demand, Fosfat ( $\text{PO}_4^-$ ), dan Deterjen / Surfaktan ..... | 64 |
| Tabel 3.7 <i>Homogeneous subsets</i> parameter Temperatur .....  | 66 |
| Tabel 3.8 <i>Homogeneous subsets</i> parameter TDS / Total Dissolved Solid .....   | 66 |
| Tabel 3.9 <i>Homogeneous subsets</i> parameter TSS / Total Suspended Solid .....   | 67 |
| Tabel 3.10 <i>Homogeneous subsets</i> parameter pH .....   | 67 |
| Tabel 3.11 <i>Homogeneous subsets</i> parameter BOD / Biochemical Oxygen Demand .....  | 68 |
| Tabel 3.12 <i>Homogeneous subsets</i> parameter Fosfat .....   | 68 |
| Tabel 3.13 <i>Homogeneous subsets</i> parameter Deterjen .....   | 69 |
| Tabel 3.14 <i>Paired samples test</i> parameter panjang batang .....   | 69 |
| Lampiran 4 Hasil Uji Parameter Fosfat dan Deterjen .....   | 70 |

## ABSTRAK

Aktivitas laundry atau mencuci pakaian merupakan kegiatan yang dilakukan hampir setiap orang di dunia. Seperti kegiatan manusia lainnya kegiatan laundry atau mencuci pakaian juga menghasilkan limbah atau buangan. Akan tetapi sebagian besar limbah laundry dibuang langsung tanpa melalui proses pengolahan, menuju badan perairan seperti sungai atau danau. Hal tersebut menyebabkan terjadinya pencemaran, salah satunya dikenal sebagai eutrofikasi atau pengkayaan unsur hara pada perairan, serta mengganggu pertumbuhan organisme akuatik. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu dilakukan adanya pengolahan limbah laundry sebelum dibuang ke lingkungan. *Biofilter* serta *Constructed Wetland* merupakan sistem yang rendah biaya dan mudah ditangani, sehingga sistem ini sangat cocok untuk diaplikasikan pada skala kecil atau rumah tangga. *Equisetum hyemale* merupakan tanaman hias yang sudah banyak digunakan dalam pengolahan limbah, dan terbukti efektivitasnya dalam reduksi senyawa pencemar dalam limbah. Pada penelitian ini digunakan hibrid sistem *Biofilter* dengan tambahan karbon aktif dan *Constructed Wetland* dengan tanaman *E. hyemale* untuk mengolah limbah laundry, dengan HRT 4 hari didapati adanya penurunan parameter yang diuji yakni TDS 346,94 mg/L (21,15 %); TSS 11,25 mg/L (90,81 %); BOD 31,86 mg/L (63,68 %); Fosfat 3,41 mg/L (83,28 %); dan Deterjen 1,10 mg/L (93,1 %).

**Kata kunci :** Limbah laundry, *Biofilter*, *Constructed wetland*, *E. hyemale*, Surfaktan



## ABSTRACT

*Laundry activity or washing clothes is an activity that almost all people in the world do. Like other human activities, the laundry activity also produces waste or filth. But, the waste is often directly disposed without any treatment to the water like rivers or lakes. It finally causes contamination to the nature, one of them is known as eutrofication or nutrition enrichment, then it will harm the growth of aquatic organisms. To overcome the problem, the laundry waste needs to be treated before it is disposed to the nature. Biofilter and Constructed Wetland are low cost system and easily handled, so this system is suitable to be applied in small or household scale. Equisetum hyemale is a decorative plant which has already been used to treat many wastewater, and prove its effectiveness in reducing the pollutant in wastewater. In this research a hybrid system of Biofilter with additions of active carbon and Constructed Wetland with E.hyemale is used to treat laundry wastewater, with HRT of 4 days we found decrease of tested parameters, TDS 346,94 mg/L (21,15 %); TSS 11,25 mg/L (90,81 %); BOD 31,86 mg/L (63,68 %); Phosphate 3,41 mg/L (83,28 %); and Detergent 1,10 mg/L (93,1 %).*

**Keywords :** Laundry wastewater, Biofilter, Constructed Wetland, E. hyemale, Surfactant

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Perkembangan jaman telah menyebabkan modernisasi pada berbagai aspek kehidupan manusia, salah satunya termasuk dalam hal mencuci pakaian. Dapat dikatakan setiap orang sekarang menggunakan senyawa tambahan dalam mencuci pakaian mereka. Sabun cuci pakaian atau sering dikenal sebagai deterjen, merupakan senyawa sintetis atau senyawa buatan. Dengan bahan utama berupa Surfaktan, deterjen memiliki kemampuan untuk menurunkan tegangan permukaan air sehingga kotoran-kotoran yang menempel pada pakaian dapat lebih mudah dibersihkan.

Menurut data dari BPS (2018) jumlah penduduk di Daerah Istimewa Yogyakarta mencapai 3,8 juta jiwa. Besarnya jumlah penduduk yang ada ditambah dengan pendatang dari luar kota yang menetap di Yogyakarta, menyebabkan ketersediaan lahan tinggal yang semakin menipis, sehingga banyak bermunculan pemukiman padat penduduk yang didirikan di tengah kota maupun disekitaran sungai. Kawasan pemukiman padat penduduk umumnya belum memiliki fasilitas pengolahan limbah atau air buangan, sehingga aliran pembuangan dari rumah warga akan langsung menuju ke sungai. Dengan jumlah penduduk baik domisili maupun non-domisili tersebut, dapat kita bayangkan berapa banyak jumlah limbah cucian yang dihasilkan setiap harinya. Akan tetapi, jumlah tersebut tidak diimbangi dengan sistem aliran limbah yang memadai, yang kemudian menyebabkan adanya penumpukan limbah deterjen pada badan air. Oleh karena itu pentingnya melakukan pengolahan terhadap air buangan laundry atau aktivitas mencuci pakaian, tidak lain karena dampak negatif yang ditimbulkan dari limbah tersebut tidak hanya bagi manusia namun juga bagi lingkungan.

Sejauh ini proses monitoring terhadap sumber air, salah satunya sungai terus dilakukan oleh Pemerintah DIY. Proses monitoring dilakukan untuk mengetahui

kondisi terkini dari sungai atau sumber air lainnya. Untuk menentukan apakah suatu sumber air tercemar atau tidak, digunakan suatu standar atau baku mutu perairan yang ditentukan oleh masing-masing pemerintah daerah, yang meliputi pengujian pada parameter fisika, kimia, dan biologi. Pemerintah DIY sendiri dalam PERGUB DIY No. 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY, menggolongkan sumber perairan yang ada di Yogyakarta menjadi 4 golongan, dengan nilai baku mutu yang berbeda untuk setiap golongannya.

Dari berbagai parameter uji yang digunakan, Fosfat dan Deterjen / surfaktan menjadi fokus utama dalam penelitian terhadap limbah laundry, dikarenakan fosfat serta surfaktan merupakan bahan utama dalam pembuatan deterjen. Berdasarkan data hasil monitoring yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan terhadap sungai-sungai di Yogyakarta baik pada bagian hulu, tengah, maupun hilir, menunjukkan bahwa hampir semua sungai di Yogyakarta (terkhususnya pada bagian tengah, dimana pada bagian tengah umumnya merupakan bagian padat penduduk) didapati adanya kandungan Fosfat yang melebihi baku mutu yang sudah ditetapkan. Dari data yang dikumpulkan sejak tahun 2016-2020, peningkatan nilai parameter fosfat terjadi sejak tahun 2018 hingga tahun 2020 pada sebagian besar sungai. Dewi (2012) pada artikelnya mengutip penelitian yang dilakukan oleh Peinado *et al.*, (2008), yang menunjukkan terjadinya akumulasi surfaktan pada lingkungan, sebesar 97,5% senyawa surfaktan dari limbah deterjen terdistribusi pada air, 2% pada sedimen, dan 0,5% pada tanah. Hal tersebut juga didukung oleh penelitian Siahaan & Sudarmadji (2018) yang membuktikan bahwa limbah laundry yang dibuang secara langsung ke dalam badan air dapat mempengaruhi kualitas air tanah di sekitarnya. Dalam penelitiannya sampel air tanah yang diambil dari lokasi dengan banyak usaha laundry di sekitarnya menunjukkan nilai fosfat yang melebihi baku mutu yang sudah ditetapkan. Senyawa deterjen juga terbukti ditemukan pada setiap sampel air tanah yang diuji, meskipun belum melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah.

Dampak pencemaran fosfat serta deterjen telah dirasakan sejak beberapa tahun silam, yakni terjadinya eutrofikasi atau pengkayaan nutrisi pada badan air yang mengakibatkan pertumbuhan alga dan tumbuhan air yang tidak terkendali.

Pertumbuhan alga dan tanaman air yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut pada perairan sehingga mengganggu kehidupan organisme akuatik lainnya. Selain eutrofikasi, limbah yang dibuang pada badan air juga dapat secara langsung mempengaruhi kehidupan organisme di perairan tersebut. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Yuliani, *et al.*, (2015) yang melaporkan paparan limbah laundry pada konsentrasi tertentu menyebabkan mortalitas pada ikan nila. Selain itu, meskipun belum terdapat adanya penelitian mengenai pengaruh konsumsi air tercemar deterjen dan fosfat, konsumsi air tercemar kedua polutan tersebut tentu perlu untuk diwaspadai, karena mengkonsumsi makanan atau minuman yang tercemar dalam jangka waktu panjang dapat memungkinkan akumulasi yang dapat berdampak pada fungsi sistem tubuh.

Sejauh ini penelitian mengenai pengolahan limbah laundry telah banyak dilakukan, baik secara kimia, biologi, maupun gabungan keduanya. Dalam menanggulangi permasalahan lingkungan ini, pemerintah juga telah melakukan beberapa upaya, dimulai dari penyuluhan kepada masyarakat akan limbah rumah tangga serta dampaknya terhadap lingkungan, kemudian dukungan kepada masyarakat dengan pembangunan pengolahan limbah komunal pada beberapa wilayah, serta dukungan kepada kelompok masyarakat atau Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) yang bergerak di bidang lingkungan.

Biofilter merupakan teknologi pengolahan limbah yang memanfaatkan media penyangga berbahan organik (batu, kayu, serabut kelapa) maupun anorganik (plastik, bioball) sebagai media pertumbuhan mikroorganisme yang dapat mengurai senyawa organik pada limbah. Teknologi ini banyak digunakan karena bahan yang mudah didapat serta pengaplikasiannya yang mudah. *Constructed wetland* (CW) atau lahan basah buatan merupakan teknologi yang terinspirasi dari sistem di alam. Sistem ini memanfaatkan hubungan antara tanah (filtrasi, adsorpsi), mikroorganisme yang tersimbiosis pada akar (biodegradasi), serta tanaman (*nutrition uptake*). Dalam penelitian kali ini digunakan gabungan dua sistem yakni *constructed wetland* serta biofilter, namun dengan bahan tambahan yakni karbon aktif untuk meningkatkan efektifitas reduksi fosfat serta deterjen. Tanaman *Equisetum hyemale* digunakan pada sistem CW. Tanaman ini banyak digunakan

dalam penelitian untuk mereduksi logam berat pada limbah, namun belum banyak digunakan pada limbah laundry. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini akan diamati efektifitas sistem biofilter serta CW dengan tanaman *Equisetum hyemale* dalam menurunkan berbagai parameter pada limbah laundry

## **1.2. Perumusan Masalah**

Bagaimana pengaruh sistem hibrid *biofilter* dan *constructed wetland* dengan tanaman *Equisetum hyemale* terhadap penurunan parameter BOD, TDS, TSS, detergen dan fosfat pada limbah *laundry* serta efektifitasnya dalam mereduksi parameter detergen dan fosfat.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Mengetahui kemampuan sistem hibrid *biofilter* dan *constructed wetland* dengan tanaman *Equisetum hyemale* dalam menurunkan parameter BOD, TDS, TSS, detergen, dan fosfat

## **1.4. Manfaat Penelitian**

1. Menjadi sumber pengetahuan dan pilihan dalam menentukan pengolahan limbah *laundry* yang optimum atau efektif
2. Mengetahui kemampuan sistem hibrid *biofilter* dan *constructed wetland* dengan menggunakan tanaman hias *Equisetum hyemale* dalam mengolah limbah *laundry*.
3. Menambah wawasan masyarakat dan peneliti lain akan sistem pengolahan limbah yang dapat digunakan untuk mengolah limbah *laundry*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sistem hibrida *Biofilter* dan *Constructed Wetland* dengan tanaman *Equisetum hyemale* mampu mengolah limbah cair laundry dan memberikan efektifitas penurunan yang cukup baik pada parameter kimia dan fisika, yakni TDS (21,15 %), TSS (88,88%), BOD (63,68 %), Fosfat (83,28 %), dan Deterjen (93,1 %). Selain itu dapat disimpulkan bahwa adanya pengolahan tambahan dengan *constructed wetland* dengan tanaman *E. hyemale* dapat meningkatkan efektifitas penghilangan polutan dari limbah laundry, sehingga output dari pengolahan limbah laundry dapat memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan, dan mengurangi beban pencemaran yang masuk ke lingkungan.

#### 5.2. Saran

- 5.2.1 Mengidentifikasi jenis surfaktan pada air limbah yang digunakan, dikarenakan beberapa deterjen menggunakan surfaktan jenis lain dalam komposisinya dan menurut beberapa penelitian hal tersebut dapat mempengaruhi laju degradasi. Dengan mengetahui jenis surfaktan yang terkandung, dapat disesuaikan dengan sistem pengolahan yang akan digunakan.
- 5.2.2 Melakukan uji tambahan seperti uji kadar CO<sub>2</sub> atau uji kadar sulfat untuk mengetahui seberapa jauh proses degradasi surfaktan oleh mikroorganisme terjadi. Uji tambahan diperlukan dikarenakan, beberapa mikroorganisme hanya dapat mendegradasi surfaktan hingga tahap pemecahan rantai utama dan pembentukan senyawa antara.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, N. 2017. *Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry. Media Ilmiah Teknik Lingkungan Vol. 2(1): 37-44*
- Astuti, S.W. dan Sinaga, M.S. 2015. *Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Metode Biosand Filter Untuk Mendegradasi Fosfat. Jurnal Teknik Kimia USU, 4(2), 53-58*
- Choudhary, A. K., Kumar, S., & Sharma C. 2011. *Constructed Wetlands : An Approach For Wastewater Treatment. Elixir Pollution 37 (3666 – 3672)*
- Danista, R.W. 2012. *Penggunaan Bambu Air (Equisetum Hyemale) Dan Bambu Rejeki (Dracaena Sanderiana) Untuk Penyisihan Nitrogen Dan Fosfor Pada Grey Water Dengan Sistem Constructed Wetland. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya*
- Dewi, Y.S. 2012. *Efektivitas Degradasi Surfaktan Dengan Bakteri Pseudomonas putida. Jurnal Ilmiah Universitas Satya Negara Indonesia Vol. 5 (1), 39-43*
- El-Gawad, Hanan S. Abd. 2014. *Aquatic Environmental Monitoring and Removal Efficiency of Detergents. Water Science 28, 51-64.*
- Enuari, M. 2016. *Aplikasi Biofilter Untuk Pengolahan Air dan Air Limbah. Institut Teknologi Bandung : Bandung, Available from: doi: 10.13140/RG.2.2.31208.67847. [Diakses 22 Januari 2020]*
- U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water. 1986. *Quality Criteria for Water (Gold Book). EPA 440/5-86-001. Washington DC*
- Ewemoje, O., Sangodoyin, A. & Adegoke, A.. 2015. *On the Effect of Hydraulic Retention Time and Loading Rates on Pollutant Removal in a Pilot Scale Wetland. Journal of Sustainable Development Studies, 8(2), 342-355.*
- Filiazati, M., Apriani, I. & Zahara, T. A. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, [Online] Vol. 1 (1): 1-10*
- Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta. 2008. *Peraturan Gubernur DIY No. 20 Tahun 2008 tentang Baku Mutu Air di Provinsi DIY*
- Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta. 2016. *Peraturan Daerah Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016. Tentang Baku Mutu Air Limbah*

- Gultom, T. & Sutanto, H. B. 2019. *Penerapan Hibrid Sistem Biofilter dan Hidroponik Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Pemukiman Low Income People*. Saintek Vol. 3 (2), 70-79
- Herath, I. & Vithanage, M. 2015. Phytoremediation in Constructed Wetlands. In : Ansari, A. A., Gill, S. S., Gill, R., Lanza, G. R., & Newman, L. (eds.) *Phytoremediation : Management of Environmental Contaminants*, Vol. 2, Springer International Publishing Switzerland
- Kurniangga, F. 2016. *Pemulihan Senyawa Detergen dari Air Limbah dengan Teknologi Membran*. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/302387716\\_Pemulihan\\_Senyawa\\_Detergen](https://www.researchgate.net/publication/302387716_Pemulihan_Senyawa_Detergen)
- Kustiyaningsih, E. & Irawanto, R. 2020. *Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) Dalam Fitoremediasi Deterjen Dengan Tumbuhan Sagittaria lancifolia*. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan Vol. 7 (1), 143-148
- Majid, M., Rahmi, A., Umar, R. dan Hengky, H.K. 2017. *Efektivitas Penggunaan Karbon Aktif ada Penurunan Kadar Fosfat Limbah Cair Usaha Laundry di Kota Pare-Pare Sulawesi Selatan*. Prosiding Seminar Nasional IKAKESMADA “Peran Tenaga Kesehatan dalam Pelaksanaan SDGs”
- Margowati, D. dan Abdullah, S. 2016. *Efisiensi Fitoremediasi Tanaman Bambu Air (Equisetum Hyemale) Dalam Menurunkan Kadar BOD an COD Air Limbah Rumah Tangga Di Desa Kracak Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas Tahun 2016*. Keslingmas Vol. 35: 316-321
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan / atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen, & Produk-produk Minyak Nabati
- Nugraha, A. S., & Wardono, Hari R. I., 2015. *Efisiensi Bambu Air (Equisetum hyemale) Sebagai Fitoremediator Kadar Biological Oxygen Demand Pada Limbah Cair Industri Tahu Di Desa Prembun Kecamatan Tambak Kabupaten Banyumas Tahun 2015*. Keslingmas, Vol. 34, 189-194.
- Pamungkas, M.T. & Oktafeni A. 2016. *Studi Pencemaran Limbah Cair Dengan Parameter BOD5 Dan Ph Di Pasar Ikan Tradisional Dan Pasar Modern Di Kota Semarang*. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 4(2):166-175,
- Paulo, A. M. S., Aydin, R., Dimitrov, M. R., Vreeling, H., Cavaleiro, A. J., Garcia-Encina, P. A., Stams, A. J. M., & Plugge, C. M. 2017. *Sodium Lauryl Ether Sulfate (SLES) Degradation by Nitrate-reducing Bacteria*. *Applied Microbiology Biotechnology*, Springer



- Perdana, M. C., Sutanto, H. B., & Prihatmo, G. 2018. *Vertical Subsurface Flow (VSSF) Constructed Wetland For Domestic Wastewater treatment*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 148, 012025.
- Posadas, E., Alcántara, C., García-Encina, P.A., Gouveia, L., Guieysse, B., Norvill, Z., Ación, F.G., Markou, G., Congestri, R., Koreiviene, J., & Muñoz, R. 2017. *Microalgae Cultivation in Wastewater*. Woodhead Publishing, 67-91
- Puspitahati, C. dan S., Didik B. (2012) *Studi Kinerja Biosand Filter Dalam Mengolah Limbah Laundry Dengan Parameter Fosfat*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya
- Qi Wu, Zhao, L., Song, R., & Ma, A. 2019. *Research Progress of Surfactant Biodegradation*. IOP Conference Series : Earth and Environmental Science 227, 052023, 1-11
- Rebello, Sharrel, Asok, Aju K., Mundayoor, Sathish, & Jisha, M.S. 2013. Surfactants : Chemistry, Toxicity, and Remediation. In : Lichtfouse, E., Schwarzbauer, J., & Robert, D. (eds.) *Pollutant Diseases, Remediation and Recycling*, Environmental Chemistry for a Sustainable World 4. Springer, 277-320
- Rinawati, H., D., Suprianto, R., & Dewi, Putri S. 2016. *Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolve Solid Dan Total Suspended Solid) Di Perairan Teluk Lampung*. *Analytical and Environmental Chemistry* Vol. 1(1):36-45
- Rivai, A. F., Nedi, S., & Effendi, I. 2017. *Relationship Between Surfactant and Population of Heterotrophic Bacteria in Estuary of Dumai River Dumai City Riau Province*. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan* Vol. 4 (2), 1-12
- Said, N.I. 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Penerbit Erlangga. Available from : [http://pustaka.poltekes-pdg.ac.id:80/index.php?p=show\\_detail&id=4001](http://pustaka.poltekes-pdg.ac.id:80/index.php?p=show_detail&id=4001) [Diakses 17 Februari 2020]
- Selan, F. Th., Rozari, Philip de, Nitbani, F. O., & Ola, P. D. 2020. *Reduction of Anionic Surfactant in Detergent From Domestic Wastewater Using Pumice and Sand As A Media in Constructed Wetland System*. *Chemistry Notes*, 1 (1), 36-45
- Septiawan, M., Sedyawati, Sri M.R., & Mahatmanti, F.W. 2014. *Penurunan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail Dengan Sistem Constructed Wetland*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(1): 22-27
- Siahaan, J. Y..N. & Sudarmadji. 2018. Pengaruh Limbah Laundry Terhadap Air Tanah di Sebagian Wilayah Desa Sinduadi, Kecamatan Mlati, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia* 5(4), 1-10

- Stefanakis, A. 2016. *Constructed Wetlands: description and benefits of an eco-tech water treatment system*. In: McKeown, A. E. & Bugyi, G. (eds) *Impact of Water Pollution on Human Health and Environmental Sustainability*. Information Science Reference (an imprint of IGI Global), Hershey, 281–303
- Sutyasmi, Sri, & Susanto, Heru B., 2013. *Penggunaan Tanaman Air (Bambu Air dan Melati Air) Pada Pengolahan Air Limbah Penyamakan Kulit Untuk Menurunkan Beban Pencemar Dengan Sistem Wetland dan Adsorpsi*. *Majalah Kulit, Karet dan Plastik*, 29(2), 69-76.
- Thalla, A. K., Devatha, C.P., Anagh, K., & Sony, E. 2019. *Performance Evaluation of Horizontal and Vertical Flow Constructed Wetlands as Tertiary Treatment Option for Secondary Effluents*. *Applied Water Science* 9:147, 1-9
- Thomas, R., Gough, R., & Freeman, C., 2017. *Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) Removal in Constructed Wetlands: The Role of Plants in The Treatment of A Typical Pharmaceutical and Personal Care Product*. *Ecological Engineering*, 106 (2017), 415-422.
- U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water. 1986. *Quality Criteria for Water (Gold Book)*. EPA 440/5-86-001. Washington DC
- Utami, A. R. 2013. *Pengolahan Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Biosand Filter dan Activated Carbon*. *Jurnal Teknik Sipil UNTAN* Vol. 13 (1), 59-71
- Utomo, W.P., Nugraheni, Z.V., Rosyidah A., Shafwah, O.M., Naashihah, L.K., Nurfitriani, N., & Ulfindrayani, I.F. 2018. *Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat Dalam Limbah Laundry di Kawasan Keputih Surabaya Menggunakan Karbon Aktif*. *Akta Kimia Indonesia* Vol. 3(1):127-140
- Vymazal, J., Brix, H., Cooper, Paul F., Habert, R., Perfler, R., & Laber, J. 1998. *Removal Mechanisms and Types of Constructed Wetlands*. Perfler R (eds) *Constructed Wetlands For Wastewater Treatment in Europe*, 17-66
- Wahyudianto, F.E., Oktavutri, N.I., Hariyanto, S., & Maulidia, D.N. 2019a. *Application of Equisetum hyemale in Constructed Wetland : Influence of Wastewater Dilution and Contact Time*. *Journal of Ecological Engineering* Vol. 20 (1), 174-179
- Wahyudianto, F.E., Oktavutri, N.I., & Hariyanto, S. 2019b. *Kinetics of Phosphorus Removal from Laundry Wastewater in Constructed Wetlands with Equisetum hyemale*. *Journal of Ecological Engineering* Vol. 20 (6), 60-65.
- Wardono, H. R. I., Abdullah, S., & Budiono, Z., 2016. *Scouring-Rush Horsetail's (Equisetum hyemale) Capability To Reduce Detergent, COD, and Phosphat (PO4) Levels of Laundry Wastewater in Purwokerto in 2016*. *International Conference on Applied Science and Health 2017 Book of Proceedings*, 160-167.

Wulandari, F., & Hartini, E., 2016. *Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga Menggunakan Tanaman Bambu Air (Equisetum hyemale)*. Visikes Jurnal Kesehatan Masyarakat, 15(2), 121-127.

Yuliani, R. L., Purwanti, E., & Pantiwati, Y. 2015. *Pengaruh Limbah Detergen Industri Laundry Terhadap Mortalitas dan Indeks Fisiologi Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015, 822-828

©UKDWW