

**Pengolahan Limbah Tekstil dengan Metode Hibrid  
Menggunakan Sistem Filtrasi *Bottom Ash* dan  
*Constructed Wetland***

**Skripsi**



**Pieter Jhon Joshua Daris**

**31160068**

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

Pengolahan Limbah Tekstil dengan Metode Hibrid  
Menggunakan Sistem Filtrasi *Bottom Ash* dan  
*Constructed Wetland*

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana



**Pieter Jhon Joshua Daris**

**31160068**

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

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

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

Nama : Pieter Jhon Joshua Daris  
NIM : 31160068  
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:

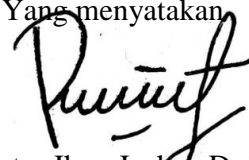
**“PENGOLAHAN LIMBAH TEKSTIL DENGAN METODE HIBRID  
MENGUNAKAN SISTEM FILTRASI *BOTTOM ASH* DAN  
*CONSTRUCTED WETLAND*”**

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 : 13 Agustus 2020

Yang menyatakan



(Pieter Jhon Joshua Daris)

NIM: 31160068


## LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI


Judul Proposal : Pengolahan Limbah Tekstil dengan Metode Hibrid  
Menggunakan Sistem Filtrasi *Bottom Ash* dan *Constructed  
Wetland*  
Nama : Pieter Jhon Joshua Daris  
NIM : 31160068  
Hari/Tanggal : 30 Juli 2020  
Ujian

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II

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

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

Ketua Program Studi



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

## Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul:  
PENGOLAHAN LIMBAH TEKSTIL DENGAN METODE HIBRID  
MENGUNAKAN SISTEM FILTRASI *BOTTOM ASH* DAN *CONSTRUCTED*  
*WETLAND*

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:  
**PIETER JHON JOSHUA DARIS**  
31160068

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, SU<br>(Dosen Penguji I/ Ketua Tim)                | :   |
| 2. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc<br>(Dosen Pembimbing Utama / Dosen Penguji II) | :   |
| 3. Drs. Guruh Prihatmo, MS<br>(Dosen Pembimbing Pendamping / Dosen Penguji III)     | :  |

Yogyakarta, 30 Juli 2020

Disahkan Oleh

Dekan,

  
(Drs. Kisworo, M.Sc)

NIK: 874 E 054

Ketua Program Studi Biologi,



(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si)

NIK: 884 E 075

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Pieter Jhon Joshua Daris

NIM : 31160068

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**“Pengolahan Limbah Teksil dengan Metode Hibrid Menggunakan Sistem  
Filtrasi *Bottom Ash* dan *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



Pieter Jhon Joshua Daris

NIM : 31160068

## KATA PENGANTAR

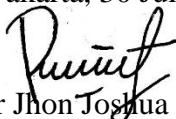
Puji Syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberikan anugerah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir (skripsi) ini dengan judul PENGOLAHAN LIMBAH TEKSTIL DENGAN METODE HIBRID MENGGUNAKAN SISTEM FILTRASI *BOTTOM ASH* DAN *CONSTRUCTED WETLAND*. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar serjana bagi setiap mahasiswa Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.

Selama menyelesaikan skripsi ini, saya telah banyak memperoleh bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Drs. Kisworo, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.
2. Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si., selaku ketua Prodi Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.
3. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc. & Drs. Guruh Prihatmo, M.S., selaku dosen pembimbing pertama dan kedua yang senantiasa sabar untuk membimbing saya di dalam menyelesaikan tugas skripsi saya.
4. Orang tua dan keluarga tersayang yang telah membantu dan memberikan dukungan spiritual maupun material yang luar biasa.
5. Arga Nugroho, S.Si., selaku laboran yang selalu membantu menyiapkan peralatan maupun bahan-bahan yang dibutuhkan selama proses penelitian berlangsung.
6. Semua rekan-rekan di Bioteknologi angkatan 2016, terkhususnya Windu Septriany Manusiwa yang mendukung dan membantu selama proses penelitian dan memberi masukan selama penulisan naskah skripsi.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini, untuk itu saran dan kritik yang membangun akan penyusun terima. Akhir kata penyusun mengucapkan terima kasih dan memohon maaf yang sebesar-besarnya apabila di dalam naskah ini terdapat kata-kata yang kurang berkenan atau keliru.

Yogyakarta, 30 Juli 2020

  
Pieter Jhon Joshua Daris

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN SAMPUL DEPAN</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN JUDUL BAGIAN DALAM</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1. Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Rumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3. Tujuan Penelitian</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4. Manfaat Penelitian</b> .....	<b>3</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1. Limbah Tekstil</b> .....	<b>4</b>
2.1.1. Pengertian limbah tekstil .....	<b>4</b>
2.1.2. Karakteristik limbah tekstil .....	<b>4</b>
2.1.2.1. Karakteristik fisik .....	<b>5</b>
2.1.2.1.1. TDS ( <i>Total Dissolved Solids</i> ) .....	<b>5</b>
2.1.2.1.2. TSS ( <i>Total Suspended Solids</i> ).....	<b>5</b>
2.1.2.2. Karakteristik kimia .....	<b>6</b>
2.1.2.2.1. COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) .....	<b>6</b>
2.1.2.2.2. Kromium (Cr) .....	<b>6</b>
<b>2.2. Permasalahan Limbah Tekstil</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3. Sistem Pengolahan Secara Hibrid</b> .....	<b>8</b>
2.3.1. Sistem filtrasi <i>bottom ash</i> .....	<b>8</b>



2.3.2. Sistem <i>constructed wetland sub-surface flow (CW-SSF)</i> .....	8
2.4. Tanaman <i>Monochoria vaginalis</i> .....	10
2.5. Tanaman <i>Echinodorus palaefolius</i> .....	10
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	12
3.2. Desain Penelitian .....	12
3.3. Bahan.....	12
3.4. Alat.....	12
3.5. Cara Kerja.....	13
3.5.1. Persiapan.....	13
3.5.2. Tahap aklimatisasi .....	14
3.5.3. Uji pendahuluan.....	14
3.5.4. Pengujian parameter .....	14
3.5.4.1. TDS ( <i>Total Dissolved Solids</i> ).....	15
3.5.4.2. TSS ( <i>Total Suspended Solids</i> ).....	15
3.5.4.3. COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	15
3.5.4.4. Warna .....	15
3.5.4.5. Kromium (Cr).....	15
3.6. Analisis Data .....	15
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Karakteristik Air Limbah Tekstil Setelah Proses Pengolahan Limbah.....	16
4.2. Analisis Efisiensi.....	16
4.2.1. Analisis efisiensi penurunan TDS .....	16
4.2.2. Analisis efisiensi penurunan TSS .....	19
4.2.3. Analisis efisiensi penurunan COD .....	22
4.2.4. Analisis efisiensi penurunan Kromium .....	24
4.2.5. Analisis efisiensi penjernihan warna .....	27
<b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Simpulan.....	30
5.2. Saran.....	30
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel. 2.1. Karakteristik limbah tekstil dan baku mutu air limbah tekstil .....	7
Tabel. 4.1. Rerata konsentrasi parameter uji TDS, TSS, COD, dan Kromium pada sistem pengolahan limbah dengan metode hibrid .....	16
Tabel. 4.2. Persentase efisiensi penurunan TDS (%).....	17
Tabel. 4.3. Persentase efisiensi penurunan TSS (%) .....	20
Tabel. 4.4. Persentase efisiensi penurunan COD (%).....	23
Tabel. 4.5. Persentase efisiensi penurunan Kromium (%).....	25

©UKDW

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar. 2.1. Tipe aliran <i>constructed wetland</i> .....	9
Gambar. 2.2. Arah aliran <i>constructed wetland sub-surface flow</i> .....	9
Gambar. 2.3. Tanaman Eceng Padi ( <i>Monochoria vaginalis</i> ).....	10
Gambar. 2.4. Melati air ( <i>Echinodorus palaefolius</i> ) .....	10
Gambar. 3.1. Desain reaktor pengolahan limbah.....	14
Gambar. 4.1. Grafik rerata efisiensi <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS).....	17
Gambar. 4.2. Grafik rerata efisiensi <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	19
Gambar. 4.3. Grafik rerata efisiensi <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) .....	22
Gambar. 4.4. Grafik rerata efisiensi kromium .....	25
Gambar. 4.5. Efisiensi perubahan warna (Inlet, <i>bottom ash 1</i> , <i>bottom ash 2</i> , <i>outlet 1</i> , <i>outlet 2</i> ) .....	27

© UKDW

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran. 1. Desain Penelitian.....	34
Lampiran. 2. Pengujian Parameter Penelitian .....	35
Lampiran. 3. Tabel hasil pengukuran parameter uji TSS, TDS, COD, dan Kromium .....	37
Lampiran. 4. Data hasil analisis konsentrasi kromium oleh laboratorium kimia Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pengendalian Penyakit, DIY .....	39
Lampiran. 5. Analisis Anova parameter uji TSS, TDS, COD, dan Kromium selama penelitian .....	59
Lampiran. 6. Formulir pemantauan skripsi .....	61

© UKD W

# **Pengolahan Limbah Tekstil dengan Metode Hibrid Menggunakan Sistem Filtrasi *Bottom Ash* dan *Constructed Wetland***

## **ABSTRAK**

PIETER JHON JOSHUA DARIS

31160068

Air limbah tekstil merupakan air sisa produksi yang digunakan pada industri tekstil yang mengandung pencemar yang berbahaya bagi lingkungan. Salah satu solusi pengolahan yang dapat diterapkan yaitu dengan metode hibrid menggunakan filtrasi *bottom ash* dan *constructed wetland*. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan metode hibrid menggunakan filtrasi *bottom ash* dan *constructed wetland* dalam mengeliminasi kandungan pencemar didalam limbah tekstil dan juga persentase total penurunannya. Jenis penelitian yang digunakan ialah eksperimental skala laboratorium, dengan menggunakan 2 replika pada sistem pengolahan. Untuk mengetahui efektivitas penggunaan metode hibrid, dilakukan pengujian nilai TDS, TSS, COD, kromium, dan warna sebelum maupun sesudah dilakukan proses pengolahan. Hasil penelitian dengan menggunakan metode hibrid menunjukkan bahwa terjadi penurunan kandungan pencemar yang signifikan jika dibandingkan dengan nilai kandungan pencemar sebelum diolah. Penggunaan metode hibrid mampu mendegradasi beban pencemar TDS, TSS, COD, maupun kromium berturut sebesar 27,43%; 98,76%; 74,23%; dan 94,80%. Oleh sebab itu, metode hibrid merupakan sistem pengolahan limbah yang efektif untuk mengolah limbah tekstil.

**Kata kunci** : air limbah tekstil, *bottom ash*, *constructed wetland*, kandungan pencemar

# **Textile Waste Treatment with Hybrid Method Using Filtration System by *Bottom Ash* and *Constructed Wetland***

## **ABSTRACT**

PIETER JHON JOSHUA DARIS

31160068

*Textile wastewater is residual production water used in the textile industry that contains pollutants harmful to the environment. One treatment solution that can be applied is the hybrid method using bottom ash filtration and constructed wetland. This study aims to determine the use of hybrid in eliminating pollutant content in textile waste and also the removal efficiency. This type of research is an experimental laboratory scale, using 2 replicas in the processing system. To determine the effectiveness of using the hybrid, TDS, TSS, COD, chromium, and color values were tested before and after the processing. The results of the research show a significant decrease in pollutant content compared to the content before processing. The hybrid method is able to degrade the pollutants of TDS, TSS, COD, and chromium 27,43%; 98,76%; 74,23%; dan 94,80% respectively. Because of that, the use of the hybrid as an effective system in the processing of textile waste.*

**Keywords** : *textile wastewater, bottom ash, constructed wetland, pollutant content*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Industri tekstil merupakan industri yang bergerak pada bidang sandang dengan hasil produksi akhir berupa tekstil yang siap diolah menjadi pakaian maupun berbagai benda lain. Produk tekstil yang dihasilkan mengalami peningkatan setiap tahunnya. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2019, produksi industri tekstil mengalami peningkatan sebesar 29,19% dibanding tahun sebelumnya sehingga meningkatkan persentase industri manufaktur besar dan sedang (IBS) sebesar 4,45% (Anonim, 2019). Tingginya hasil produksi tekstil memungkinkan meningkatnya produk sampingan yang dihasilkan, yaitu limbah tekstil. Limbah tekstil merupakan sisa hasil produk pewarnaan maupun pencelupan di industri tekstil yang mengandung campuran bahan kimia berbahaya, sehingga limbah hasil proses tersebut akan menyebabkan polusi air yang parah. Proses yang terjadi di industri tekstil sendiri meliputi proses pewarnaan, pencelupan, dan *finishing* (Ramlow *et al*, 2017). Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Skrzypiec & Gajewska (2017) bahwa “Proses pencelupan menghasilkan polusi air yang sangat parah dalam pengolahan air limbah tekstil.” (p.237). Pencemaran lingkungan yang terjadi akibat limbah tekstil dikaitkan dengan penggunaan volume air dalam jumlah yang tinggi, sehingga limbah buangan yang telah tercemar bahan kimia akan merusak ekosistem dan dapat mempengaruhi kesehatan manusia (Purnamawati *et al*, 2015).

Pencemaran yang dihasilkan oleh limbah tekstil telah merusak lingkungan dengan berbagai parameter yang sangat tinggi, seperti nilai pH yang berfluktuatif, tinggi padatan terlarut, dan tingginya kandungan logam berat yang terdapat pada zat pewarna juga diketahui memiliki tingkat pencemar yang sangat tinggi, sehingga setiap industri tekstil perlu untuk mempunyai instalasi pengolahan air limbahnya sendiri (Patel & Vashi, 2010). Akan tetapi, adanya pengolahan limbah pada beberapa industri tekstil tidak menjamin hasil olahan

limbah produksinya terdegradasi dengan baik. Menurut penelitian yang dilakukan Rosyida (2011) menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil industri yang mengolah limbahnya sesuai baku mutu. Hal ini menyebabkan kandungan dari zat pencemar yang masih tersisa pada limbah tekstil dapat mencemari lingkungan, adapun pencemar lain berupa logam berat seperti kromium (Cr) yang berasal dari proses pencelupan karena tidak terserap secara optimal oleh bahan tekstil (Rosyida, 2011). Banyaknya pencemar berbahaya yang terkandung pada limbah industri tekstil ini mengharuskan adanya alternatif pengolahan limbah yang dapat membantu menurunkan kandungan pencemar dari sisa hasil produksi industri tekstil. Sehingga diperlukan metode yang ekonomis dan tidak merusak lingkungan, yaitu dengan cara membangun pengolahan limbah yang mengusung sistem hibrid dengan menggunakan lahan basah buatan (*Constructed wetland*) dan *Bottom Ash* sebagai pengolahannya (Pálffy *et al*, 2017).

*Bottom ash* merupakan material sisa pembakaran batubara, dan memiliki keunggulan dalam mengolah limbah terutama yang mengandung beban pencemar TSS, COD, dan Cr. Hal ini didukung dengan pernyataan dari Rosyida (2011), bahwa akibat pembakaran batubara pada suhu tinggi ( $\pm 1100^{\circ}\text{C}$ ) sehingga menyebabkan volatil air hidrat dan  $\text{CO}_2$  dari mineral karbonat menghilang. Oleh karena itu, pori mikro pada *bottom ash* lebih banyak dibandingkan pori makro sehingga lebih baik dalam mengadsorpsi senyawa pencemar pada limbah.

Lahan basah buatan (*Constructed wetland*) memiliki keunggulan yang lebih dibandingkan dengan metode lainnya karena lebih ekonomis dan dapat membantu memulihkan ekosistem perairan jalur buangan limbah. Hal ini didukung dengan pernyataan dari Ghimire *et al* (2019) yang menyatakan bahwa “*Constructed wetland (CW)* dapat menjadi pilihan biaya efektif bila dibandingkan dengan proses pengolahan tradisional untuk mengolah limbah”.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan maupun efektivitas penggunaan metode hibrid menggunakan filtrasi *bottom ash* dan *constructed wetland* dalam mengeliminasi kandungan *Chemical Oxygen*



*Demand (COD), Total Dissolved Solids (TDS), Total Suspended Solid (TSS), warna, dan Kromium (Cr) didalam limbah tekstil.*

## **1.2. Rumusan Masalah**

- 1.2.1. Bagaimana efektivitas penggunaan metode hibrid dari sistem filtrasi *bottom ash* dan *constructed wetland* sebagai pengolahan dalam menurunkan COD, TDS, TSS, Warna, dan Kromium (Cr)?
- 1.2.2. Berapa jumlah persentase total penurunan pada setiap parameter yang diuji?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

- 1.3.1. Mengetahui kemampuan maupun efektivitas penggunaan metode hibrid menggunakan filtrasi *bottom ash* dan *constructed wetland* dalam mengeliminasi kandungan pencemar didalam limbah tekstil.
- 1.3.2. Mengetahui persentase total penurunan pada setiap parameter uji

## **1.4. Manfaat Penelitian**

- 1.4.1. Bagi ilmu pengetahuan dan teknologi serta seni (IPTEKS), sebagai sumber informasi dan media pembelajaran serta dapat diterapkan secara optimal dalam penerapan ilmu pengolahan limbah tekstil.
- 1.4.2. Bagi ilmuwan, sebagai bahan acuan dalam melakukan analisis lanjutan pengolahan limbah tekstil dengan menggunakan metode hibrid dari filtrasi *bottom ash* dan *constructed wetland*.
- 1.4.3. Bagi pemerintah serta masyarakat, sebagai bahan informasi untuk penerapan penertiban dan pencegahan terhadap buangan limbah tekstil di lingkungan.

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sehingga mendapatkan kesimpulan sebagai berikut.

5.1.1. Penggunaan metode hibrid dalam mengolah limbah tekstil memiliki kemampuan yang cukup optimal yang terlihat pada *bottom ash* yang digunakan mengambil peran dalam memfiltrasi dengan menggunakan pori dan juga mampu untuk mengadsorpsi dengan menggunakan mineral berupa silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Dan juga peranan *constructed wetland* yang mengambil peran dalam memfiltrasi maupun mengadsorpsi senyawa pencemar melalui tanaman maupun media yang digunakan, adapun kemampuan dalam merombak zat berbahaya terutama zat warna yang terdapat pada limbah tekstil oleh mikroorganisme.

5.1.2. Pada pengolahan limbah tekstil menggunakan metode hibrid diketahui bahwa persentase kemampuan dalam menurunkan parameter uji berupa TDS, TSS, COD, maupun kromium secara berturut yaitu sebesar 27,43%; 98,76%; 74,23%; dan 94,80%.

#### 5.2. Saran

5.2.1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan mengubah variasi jenis tanaman maupun media yang digunakan untuk mengetahui kemampuan paling optimal sistem *constructed wetland* dalam mengolah limbah tekstil.

5.2.2. Dikarenakan konsentrasi beban pencemar yang sangat tinggi sehingga diperlukan penelitian lanjutan dengan melakukan *pre-treatment* berupa penambahan kapur ( $\text{CaO}$ ) yang bertujuan untuk mengendapkan maupun mengikat senyawa pencemar yang bersifat toksik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ainy, K., Siswanto, A. D. & Nugraha, W. A., 2011. Sebaran Total Suspended Solid (TSS) di Perairan Sepanjang Jembatan Suramadu Kabupaten Bangkalan. *Indonesian Journal of Marine Science and Technology*. 4(2), pp. 158-162.
- Anonim. 2019. *Lampau 18 Persen, Industri Tekstil dan Pakaian Tumbuh Paling tinggi*. Diperoleh 8 Juli 2020 dari <https://kemenperin.go.id/artikel/20666/Lampau-18-Persen,-Industri-Tekstil-dan-Pakaian-Tumbuh-Paling-Tinggi>.
- Astuti, A.D., Lindu, M., Yanidar, R., & Kleden, M. M., 2016. Kinerja subsurface constructed wetland multilayer filtration tipe aliran vertikal dengan menggunakan tanaman akar wangi (*Vetiver Zozanoides*) dalam penyisihan BOD dan COD dalam air limbah kantin. *Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah*, 1(2), pp. 91-108.
- Bulc, T. G. & Ojstrsek, A., 2008. The use of constructed wetland for dye-rich textile wastewater treatment. *Journal of Hazardous Materials*, 155(1-2), pp. 76-82.
- Caton, B. P., Mortimer, M., Hill, J. E. & Johnson, D. E., 2011. *Panduan Lapang Praktis untuk Gulma Padi di Asia*. Edisi Kedua (Bahasa Indonesia), pp. 40. International Rice Research Institute (IRRI).
- Claus, H., Faber, G. & Koenig, H., 2002. Redox-mediated decolorization of synthetic dyes by fungal laccases. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 59 (6), pp 672-678.
- Ferkous, H., Hamdaoui, O and Merouani, S., 2015, Sonochemical Degradation of Naphtol Blue Black in Water: Effect of Operating Parameters. *Ultrasonic Sonochemistry*. 26: 40-47. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2015.03.013.
- Ghimire, U., Nandimandalam, H., Martinez-Guerra, E. & Gude, V. G., 2019. Wetlands for wastewater treatment. *Water Environment Research*, 91(10), pp. 1378-1389.
- Hastuti, P., Sunarti, Prasetyastuti, Ngadikun, Tasmini, Rubi, D. S., Sutarni, S., Harahap, I. K., Dananjoyo, K., Suhartini, Pidada, S. P., Widagno, H. & Suciningtyas, M., 2018. Hubungan Timbal dan Krom pada Pemakaian Pewarna Batik dengan Kadar hemoglobin dan Packed Cell Volume pada Pengrajin Batik di Kecamatan Lendah kulon Progo. *Journal of Community Empowerment for Health*. 1(1), pp. 28-35.
- Indrayani, L., & Triwiswara, M., 2018. Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Industri Batik dengan Teknologi Lahan Basah Buatan. *Dinamika Kerajinan dan Batik*, 35(1), pp. 53-66.
- LingkarKata. 2019. *Buku Pintar Tumbuhan*. pp.116-117. Jakarta, Penerbit PT Elex Media Komputindo.

- Malik, R. A., Surakusumah, W., & Surtikanti, H. K., 2016. Potensi Tanaman Air sebagai Fitoakumulator Logam Kromium Dalam Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*, 7(1), pp. 45-52.
- McLeod, M. P. & Eltis, L. D., 2008. *Genomic Insights Into the Aerobic Pathways for Degradation of Organic Pollutants*. pp. 202-243. Microbial Biodegradation: Genomic and Molecular Biology. Caister Academic Press.
- Naimah, S., Ardhanie, S. A., Jati, B. N., Aidha, N. N. & Arianita, A. C., 2014. Degradasi Warna Pada Limbah Cair Industri Tekstil dengan Metode Fotokatalitik menggunakan Nanokomposit TiO-Zeolit. *Jurnal Kimia Kemasan*. 36, pp. 225-236.
- Naja, G. M. & Volesky, B., 2009. Toxicity and sources of Pb, Cd, Hg, Cr, As, and radionuclides, in L. K. Wang, J. P. Chen, Y. Hung & N. K. Shammam, *Heavy Metals in the Environment*. Florida, CRC Press. ISBN 978-1-4200-7316-4.
- Pálffy, T. G. et al., 2017. Performance assessment of a vertical flow constructed wetland treating unsettled combined sewer overflow. *Water Science & Technology*, 75(11), pp. 2586-2597.
- Patel, H. & Vashi, R. T., 2010. Treatment of Textile Wastewater by Adsorption and Coagulation. *E-Journal of Chemistry*, 7(4), pp. 1468-1476.
- Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta No. 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah. pp. 17-19.
- Purnamawati, K. Y., Suyasa, I. B. & Mahardika, I., 2015. Penurunan Kadar Rhodamin B Dalam Air Limbah dengan Biofiltrasi Sistem Tanaman. *Ecotrophic*, 9(2), pp. 46-51.
- Puspitasari, R. F., Prasetya, A. & Rahayuningsih, E., 2019. Penurunan Logam Hg Dalam Air Menggunakan Sistem *Sub-Surface Flow Constructed Wetland*: Studi Efektivitas. *Jurnal Rekayasa Proses*. 13(1), pp. 41-46.
- Putri, B. & Muntalif, B. S., 2019. Akumulasi Kromium pada *Pistia stratiotes* dalam *Constructed Wetland Tipe Free Water Surface* untuk Pengolahan Limbah Tekstil. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 25(1), pp. 73-90.
- Putri, Y. D., Holik, H. A., Musfiroh, L. & Aryanti, A. D., 2014. Utilization of Pontederiaceae as Phytoremediation Agent in Chrome Waste Treatment. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 1(1), pp. 20-25.
- Ramlow, H., Machado, R. A. F. & Marangoni, C., 2017. Direct contact membrane distillation for textile wastewater treatment: a state of the art review. *Water Science & Technology*, 76(10), pp. 2565-2579.
- Retnosari, A.A. & Shovitri, M., 2013. Kemampuan Isolat *Bacillus* sp. Mendegradasi Limbah Tangki Septik. *Sains dan Seni Pomits*, 2(1), pp. 7-11.

- Rismayani, S., Indarto, Wiwiati, W., Ariwahjoedi, B., 2007. Pemanfaatan Limbah *Bottom Ash* Sebagai Adsorben Limbah Zat Warna industri Tekstil. *Jurnal Riset Industri*, 1(3), pp. 136-146.
- Ronny. & Syam, D. M., 2018. Aplikasi Teknologi Saringan Pasir Silika dan Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Limbah Cair Rumah Sakit Mitra Husada Makassar. *Higiene*. 4(2), pp.62-66.
- Rosyida, A., 2011. Bottom ash Limbah Batubara sebagai Media Filter yang Efektif pada Pengolahan Limbah Cair Tekstil. *Jurnal Rekayasa Proses*, V(2), pp. 56-61.
- Said, N. I., 2017. *Teknologi Pengolahan Air Limbah*. pp.7. Jakarta, Penerbit Erlangga.
- Sarafraz, S., Khani, H., Yaghmaeian, M.R. 2007. Quality and Quantity Survey of Hospital Wastewater in Hormozgan Provinze. *Iran Journal Environ Health Sci. Eng*, 4(1) pp. 43-50.
- Skrzypiec, K. & Gajewska, M. H., 2017. The use of constructed wetlands for the treatment of industrial wastewater. *Journal of Water and Land Development*, 34(1), pp. 233-240.
- Sulistyowati, N. A., 2013. Bata Beton Berlubang dari Abu Batubara (*Fly Ash* dan *Bottom Ash*) yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*. 15(1), pp. 87-96.
- Wahyu, D.A., Syafrudin, S. & Zaman, B., 2015. Pengaruh Jumlah Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Waktu Tinggal terhadap Penurunan Konsentrasi COD, BOD, dan Warna dalam Limbah Batik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(2), pp. 1-7.
- Yuniyarti, S. & Isbandi, T., 2018. Degradasi Limbah Khrom dan Daur Ulang untuk Bahan Proses Penyamakan Kulit dengan Menggunakan Koagulan Kapur Tohor. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*. 18(1), pp. 10-25.
- Zaenuri, Rokhman, F., dan Sugiyanto, R., 2010. Model Pengelolaan Kawasan Industri untuk Pengendalian Perubahan Iklim dan Pelestarian Lingkungan. *Laporan Hibah Strategis Tahun I*. Semarang: LP2M UNNES.