

**Pengolahan Limbah Bank Sampah Toli – toli Mandiri
(BSTM) dengan Metode *Slow Sand Filter* dan *Constructed
Wetland Sub – Surface Flow (CW-SSF)* dengan
Menggunakan Tanaman Melati Air *Echinodorus palaeifolius***

Skripsi



Junior Joannes Livio Runtulalo

31180243

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

2023

Pengolahan Limbah Bank Sampah Toli-toli Mandiri (BSTM)
dengan Metode *Slow Sand Filter* dan *Constructed Wetland Sub*
– *Surface Flow (CW – SSF)* dengan Menggunakan Tanaman
Melati Air *Echinodorus Palaefolius*

Skripsi

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



Junior Joannes Livo Runtulalo

31180243

Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2023

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 : Junior Joannes Livio Runtulalo
NIM : 31180243
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 Bank Sampah Toli-toli Mandiri (BSTM) dengan Metode *Slow Sand Filter* dan *Constructed Wetland Sub – Surface Flow (CW – SSF)* dengan Menggunakan Tanaman Melati Air *Echinodorus Palaefolius*”

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.

Yogyakarta, 28 Juni 2023



Junior Joannes Livio Runtulalo

NIM : 31180243

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi dengan judul :

PENGOLAHAN LIMBAH BANK SAMPAH TOLI-TOLI MANDIRI (BSTM)
DENGAN METODE *SLOW SAND FILTER* DAN *CONSTRUCTED WETLANDS*
SUB – SURFACE FLOW (CW-SSF) DENGAN MENGGUNAKAN TANAMAN
MELATI AIR *ECHINODORUS PALAEFOLIUS*

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:

JUNIOR JOANNES LIVIO RUNTULALO

31180243

Dalam ujian skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

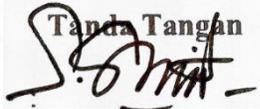
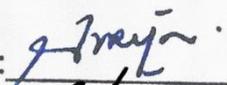
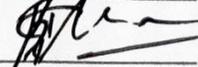
dan dinyatakan **DITERIMA** untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Sains pada tanggal 29 Mei 2023

Sarjana Sains pada tanggal 29 Mei 2023

Nama Dosen

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

Tanda Tangan

:

:


Yogyakarta, 29 Mei 2023

Disahkan oleh:



Dekan

Dr. Dhira Satwika, M.Sc.

NIK: 904 E 146

Ketua Program Studi

Dwi Aditiyarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc.

NIK: 214 E 556

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul proposal : Pengolahan Limbah Bank Sampah Toli-toli Mandiri (BSTM) dengan *Metode Slow Sand Filter* dan *Constructed Wetland Sub-Surface Flow* (CW-SSF) dengan Menggunakan Tanaman Melati Air *Echinodorus palaefolius*.

Nama : Junior Joannes Livio Runtulalo

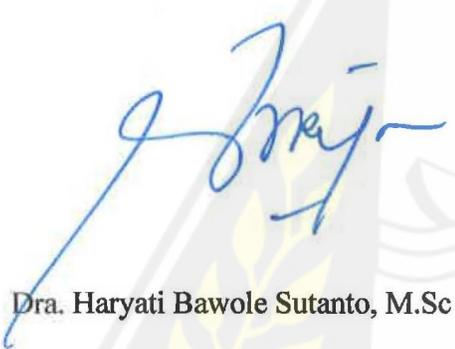
Nim : 31180243

Hari/Tanggal ujian : Senin, 29 Mei 2023

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc



Drs. Guruh Prihatmo, M.S

NIK : 894 E 099

NIK : 874 E 055

Ketua Program Studi



Dwi Adityarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc

NIK : 214 E 556

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Junior Joannes Livio Runtulalo

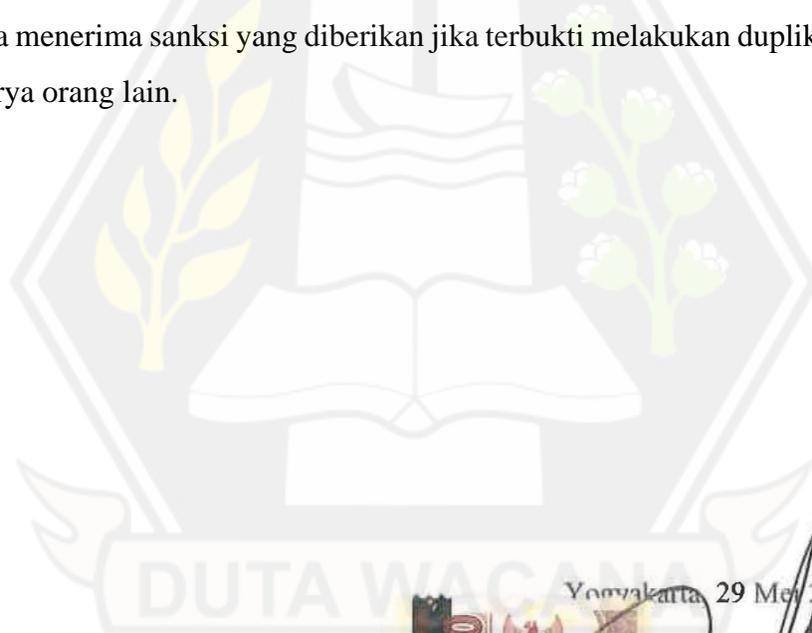
Nim: 31180243

Menyatakan bahwa dengan sesungguhnya skripsi berjudul:

“Pengolahan Limbah Bank Sampah Toli – toli Mandiri (BSTM) dengan Metode *Slow Sand Filter* dan *Constructed Wetland Sub – Surface Flow (CW-SSF)* dengan Menggunakan Tanaman Melati Air *Echinodorus palaefolius*”

Merupakan hasil penulisan karya saya sendiri dan bukan duplikasi dari karya yang pernah ada untuk mendapatkan suatu gelar sarjana dari sebuah perguruan tinggi manapun. Serta tidak ada karya atau pendapat orang lain yang pernah ditulis atau diterbitkan, kecuali penulis yang ada tertulis pada daftar pustaka.

Sangat jujur menuliskan pernyataan ini dan dapat dipertanggung jawabkan serta bersedia menerima sanksi yang diberikan jika terbukti melakukan duplikasi dari skripsi atau karya orang lain.



Yogyakarta, 29 Mei 2023



10000
METERAI
TEMPEL
BA1BAKX391967841

Junior Joannes Livio Runtulalo

NIM : 31180243

KATA PENGANTAR

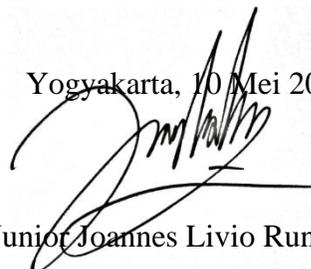
Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat anugerah dan perlindungan nya sehingga saya bisa menyelesaikan tugas akhir skripsi yang berjudul Pengolahan Limbah Bank Sampah Toli – toli Mandiri (BSTM) Dengan Metode *Slow Sand Filter* dan *Constructed Wetland Sub – Surface Flow* (CW-SSF) dengan Menggunakan Tanaman Melati Air *Echinodorus palaefolius*. Dengan menyelesaikan skripsi menjadi sebuah persyaratan utama dalam mendapatkan gelar sarjana untuk setiap mahasiswa fakultas bioteknologi universitas kristen duta wacana yogyakarta.

Dalam menyelesaikan skripsi, saya banyak sekali mendapatkan berkat dan tuntunan dari berbagai pihak, dan dengan hormat saya mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Dhira Satwika, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.
2. Dwi Adityarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc., 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 dengan bantuan serta kesabaran dalam membimbing saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi saya.
4. Orang tua dan keluarga besar untuk semangat dan dukungan serta doa yang diberikan sehingga membantu saya dalam menyelesaikan skripsi saya.
5. Kerabat – kerabat asrama mahasiswa Sam Ratulangi Yogyakarta dan himpunan pemuda mahasiswa kawanua yogyakarta yang mendorong dan memotivasi dalam penyusunan naskah skripsi saya.

Penulis dengan sadar mengakui masih memiliki kekurangan dalam penyusunan skripsi, mohon untuk kritik dan saran sangatlah diterima dengan hormat sehingga dapat memperbaiki kekurangan yang ada. Akhir kata penulis skripsi mengucapkan banyak terima kasih serta memohon maaf jika masih banyak kesalahan dalam penulisan skripsi ini.

Yogyakarta, 10 Mei 2023



Junior Joannes Livio Runtulalo

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN JUDUL BAGIAN DALAM.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
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.....	3
1.3 Tujuan penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Limbah Plastik.....	4
2.1.1 Pengertian Limbah Plastik.....	4
2.1.2 Karakteristik Limbah Plastik.....	4
2.1.2.1 Karakteristik fisik.....	5
2.1.2.1.1 TDS (<i>Total Dissolved Solids</i>).....	5
2.1.2.1.2 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>).....	5
2.1.2.2 Karakteristik Kimia.....	6
2.1.2.2.1 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	6
2.1.2.2.2 Fosfat (PO ₄).....	6
2.2 Permasalahan Limbah Plastik.....	7
2.3 Sistem Pengolahan SSF (<i>Slow Sand Filter</i>).....	7
2.3.1 Sistem SSF (<i>Slow Sand Filter</i>).....	7
2.4 Sistem CW-SSF (<i>Constructed Wetland Sub-Surface Flow</i>).....	8

2.5 Tanaman <i>Echinodorus Palaefolius</i>	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	10
3.2 Desain Penelitian.....	10
3.3 Alat.....	10
3.4 Bahan	10
3.5 Cara Kerja	10
3.5.1 Persiapan	10
3.5.2 Tahap aklimatisasi.....	12
3.5.3 Pengujian parameter.....	12
3.5.3.1 TSS (Total Suspended Solid).....	12
3.5.3.2 TDS (Total Dissolved Solids)	12
3.5.3.3 COD (Chemical Oxygen Demand)	12
3.5.3.4 Fosfat (PO ₄).....	12
3.6 Analisi Data.....	12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Karakteristik Air Limbah Plastik Setelah Proses Pengolahan Limbah	13
4.2 Analisis Efisiensi.....	13
4.2.1 Analisis efisiensi penurunan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	13
4.2.2 Analisis efisiensi penurunan <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS)	16
4.2.3 Analisis efisiensi penurunan <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	17
4.2.4 Analisis efisiensi penurunan fosfat	19
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	22
5.1 Simpulan	22
5.2 Saran	22
DAFTAR PUSTAKA.....	23
LAMPIRAN	25

DAFTAR TABEL

Nomor Tabel	Judul Tabel	Halaman
Tabel 2.1	Karakteristik limbah plastik dan baku mutu air limbah plastik.....	7
Tabel 4.1	Rerata konsentrasi parameter uji COD, TDS, TSS, dan Fosfat pada sistem pengolahan limbah dengan metode <i>slow sand filter</i> dan <i>constructed wetlands</i>	13
Tabel 4.2	Persentase efisiensi penurunan COD (%).....	14
Tabel 4.3	Persentase efisiensi penurunan TDS (%).....	16
Tabel 4.4	Persentase efisiensi penurunan TSS (%).....	18
Tabel 4.5	Persentase efisiensi penurunan fosfat (%).....	20



DAFTAR GAMBAR

Nomor Gambar	Judul Gambar	Halaman
Gambar 2.1	Aliran <i>Sub Surface Flow</i>	8
Gambar 2.2	Arah aliran <i>Constructed Wetlands Sub Surface Flow</i>	8
Gambar 2.3	Melati air (<i>Echinodorus palaefolius</i>).....	9
Gambar 3.1	Desain Reaktor Pengolahan Limbah.....	11
Gambar 4.1	Grafik rerata efisiensi <i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	14
Gambar 4.2	Grafik rerata efisiensi <i>Total Dissolved Solids (TDS)</i>	16
Gambar 4.3	Grafik rerata efisiensi <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	18
Gambar 4.4	Grafik rerata efisiensi Fosfat.....	19



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor

- Lampiran 1. Desain Reaktor Penelitian
- Lampiran 2. Data hasil analisis uji COD, TDS, TSS dan Fosfat oleh laboratorium dinas lingkungan hidup kabupaten donggala palu.



Pengolahan Limbah Bank Sampah Toli-toli Mandiri (BSTM) dengan Metode *Slow Sand Filter* dan *Constructed Wetland Sub-Surface Flow* (CW-SSF) dengan Menggunakan Tanaman Melati Air *Echinodorus palaefolius*

ABSTRAK

JUNIOR JOANNES LIVIO RUNTULALO

31180243

Bank sampah toli – toli mandiri adalah tempat untuk mengumpulkan sampah yang sudah dipilah-pilah. Sungai Kalangkangan adalah sungai yang menerima output langsung dari bank sampah. Pada proses filtrasi digunakan media pasir halus, proses pengolahan dengan *constructed wetlands* merupakan sistem dengan vegetasi lahan basah dalam mengolah air limbah, dan kelebihanannya seperti prosesnya sangat mudah mampu menurunkan kontaminan cukup tinggi serta padatan tersuspensi, nutrisi, patogen. Desain reaktor terdiri dari sistem *slow sand filter* menggunakan pasir halus, sementara pada sistem *constructed wetlands* menggunakan *Echinodorus palaefolius*, tanah sawah, serta batu kerikil yang berukuran, 1 – 3 mm, 5 – 10 mm, 15 – 30 mm. Desain reaktor sekat 1 memiliki panjang 15 cm × lebar 34 cm × tinggi 39 cm, sekat 2 *constructed wetland* memiliki panjang 48,5 cm × lebar 34 cm × tinggi 39 cm, dengan *Hydraulic Retention Time* (HRT) 4 hari. Efektivitas penggunaan metode *slow sand filter* dan *constructed wetlands* diukur dengan menguji parameter COD, TDS, TSS, dan Fosfat. Dari hasil terlihat adanya penurunan parameter TSS dan Fosfat yang signifikan, Pada sistem yang digunakan menunjukkan persentase penurunan pada parameter COD: 7,74%, TDS: 62,56%, TSS: 98,28%, Fosfat: 23,30%.

Kata kunci: bank sampah, *slow sand filter*, *constructed wetlands*, beban pencemar.



**Waste Treatment of Independent Toli-toli Waste Bank (BSTM) With
Slow Sand Filter Method and Constructed Wetland Sub-Surface Flow
(CW-SSF) using *Echinodorus palaefolius* Water Jasmine Plant**

ABSTRACT

JUNIOR JOANNES LIVIO RUNTULALO

31180243

Toli – Toli Mandiri waste bank is a place to collect waste that has been sorted. Kalangkangan river is a river that receives output directly from waste banks. The treatment process consists of the filtration process using fine sand media and the next process using *constructed wetlands*. The *constructed wetlands* a system with wetland vegetation in clearing wastewater, and its advantages are such as the process is very easy to reduce high enough contaminants and suspended solids, nutrients, pathogens. The *slow sand filter* system uses fine sand and the *constructed wetlands* system uses *Echinodorus palaefolius*, soil of rice fields, and gravel measuring 1 – 3 mm, 5 – 10 mm, 15 – 30 mm. The design of reactor has the dimension of length, width and height of 15 cm, 34 cm, and 39 cm respectively. While the dimension of *constructed wetlands* is 48,5 cm, 34 cm and 39 cm, with *Hydraulic Retention Time* (HRT) of 4 days. The effectiveness of using *slow sand filters* and *constructed wetlands* methods is determined by measuring COD, TDS, TSS, and Phosphate parameters. The result showed that the percentage decrease of COD, TDS, TSS and Phosphate is 7,74 %, 62,56%, 98,28% and 23,30% respectively.

Keywords: waste banks, *slow sand filters*, *constructed wetlands*, load polluters.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bank sampah toli-toli mandiri adalah tempat untuk mengumpulkan sampah yang sudah dipilah – pilah. Kemudian hasil dari pengumpulan sampah yang sudah dipilah akan disetorkan ke bagian pembuatan kerajinan atau bagian pengepul sampah. Program bank sampah mandiri ini merupakan suatu sistem pengolahan sampah secara kolektif dengan prinsip daur ulang, sehingga dengan metode ini dapat meningkatkan nilai ekonomi dari sampah kering, kemudian masyarakat yang bertindak sebagai nasabah bank sampah akan mendapatkan keuntungan dari penjualan sampah tersebut.

Sungai Kalangkangan merupakan salah satu sungai utama yang ada di kabupaten toli – toli. Penelitian ini dilakukan di bank sampah toli-toli mandiri karena hasil output limbahnya langsung mengalir di sungai tersebut. Dari adanya aktivitas pabrik dan hasil output langsung ke sungai sangat berpotensi besar terjadinya pencemaran terhadap sungai. Bertambahnya limbah domestik rumah tangga dan industri yang outputnya langsung ke sungai sangatlah berdampak besar bahwa sungai Kalangkangan tercemar.

Pencemaran sungai Kalangkangan dapat menurunkan kualitas sungai yang terjadi dari adanya perubahan fisik, kimia, dan biologis sungai. Pencemaran yang terjadi dapat dilihat dari sistem pengolahan pabrik yang belum tepat. Menurut Hozairi (2017), penggunaan plastik dengan jumlah yang besar akan menjadi plastik bekas jika sudah tidak digunakan lagi, dengan contoh plastik bekas adalah botol air mineral, kantong plastik, dan gelas plastik air mineral. Untuk sistem pengolahan limbahnya masih memiliki beberapa kendala, seperti: biaya konstruksi, biaya perawatan, dan juga diperlukan keahlian khusus dalam menjalankan sistem pengolahan ini.

Plastik bekas yang dibuang sembarangan dapat menyumbat saluran drainase, selokan, dan juga sungai sehingga dapat menyebabkan banjir. Plastik bekas yang dihancurkan dengan dibakar juga mengeluarkan zat berbahaya bagi Kesehatan manusia. Maka dengan mencacah dan mendaur ulang merupakan salah satu cara yang dapat mengurangi jumlah plastik bekas yang ada (Hiola dan Ayini, 2017). Pengolahan plastik bekas atau pencacahan plastik tersebut menghasilkan limbah cair. Limbah cair pabrik pengolahan plastik adalah limbah cair yang berasal dari proses pencucian plastik setelah proses pencacahan. Air dari hasil penyaringan inilah jika langsung dibuang akan mencemari sungai (Zulfiana dkk, 2015).

Pada proses filtrasi digunakan media pasir sebagai penyaring padatan tersuspensi. Dalam proses filtrasinya media pasir memiliki fungsi untuk menyaring kotoran yang tersuspensi dalam air sehingga air yang keluar setelah proses ini menjadi lebih bersih dan terbebas dari sisa – sisa kecil plastik (Suliasuti dkk, 2017). Penggunaan media pasir dalam pengolahan limbah cair menjadi teknologi yang sederhana dengan hasil kualitas yang baik, serta dapat memfiltrasi media padat yang masuk. Dalam pembersihan air dengan adanya media pasir dapat menurunkan tingkat pencemaran secara mutu fisik, ataupun mutu kimia. Apabila penggunaan media pasir semakin tebal akan mempengaruhi hasil tersaringnya menjadi lebih bersih, karena kotoran yang terdapat pada air limbah telah tersaring dan mengendap pada media *slow sand filter* yang digunakan (Novia dkk, 2019).

Proses pengolahan dengan *constructed wetlands* merupakan sistem pengolahan yang dirancang menggunakan vegetasi lahan basah dalam mengolah air limbah, sistem pengolahan ini memiliki keuntungan seperti prosesnya sangat mudah dan memiliki kemampuan menurunkan kontaminan cukup tinggi serta padatan tersuspensi, nutrisi, patogen, logam berat dll (Siswoyo *et al.*, 2011). *constructed wetlands, free water surface (FWS)* adalah sistem dengan aliran di atas tanah dan tanaman kemudian *sub-surface flow (SSF)* adalah pengolahan dengan aliran mengalir pada media kerikil dan tanaman berakar yang dimana tidak menimbulkan genangan air limbah pada permukaan (Suswati *et al.*, 2013).

Penelitian ini dilakukan untuk tujuan mengetahui tingkat dari efektivitas metode *Slow sand filter* dan *Constructed Wetland Sub-Surface Flow (CCW-SSF)* dengan menggunakan tanaman melati air *Echinodorus palaefolius* dalam menurunkan tingkat pencemaran dari limbah bank sampah toli – toli mandiri seperti kandungan *Chemical Oxygen Demand (COD)*, *Total Dissolved Solid (TDS)*, *Total Suspended Solid (TSS)*, dan fosfat (PO_4).

1.2 Rumusan Masalah

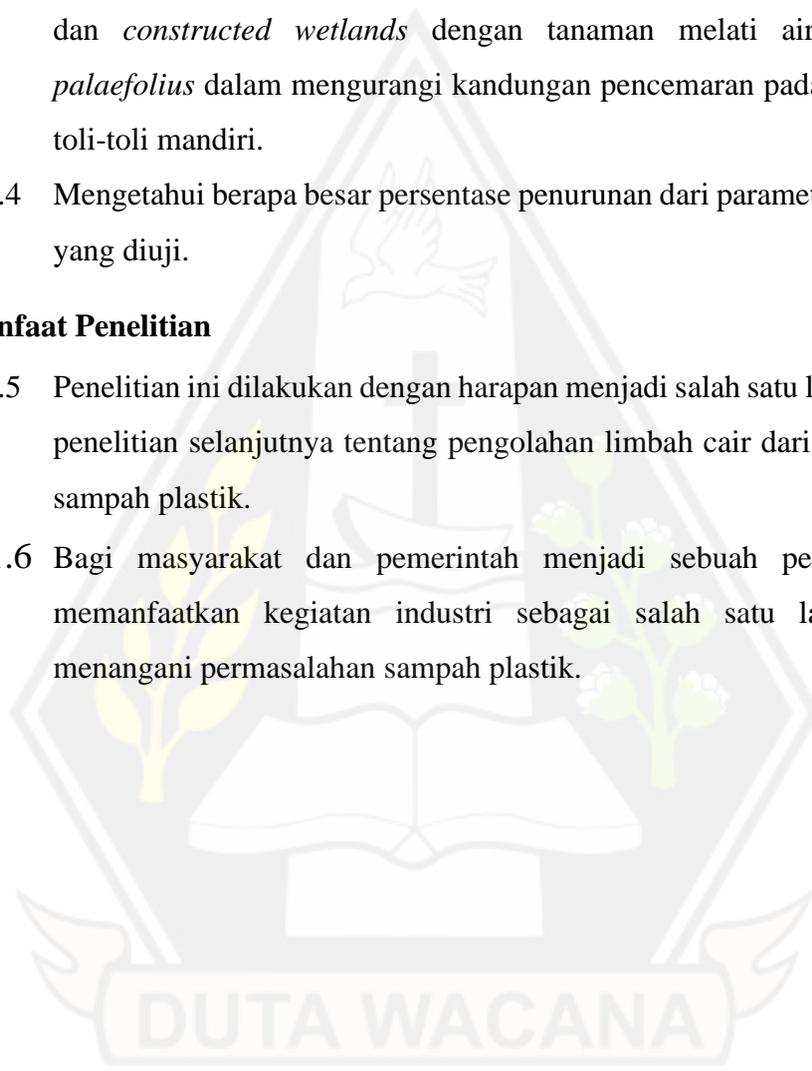
- 1.1.1 Bagaimana efektivitas dari metode *Slow sand filter* dan *constructed wetlands* dengan tanaman melati air *Echinodorus palaefolius*. Dalam sistem pengolahan limbah untuk menurunkan COD, TDS, TSS, dan fosfat?
- 1.1.2 Berapa besar persentase penurunan dari parameter – parameter yang diuji?

1.3 Tujuan penelitian

- 1.1.3 Mengetahui kemampuan ataupun efektivitas dari metode *Slow sand filter* dan *constructed wetlands* dengan tanaman melati air *Echinodorus palaefolius* dalam mengurangi kandungan pencemaran pada bank sampah toli-toli mandiri.
- 1.1.4 Mengetahui berapa besar persentase penurunan dari parameter – parameter yang diuji.

1.4 Manfaat Penelitian

- 1.1.5 Penelitian ini dilakukan dengan harapan menjadi salah satu landasan dalam penelitian selanjutnya tentang pengolahan limbah cair dari kegiatan bank sampah plastik.
- 1.1.6 Bagi masyarakat dan pemerintah menjadi sebuah pedoman dalam memanfaatkan kegiatan industri sebagai salah satu langkah dalam menangani permasalahan sampah plastik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Plastik

2.1.1 Pengertian Limbah Plastik

Limbah dari pabrik bank sampah plastik adalah jenis limbah cair dengan hasil pencampuran antara air dengan deterjen sebagai pembersih dari plastik – plastik dalam proses recycle. Menurut Stefhany (2013), mengatakan bahwa pada aktivitas pencucian dengan adanya penambahan deterjen, apalagi dalam penggunaan dengan skala industri yang besar akan memiliki kandungan fosfat (PO_4) yang tinggi. Air dari hasil penyaringan dan pencucian inilah jika langsung dibuang akan mencemari sungai (Zulfiana dkk, 2015). Kontribusi sampah plastik dari keseluruhan produksi sampah nasional mencapai dengan angka 15% dari 100%, dengan pertumbuhan rata – ratanya 14,7% per tahun dan juga menjadi sebuah kontributor kedua dari sampah organik adalah sampah plastik (Kholidah *et al*, 2018). Dengan perbandingan penghasil sampah plastik dengan negara – negara Asia Tenggara sangat berbeda jauh dengan Indonesia, dimana produksi sampah plastik di Indonesia secara total produksinya mencapai 189 kilo ton/hari (Kholidah *et al*, 2018). Dapat dilihat bahwa Indonesia dengan jumlah penduduk yang besar dengan negara-negara Asia Tenggara lain maka dapat menghasilkan jumlah sampah yang besar.

Pengelolaan sampah plastik masih menjadi permasalahan dalam kalangan penanganan sampah plastik, yang dimana terdapat berbagai macam proses dalam menangani sampah plastik. Contohnya dengan *landfill* maupun open dumping menjadi alternatif dalam menghilangkan sampah plastik ataupun juga dengan cara pembakaran sampah plastik yang dimana dapat berdampak negatif terhadap lingkungan seperti terjadinya pencemaran udara.

2.1.2 Karakteristik Limbah Plastik

Limbah plastik selain menjadi pengganggu estetika juga menjadi masalah yang dihasilkan dari plastik seperti resiko penghasil senyawa berbahaya terhadap lingkungan serta berpengaruh terhadap makhluk hidup. Karena di dalamnya plastik terdapat remah – remah yang mengandung PCB (*polychlorinated biphenyl*), hidrokarbon aromatik, pestisida organoklorin, ftalat, dan juga berbagai zat yang digunakan pada saat produksinya (Thompson *et al*, 2009). Air limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri, maupun buangan

dari limbah rumah tangga menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat mencemarkan lingkungan dan juga mempengaruhi kelangsungan makhluk hidup. Maka dalam buangan air limbah pada pabrik sampah plastik ini memiliki beberapa 2 karakteristik yang terbagi atas fisik dan kimia:

2.1.2.1 Karakteristik fisik

Hasil pabrik sampah plastik membuang air limbah cair yang bercampur antara air dan sabun sebagai bahan utama dalam pabrik sehingga menimbulkan warna yang keruh dari hasil buangan, dan juga banyaknya volume penambahan sabun sehingga padatan yang tersuspensi serta menghasilkan bau yang sedap. Beberapa karakter fisik yang terkandung dalam limbah plastik ini adalah TDS (*Total Dissolved Solids*), dan TSS (*Total Suspended Solid*).

2.1.2.1.1 TDS (*Total Dissolved Solids*)

TDS (*Total Dissolved Solids*) merupakan garam anorganik dan memiliki zat organik yang terlarut di dalam air, dengan adanya nilai TDS yang tinggi sehingga dapat merubah sifat fisik dari air menjadi lebih keruh serta juga menghambat dari pencahayaan matahari untuk masuk kedalam air maka dapat mempengaruhi pada aktivitas fotosintesis yang berlangsung di dalam air (Peace & Richard, 2016).

2.1.2.1.2 TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS (*Total Suspended Solid*) merupakan partikel padat yang tersuspensi tetapi tidak terlarut di dalam air seperti (pasir, lumpur, dan tanah liat) serta juga yang tersuspensi (zat kimia). Zat padat atau partikel tersebut berupa komponen hidup (biotik) ataupun komponen mati (abiotik). Komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri dan fungi. Komponen mati (abiotik) yaitu hasil penguraian sampah,

tumbuhan dan binatang yang telah mati. (Peace & Richard, 2016).

2.1.2.2 Karakteristik Kimia

Aktivitas pabrik plastik dengan adanya penambahan limbah rumah tangga yang menghasilkan limbah-limbah grey water seperti hasil cucian baju, bekas cuci piring dan hasil buangan mandi, ataupun juga dari black water yang dihasilkan dari buangan toilet dapat menghasilkan beban pencemar pada buangan limbah pabrik dan kegiatan rumah tangga akan terlarut secara bersama. Komponen kimia ada dalam limbah tersebut adalah COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan juga Fosfat (PO_4).

2.1.2.2.1 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan ekuivalen oksigen dari kandungan bahan organik yang rentan terhadap oksidasi oleh oksidan kimia yang kuat. (Peace & Richard, 2016). Nilai COD merupakan banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk melakukan oksidasi bahan organik dan anorganik secara kimia di dalam air (Anggrika dkk, 2019).

2.1.2.2.2 Fosfat (PO_4)

Fosfat (PO_4) merupakan salah satu nutrisi yang mempengaruhi pertumbuhan luar biasa dari alga dan mikroorganisme yang ada di dalam air. Kandungan Fosfat (PO_4) tinggi dalam air menghasilkan eutrofikasi mempengaruhi pertumbuhan alga sehingga tidak ada sinar matahari yang menembus lapisan air (Puspitahati & Bambang, 2012).

Tabel 2.1 Karakteristik limbah plastik dan baku mutu air limbah plastik

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Air Limbah Plastik	Karakteristik Limbah Plastik (Salamia & Indriani, 2016; Puspitahati & Bambang, 2012; Wahyu <i>et al</i> , 2018.)
1	TSS	mg/l	100	300
2	TDS	mg/l	2000	-
3	COD	mg/l	150	275
4	Fosfat	mg/l	0,2	10

*Peraturan pemerintah nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air baku mutu air limbah golongan IV

2.2 Permasalahan Limbah Plastik

Limbah plastik yang dihasilkan mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan dengan hasil buangan limbah dari pabrik plastik dengan tambahan aktivitas rumah tangga sangat mempengaruhi terhadap kelangsungan pertumbuhan lingkungan sekitar, penggunaan dan pencampuran sabun dalam aktivitas pabrik dengan volume yang tinggi menghasilkan limbah yang seharusnya dilakukan pengolahan yang khusus.

Air limbah hasil dari pabrik plastik yang langsung dibuang ke sungai dapat menimbulkan pencemaran dan juga polusi secara terus menerus dengan tidak adanya pemanfaatan lahan untuk mengolah limbah terlebih dahulu akan mempengaruhi keberlangsungan lingkungan sekitar.

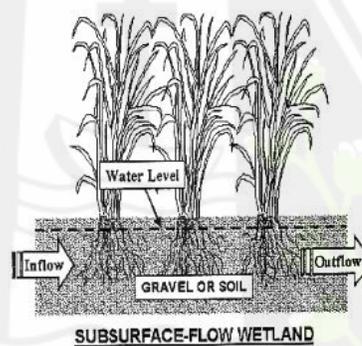
2.3 Sistem Pengolahan SSF (*Slow Sand Filter*)

2.3.1 Sistem SSF (*Slow Sand Filter*)

SSF (*Slow Sand Filter*) merupakan sebuah teknik dari penyaringan air menggunakan media pasir yang halus dengan laju aliran penyaringan yang lambat. Penggunaan pasir dari sistem ini berukuran yang efektif, yaitu 0,15 – 0,35 mm sehingga dapat menghasilkan *effluent* penurunan dari nilai kekeruhan pada sistem ini mencapai 95,65%. Hal ini membantu dalam proses penurunan kandungan dalam sistem pengolahan limbah pabrik plastik dari penggunaan sistem *Slow Sand Filter* (Hamimal dkk, 2013).

2.4 Sistem CW-SSF (*Constructed Wetland Sub-Surface Flow*)

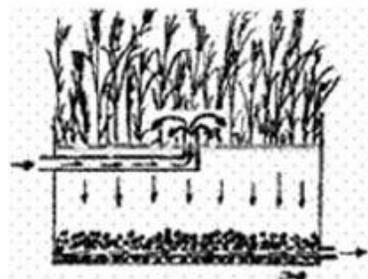
Constructed wetlands merupakan sistem buatan yang dibentuk dengan adanya pemanfaatan proses alami dengan penambahan vegetasi pada lahan basah untuk menjalankan pengolahan air limbah (Vymazal, 2010). Menurut Peace & Richard (2016), *Constructed Wetland* dipergunakan untuk menurunkan bahan organik, padatan tersuspensi, nutrisi, pathogen, logam berat, dan juga polutan yang beracun. *Constructed Wetlands sub surface flow* sangat memiliki efisiensi untuk menurunkan sampai dengan 90% dari bahan organik dan juga pada pembuktian efisiensi penurunan pada TSS (*Total Suspended Solid*) dari 59% menjadi 99% (Wojciechowska & Gajewska, 2013). Dalam sistem *Constructed Wetlands* terdapat 2 jenis aliran yang dimana menjadi sebuah sistem yang digunakan, yaitu *free water surface* dan *sub surface flow*, yang dimana pada *sub surface flow* menjalankan sistem aliran di bawah permukaan (Stefanakis *et al*, 2014).



Gambar 2.1 Aliran Sub Surface Flow

(Astuti *et al*, 2016)

vertical subsurface
flow



Gambar 2.2 Arah aliran *Constructed Wetlands Sub Surface Flow*

(Astuti *et al*, 2016)

2.5 Tanaman *Echinodorus Palaefolius*



Kingdom: *Plantae*

Filum: *Magnoliophyta*

Kelas: *Liliopsida*

Ordo: *Alismatales*

Famili: *Alismataceae*

Genus: *Echinodorus*

Spesies: *Echinodorus palaefolius*

Gambar 2.3 Melati air (*Echinodorus Palaefolius*)

(Mursito, 2011)

Tanaman melati air *Echinodorus palaefolius* merupakan tanaman yang memiliki kemampuan dalam menyerap dan menurunkan kandungan polutan yang ada pada air limbah (Sela & Linda, 2019). Tanaman melati air juga dapat membawa oksigen dari udara melalui daun, batang, dan juga akar, yang kemudian dilepaskan kembali di sekitar akar atau terjadi proses rizosfer. Hal ini dimungkinkan karena pada melati air memiliki jenis celah atau memiliki pori – pori antar sel yang digunakan sebagai alat pengangkut oksigen dari atmosfer menuju ke akar yang disebut dengan jaringan aerenkim. Hasil dari oksigen ini kemudian digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik yang ada.

Bahan organik dapat dihilangkan dengan melalui proses kimia dan biologis yang kompleks antara media tanah dan bebatuan, tanaman dan juga mikroorganisme, kemudian pada tanaman melati air dapat menerima bahan organik sebagai nutrisi dengan melalui dekomposisi bahan organik, yang dilakukan oleh akar tanaman. Sehingga dari bahan organik ini dapat menghasilkan nutrisi, nitrogen, dan juga energi bagi tanaman. Menurut Mursito (2011), tanaman melati air *Echinodorus palaefolius* ini memiliki bentuk daun yang kaku, serta tanaman melati air memiliki sifat yang tidak tahan dengan sinar matahari sepanjang hari dengan ciri – ciri daun yang berubah menjadi kekuning – kuning.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Toli – toli Sulawesi tengah. Kemudian, untuk pengujian TDS (*Total Dissolved Solids*), TSS (*Total Suspended Solid*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan fosfat (PO_4) dilakukan di Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten, donggala.

3.2 Desain Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dengan tahapan penggunaan pasir halus pada media *slow sand filter* serta menggunakan metode *constructed wetlands sub surface flow* dengan di tanaman melati air *Echinodorus palaefolius* pada media *constructed wetlands*. Untuk sampel yang digunakan di ambil dari industri bank sampah toli-toi mandiri (BSTM).

3.3 Alat

Pada penelitian ini diperlukan alat, seperti: dirigen berukuran 50 liter, gayung, aquarium kaca, selang plastik, keran kecil, styrofoam, ember plastik bening, botol gelap.

3.4 Bahan

Pada penelitian ini digunakan bahan pasir halus pada sistem *slow sand filter*, dan pada sistem *constructed wetland* menggunakan *Echinodorus palaefolius*, tanah sawah, dan batu kerikil. Batu kerikil yang digunakan memiliki ukuran yang berbeda-beda, yaitu kecil 1 – 2 cm, sedang 3 – 4 cm, besar 5 – 6 cm. Kemudian dibutuhkan aquades serta air limbah hasil dari pabrik bank sampah.

3.5 Cara Kerja

3.5.1 Persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan reaktor dan juga dengan sampel air limbah yang akan digunakan, kemudian media tampung yang digunakan untuk menampung air limbah menggunakan derigen dengan kapasitas 50 L. Kemudian pada sistem *slow sand filter* digunakan untuk pada sekat 1 menggunakan pasir halus, dan untuk pada sistem *constructed wetlands* sekat 2 terdapat tanaman melati air *Echinodorus palaefolius* dengan kemudian disusun batu kerikil serta tanah sawah. Pada batu kerikil disesuaikan ukuran – ukuran dengan menggunakan

perbandingan 3:2:3:1. Untuk ukuran batu kerikil (besar 5-6 cm, kerikil sedang 3-4 cm, kerikil kecil 1-2 cm).

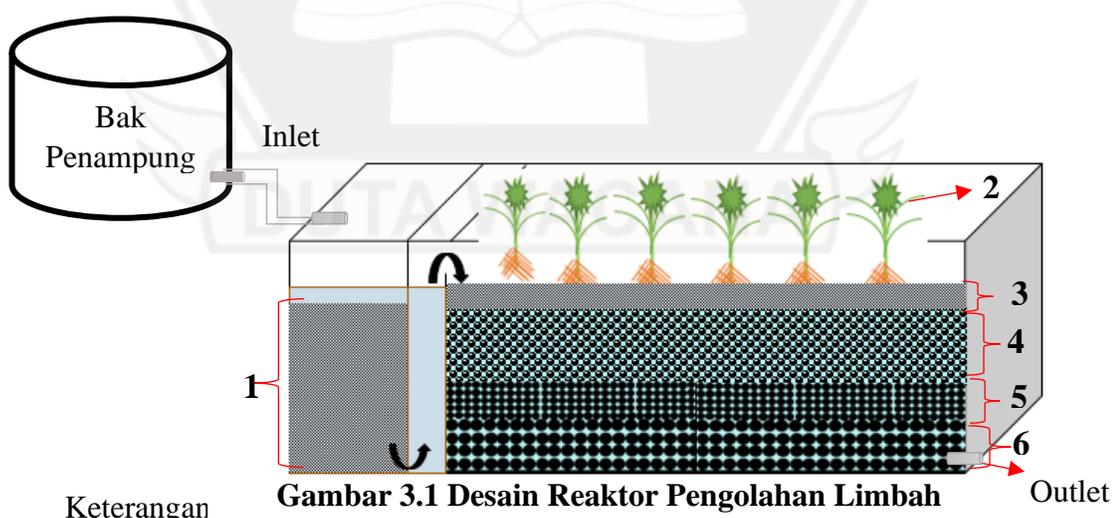
Reaktor pengolahan limbah yang digunakan adalah 1 reaktor yang berbentuk balok dengan diberikan sekat sebagai pemisah dari sistem yang digunakan, yaitu sistem filtrasi *slow sand filter* dan juga sistem *constructed wetland*. Pada sekat 1 filtrasi *slow sand filter* memiliki panjang 15 cm × lebar 34 cm × tinggi 39 cm; Dengan volume pada sekat filtrasi *slow sand filter* adalah sebesar 19.890 cm³. Kemudian pada sekat 2 *constructed wetland* juga memiliki panjang 48,5 cm × lebar 34 cm × tinggi 39 cm; Dengan volume pada sekat *constructed wetland* sebesar 64.311 cm³. *Hydraulic Retention Time* (HRT) yang digunakan adalah 4 hari dengan pengontrol debit air setiap hari untuk menjaga stabilitas aliran air sehingga HRT tetap terjaga.

$$\begin{aligned} \text{Volume Total Sistem} &= \text{Sekat 1} + \text{Sekat 2} \\ &= 5,9 \text{ L} + 19,2 \text{ L} \\ &= 25,1 \text{ L} = 25100 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\text{HRT} = 4 \text{ hari} = 5760 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} Q &= V/t \\ &= 25100 \text{ mL} / 5760 \text{ menit} = 4,3 \text{ mL/menit} \end{aligned}$$

Kebutuhan limbah dalam sehari adalah = 6,1 L/hari pada reaktor yang digunakan.



Keterangan

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. <i>Slow sand filter</i> (Pasir pantai) | 4. Batu kerikil kecil (1-2 cm) |
| 2. Tanaman <i>Echinodorus palaefolius</i> | 5. Batu kerikil sedang (3-4 cm) |
| 3. Tanah sawah | 6. Batu kerikil besar (5-6 cm) |

3.5.2 Tahap aklimatisasi

Pada reaktor dimasukan terlebih dahulu dengan air sawah selama 6 (enam) hari sebelum dimasukan dengan air limbah, supaya tanaman dapat menyesuaikan dengan kondisi lingkungan yang baru. Kemudian setelah itu air sawah digantikan dengan air limbah.

3.5.3 Pengujian parameter

Pengujian parameter dilakukan pada saat kondisi dari reaktor sudah mencapai keadaan konstan atau stabil (*steady state*). Pada parameter yang akan diukur pada sampel-sampelnya adalah TSS, TDS, COD, dan Fosfat. Pengambilan sampel ini dilakukan satu kali dalam seminggu, dengan waktu samplingnya 4 minggu. Titik sampling yang diambil adalah pada outlet reaktor.

3.5.3.1 TSS (Total Suspended Solid)

Pada pengujian TSS ini dilakukan dengan metode pengujian secara gravimetri berdasarkan SNI 6989.3:2019.

3.5.3.2 TDS (Total Dissolved Solids)

Pengujian TDS ini dilakukan dengan metode pengujian secara gravimetri dengan berdasarkan SNI 6989.27:2019

3.5.3.3 COD (Chemical Oxygen Demand)

Pengujian COD dilakukan dengan metode refluks tertutup secara spektrofotometri berdasarkan SNI 6989.2:2019.

3.5.3.4 Fosfat (PO₄)

Pengujian fosfat dilakukan dengan menggunakan metode secara spektrofotometri berdasarkan SNI 6989.31:2021.

3.6 Analisi Data

Data statistik dari hasil penelitian dilakukan analisis dengan mendeskripsikan variabel dari hasil penelitian pengolahan limbah dengan metode *slow sand filter*, dengan parameter yang digunakan *Total Dissolved Solids (TDS)*, *Total Suspended Solid (TSS)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, dan Fosfat. kemudian pada data kualitatif menggunakan analisis deskriptif.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Air Limbah Plastik Setelah Proses Pengolahan Limbah

Pada penelitian ini dilakukan secara bertahap dengan menggunakan HRT selama 4 hari dengan metode yang digunakan *slow sand filter* dan sistem *constructed wetlands* untuk menurunkan kualitas air limbah yang diuji. Dengan hasil laboratorium dari parameter – parameter yang diuji berupa COD, TDS, TSS, Fosfat yang dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Rerata konsentrasi parameter uji COD, TDS, TSS, dan Fosfat pada sistem pengolahan limbah dengan metode *slow sand filter* dan *constructed wetlands*

Titik sampling	Rerata konsentrasi COD (mg/L)	Rerata konsentrasi TDS (mg/L)	Rerata konsentrasi TSS (mg/L)	Rerata konsentrasi Fosfat (mg/L)
Inlet	78,636	646	692	0,367
Outlet	72,551	241,875	11,875	0,282

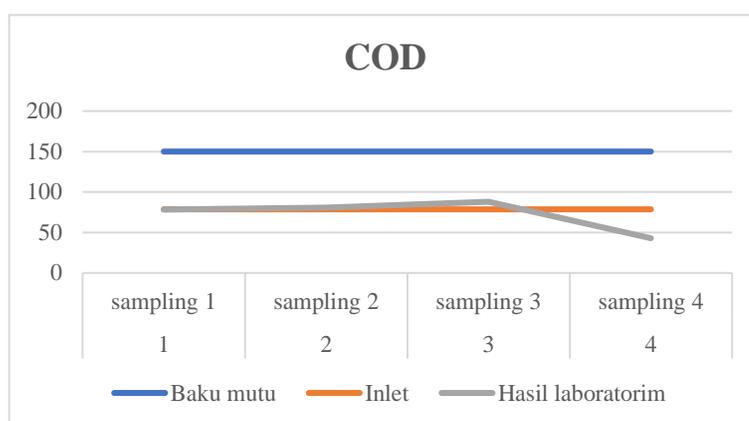
Sumber; Hasil Penelitian 2021

4.2 Analisis Efisiensi

Analisis efisiensi bertujuan mengetahui hasil dan membahas penurunan setiap parameter yang diuji seperti COD, TDS, TSS, Fosfat, yang sudah diolah menggunakan sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands*.

4.2.1 Analisis efisiensi penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Nilai efisiensi dari penurunan COD terlihat pada tabel 4.1 merupakan data hasil dari 4 kali proses sampling. Hasil setelah dianalisis menunjukkan pada parameter COD menunjukkan adanya penurunan pada sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands*.



Gambar 4.1 Grafik rerata efisiensi Chemical Oxygen Demand (COD)

Dilihat pada gambar 4.1 terlihat adanya efisiensi penurunan pada parameter COD, pada sampling 1 sampai ke 3 mengalami kondisi stabil kemudian mengalami penurunan pada sampling ke 4 dengan titik sampling langsung dari outlet sistem *constructed wetlands*. Dari hasil analisis COD diketahui bahwa mengalami penurunan pada sampling terakhir atau sampling ke 4, jika dibandingkan dengan sampling 1 sampai ke 3 memiliki nilai yang sama dengan inlet. Tetapi untuk hasil sampling 1 sampai ke 4 serta inlet, terlihat bahwa nilainya masih berada di bawah standar baku mutu yang berlaku menurut peraturan pemerintah no 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air baku mutu air limbah golongan IV yaitu sebesar 150 mg/L.

Tabel 4.2 Persentase efisiensi penurunan COD (%)

Titik sampling	Rerata konsentrasi awal (mg/L)	Rerata konsentrasi akhir (mg/L)	Efisiensi penurunan (%)
Inlet	78,636		
Outlet		72,551	7,74

Sumber: hasil penelitian 2021

Hasil dari efisiensi penurunan COD yang terlihat pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa pada limbah cair hasil dari pabrik pencacahan sampah plastik dengan dilakukan pengolahan menggunakan sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands* didapatkan hasil sebesar 7,74 %.

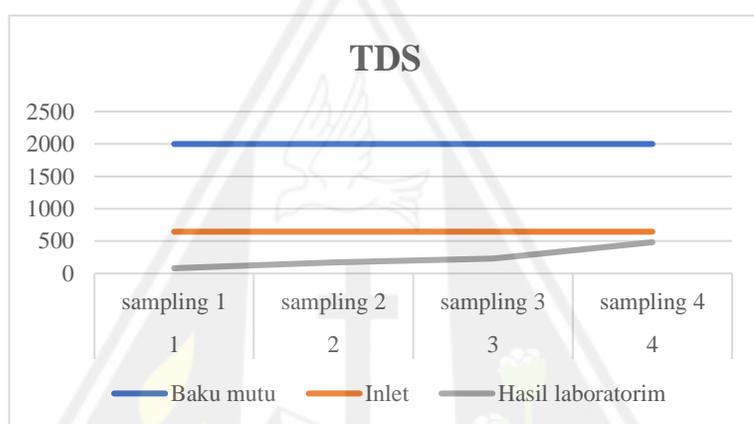
Pada hasil yang didapatkan pada analisis efisiensi COD terlihat bahwa pada limbah yang digunakan pada sistem *constructed wetlands* masih berada dibawah standar baku mutu yang ditetapkan, serta untuk rerata outlet dari sistem

constructed wetlands menunjukkan bahwa mulai ada penurunan pada sampling ke 4 sehingga pada presentase penurunan COD terlihat adanya penurunan meskipun nilainya kecil. Menurut Fransiska dkk (2018), komponen utama dalam penyusun deterjen adalah surfaktan yang memiliki rantai kimia yang susah diuraikan oleh alam, pada hasil efisiensi penurunan COD mengalami penurunan pada sampling yang ke 4. Hal ini terjadi disebabkan karena adanya proses adsorpsi berupa lama kontak dan ukuran media, pada penelitian ini terlihat bahwa penurunan yang signifikan pada sampling yang ke 4, dimana pada sampling 1 sampai ke 3 masih memiliki nilai yang sama. Sehingga pada lama kontak sangatlah diperlukan pada penurunan COD dengan limbah cair hasil dari pencacahan sampah plastik, karena semakin lama dari lama kontak akan semakin banyak partikel yang diikat dan akan mengakibatkan terjadinya peningkatan penurunan kadar COD. Tingkat permeabilitas dan konduktivitas hidrolis media memiliki pengaruh terhadap waktu tinggal air limbah, dengan semakin lamanya waktu tinggal maka akan memberi kesempatan terjadi kontak antara mikroorganisme dengan air limbah (Anggrika dkk, 2019). Dengan telah dilakukan penelitian sebelumnya Kasman *et al*, (2018), menyatakan bahwa bahan organik yang ada pada air limbah akan terpecah oleh mikroorganisme menjadi senyawa yang lebih sederhana serta dapat dimanfaatkan tanaman sebagai nutrient, sedangkan pada tanaman sendiri pada bagian perakaran akan menghasilkan oksigen yang dapat digunakan sebagai sumber energi untuk rangkaian proses metabolisme demi keberlangsungan hidup mikroorganisme. Penurunan efisiensi COD juga terlihat dari ukuran media yang digunakan, pada penelitian yang dilakukan menggunakan media aquarium dengan ukuran yang cukup besar sehingga mempengaruhi dalam penurunan COD pada limbah, semakin besar luas dari permukaan media yang digunakan maka semakin banyak juga partikel – partikel yang akan menempel pada permukaan sehingga mengakibatkan bertambahnya penurunan pada kadar COD (Fransiska dkk, 2018). Angka COD adalah banyaknya oksigen dibutuhkan untuk mengoksidasi terhadap bahan organik maupun anorganik secara kimia di dalam air (Anggrika dkk, 2019). Kemudian dengan adanya pertumbuhan mikroorganisme pada media bebatuan, tanah, dan juga tanaman dalam sistem *constructed wetlands*, maka mikroorganisme akan membantu dalam menyediakan ketersediaan karbondioksida (CO₂) tambahan bagi tanaman yang ada pada sistem

constructed wetlands melalui akar dan juga membantu dalam proses degradasi beban pencemar pada limbah (Indrayani & Triwiswara, 2018).

4.2.2 Analisis efisiensi penurunan *Total Dissolved Solids* (TDS)

Nilai efisiensi dari penurunan TDS terlihat pada tabel 4.1 merupakan data hasil dari 4 kali proses sampling. Hasil setelah dianalisis menunjukkan pada parameter TDS menunjukkan adanya penurunan pada sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands*.



Gambar 4.2 Grafik rerata efisiensi Total Dissolved Solids (TDS)

Berdasarkan gambar 4.2 terlihat bahwa nilai inlet TDS tidak melewati baku mutu yang ditetapkan, kemudian untuk nilai outlet pada TDS terlihat dari sampling ke 1 sampai ke 4 tidak adanya penurunan tapi terjadi kenaikan namun masih berada di bawah standar baku mutu yang ditetapkan menurut peraturan pemerintah no 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air baku mutu air limbah golongan IV yaitu sebesar 2000 mg/L.

Tabel 4.3 Persentase efisiensi penurunan TDS (%)

Titik sampling	Rerata konsentrasi awal (mg/L)	Rerata konsentrasi akhir (mg/L)	Efisiensi penurunan (%)
Inlet	646		
Outlet		241,875	62,56

Sumber: hasil penelitian 2021

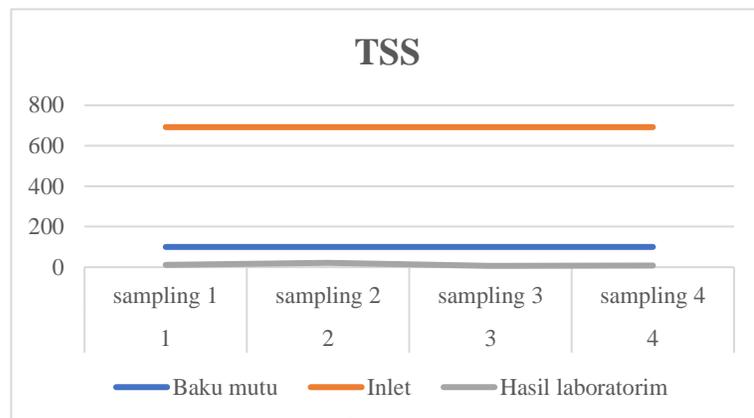
Untuk hasil presentase penurunan TDS pada tabel 4.3 dapat diketahui bahwa outlet dari sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands* mengalami penurunan dari hasil rerata sebesar 63 %.

Pada hasil yang didapatkan terlihat bahwa nilai TDS sebelum diolah dan sesudah diolah masih berada dibawah standar baku mutu. Menurut Peace & Richard (2016), menyatakan bahwa nilai TDS yang tinggi dapat merubah sifat fisik dari air menjadi lebih keruh sehingga dapat menghambat cahaya matahari untuk masuk ke dalam air, maka akan terjadi penghambatan pada aktivitas fotosintesis yang berlangsung di dalam air. Terlihat pada tabel 4.3 dengan hasil pengolahan menggunakan sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands* penurunan nilai TDS terjadi, tetapi mengalami akhirnya mengalami kenaikan. Kenaikan nilai TDS meskipun masih berada dibawah standar baku mutu yang ditetapkan, tetapi akan sangat berpengaruh terhadap ikan, zooplankton ataupun makhluk hidup lainnya yang ada di perairan sehingga dapat mengakibatkan penyumbatan insang oleh partikel – partikel (Angarini dkk, 2014). Dengan adanya penelitian sebelumnya Retnosari & Shovirtri (2013), menyatakan bahwa TDS merupakan jumlah zat padat yang terlarut dengan memiliki ukuran < 1 um, dimana semakin besar nilai TDS dapat mengindikasikan bahwa bahan organik belum terdegradasi sempurna menjadi gas. Pada sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands* nilai TDS mengalami penurunan karena adanya partikel yang telah tergabung menjadi gas yang dihasilkan dari proses biodegradasi oleh mikroorganisme.

Pengaruh efisiensi penurunan TDS terlihat dengan adanya aktivitas dari tanaman *Echinodorus palaefolius* yang memiliki pengaruh penurunan mencapai 45% (Indrayani & Triwiswara, 2018). Karena pada tanaman *Echinodorus palaefolius* menyerap nutrisi sehingga membuat dari tanaman mengalami pertumbuhan cukup baik. Dengan telah dilakukannya penelitiannya sebelumnya menurut Mursito (2011), menyatakan bahwa pada tanaman *Echinodorus palaefolius* mengalami pertumbuhan dengan adanya bentuk daun yang semakin besar sehingga dapat membantu pada proses fotosintesis dari adanya bantuan sinar matahari yang cukup.

4.2.3 Analisis efisiensi penurunan *Total Suspended Solid* (TSS)

Nilai efisiensi dari penurunan TSS terlihat pada tabel 4.1 merupakan data hasil dari 4 kali proses sampling. Hasil setelah dianalisis menunjukkan pada parameter TSS menunjukkan adanya penurunan pada sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands*.



Gambar 4.3 Grafik rerata efisiensi Total Suspended Solid (TSS)

Pada grafik terlihat bahwa nilai TSS mengalami penurunan yang sangat signifikan pada sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands*, dengan hasil TSS yang mengalami penurunan yang signifikan sehingga membuat nilai dari hasil sistem *constructed wetlands* berada dibawah standar baku mutu yang ditetapkan pada peraturan pemerintah no 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air baku mutu air limbah golongan IV yaitu sebesar 100 mg/L.

Tabel 4.4 Persentase efisiensi penurunan TSS (%)

Titik sampling	Rerata konsentrasi awal (mg/L)	Rerata konsentrasi akhir (mg/L)	Efisiensi penurunan (%)
Inlet	692		
Outlet		11,875	98,28

Sumber: hasil penelitian 2021

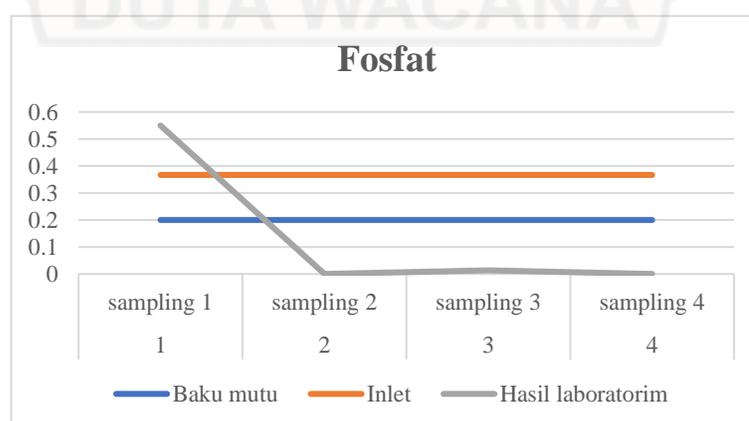
Untuk hasil presentase penurunan TSS pada tabel 4.3 dapat diketahui bahwa outlet dari sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands* mengalami penurunan dari hasil rerata sebesar 98,28%.

Berdasarkan hasil dari efisiensi penurunan TSS menunjukkan bahwa ada perbedaan yang sangat signifikan limbah sebelum diolah dan sesudah diolah dengan sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands*, dapat dilihat pada gambar 4.4. Tingginya nilai TSS pada limbah karena padatan tersuspensi tetapi tidak terlarut berupa lumpur, bakteri, nutrient (Peace & Richard, 2016). Maka dengan dilakukan pengolahan limbah menggunakan sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands* terlihat efisiensi penurunan pada tabel 4.4.

Hasil TSS yang sangat tinggi dapat mengakibatkan terjadinya pengurangan penetrasi cahaya matahari dalam badan air sehingga menghambat fotosintesis dan juga berdampak pada biota ada di dalam perairan (Muhammad dkk, 2020). Pada penelitian yang telah dilakukan Peace & Richard (2016), menyatakan bahwa kandungan TSS yang tidak terlarut di dalam air seperti pasir, lumpur, dan tanah liat. Penurunan nilai TSS yang signifikan pada tabel 4.4. karena penggunaan pasir halus yang berukuran 0,15 – 0,35 mm pada sistem *slow sand filter* dengan mempunyai kecepatan filtrasi lambat, yaitu 0,1 – 0,4 m/jam. Proses filtrasi terjadi pada sistem *slow sand filter* dengan adanya pembentukan lapisan biofilm pada bagian atas lapisan pasir halus yang disebut lapisan *schmutzdecke*. Lapisan *schmutzdecke* mengandung bakteri, fungi, protozoa, rotifera dan larva serangga air, selama air melewati *schmutzdecke* partikel akan terperangkap dan organik terlarut akan teradsorpsi, diserap dan dicerna oleh bakteri, fungi dan protozoa (Hamimal dkk, 2013). Kemudian terjadi efisiensi penurunan TSS karena bahwa pada sistem *constructed wetlands* dengan adanya ketersediaan nutrisi bagi mikroorganisme serta adanya faktor cahaya yang membantu dalam proses fotosintesis di dalam air, sehingga dengan beberapa media bebatuan, lumpur mendorong untuk padatan yang tersuspensi dengan ukuran yang kecil akan menempel pada akar tanaman serta juga akan terserap oleh biofilm.

4.2.4 Analisis efisiensi penurunan fosfat

Nilai efisiensi dari penurunan fosfat terlihat pada tabel 4.1 merupakan data hasil dari 4 kali proses sampling. Hasil setelah dianalisis menunjukkan pada parameter fosfat menunjukkan adanya penurunan pada sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands*.



Gambar 4.4 Grafik rerata efisiensi fosfat

Pada grafik menunjukkan bahwa pada nilai fosfat terjadi penurunan dengan sistem yang digunakan *slow sand filter* dan *constructed wetlands*. Dari hasil analisis fosfat diketahui bahwa nilai outlet yang dihasilkan berada di bawah standar baku mutu yang ditetapkan pada peraturan pemerintah no 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air baku mutu air limbah golongan IV yaitu sebesar 0,2 mg/L.

Tabel 4.5 Persentase efisiensi penurunan fosfat (%)

Titik sampling	Rerata konsentrasi awal (mg/L)	Rerata konsentrasi akhir (mg/L)	Efisiensi penurunan (%)
Inlet	0,367		
Outlet		0,282	23,30

Sumber: hasil penelitian 2021

Hasil presentase efisiensi penurunan fosfat pada tabel 4.3 dapat diketahui bahwa outlet dari sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands* mengalami penurunan dari hasil rerata sebesar 23,30 %.

Pada hasil efisiensi penurunan fosfat menunjukkan bahwa pada hasil sebelum diolah dan sesudah diolah menggunakan sistem *slow sand filter* dan *constructed wetland*, terlihat pada tabel 4.5. Tingginya fosfat pada saat sebelum diolah karena penggunaan deterjen pada pabrik pencacahan sampah plastik dengan skala yang besar, dimana fosfat merupakan salah satu nutrisi yang berpengaruh terhadap pertumbuhan alga dan mikroorganisme di dalam air, dengan adanya kandungan fosfat yang tinggi dapat menghasilkan eutrofikasi dan mempengaruhi pertumbuhan makhluk hidup yang ada di dalam perairan serta menghambat untuk penyinaran sinar matahari yang tidak bisa menembus lapisan air (Puspitahati & Bambang, 2012). Maka dilakukan pengolahan limbah dengan menggunakan sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands* terlihat efisiensi penurunan pada tabel 4.5.

Berdasarkan hasil efisiensi penurunan fosfat nilai penurunannya sangat besar, dengan adanya pengolahan menggunakan sistem *slow sand filter* dan *constructed wetlands*. Faktor utama yang berpengaruh adalah tanaman *Echinodorus palaefolius*, dimana fosfat merupakan sumber nutrisi bagi tanaman. Pada pengaruhnya tanaman menyerap nutrisi melalui akar dengan

lama waktu air limbah berada pada sistem *constructed wetlands* maka akan semakin kecil konsentrasi dari fosfat yang dihasilkan dalam air limbah (Ayu dkk, 2016). Menurut Musrito (2011), tanaman *Echinodorus palaefolius* dapat memanfaatkan bahan anorganik sebagai nutrisi hasil dekomposisi bahan organik yang dilakukan oleh bakteri yang banyak terdapat pada akar tanaman. Tinggi kandungan fosfat yang dihasilkan pada air limbah dapat membuat pertumbuhan lumut dan microalgae berlebihan serta dapat membuat air menjadi keruh dan juga berbau. Kemudian dengan adanya pertumbuhan lumut yang berlebihan akan membuat badan air tertutup sehingga berpengaruh pada sinar matahari yang masuk ke dalam air, dengan ini akan menyebabkan proses fotosintesis terhambat dan juga tanaman akan kekurangan nutrisi. Dalam efisiensi penurunan fosfat menghasilkan presentase yang besar karena pengaruh pada sistem *constructed wetlands* serta tanaman *Echinodorus palaefolius* yang menjadi faktor utama dalam penurunan kandungan fosfat.



BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

5.1.1 Pada penelitian dengan penggunaan sistem *slow sand filter* sangat optimal dalam penurunan pencemaran limbah bank sampah plastik, dengan adanya peran pasir halus dalam filtrasi yang berukuran 0,15 – 0,35 mm mampu mengadsorpsi senyawa pencemar. Peran sistem *constructed wetlands* juga sangat optimal dalam memfiltrasi dan mengadsorpsi senyawa – senyawa pencemar dengan adanya bantuan tanaman serta media yang ada pada sistem *constructed wetlands*.

5.1.2 Pada proses pengolahan limbah pabrik bank sampah plastik diketahui presentase penurunan pada parameter yang diuji adalah sebesar: COD: 7,74%, TDS: 62,56%, TSS: 98,28%, dan Fosfat: 23,30%.

5.2 Saran

5.2.1 Perlu dilakukan penelitian dengan mengubah pengujian parameter ataupun pengfokusan pada hasil buangan limbah dengan mengecek kondisi sungai yang menjadi buangan limbah apakah mencemari lingkungan maupun vegetasi dan makhluk hidup yang ada pada perairan.

5.2.2 Dikarenakan hasil dari proses *slow sand filter* dan *constructed wetlands* menunjukkan hasil di bawah standar baku mutu maka dapat dilanjutkan pada penelitian selanjutnya dengan metode tersebut dengan mengubah jenis limbahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Almeida. A., Catarino. A., Ribeiro C., Carvalho F., Prazeres A., (2016). VFCW applied to treatment of cheese whey wastewater pretreated by basic precipitation: Influence of bed depth. 15th IWA International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control, Gdańsk, Poland. pp 28–38.
- Angraini., Mumu S., Yulianti P. (2014). Studi Pengolahan Limbah Usaha Mandiri Rumah Tangga dan Dampak Bagi Kesehatan di Wilayah Kenjeran. Reka Lingkungan: Jurnal ITN. 2, 1-10.
- Angrika. R., Monik. K., & Muhammad. R., (2019). Efektivitas Penurunan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan pH Limbah Cair Industri Tahu dengan Tumbuhan Melati Air melalui Sistem *Sub-Surface Flow* Wetland. Jurnal Daur Lingkungan. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Batanghari. Jambi. pp 16 – 20.
- 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.
- Ayu. M. S., Iin. H., Sukarsono., (2016). Fitoremediasi Fosfat Limbah Cair Laundry Menggunakan Tanaman Melati Air *Echinodorus Palaefolius* dan Bambu Air *Equisetum hyemale*. Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang. pp 222 – 230.
- Fransiska. V.W., Yusniar. H., Nikie. A., (2018). Penurunan Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) Pada Limbah Cair Laundry Orens Tembalang Dengan Berbagai Variasi Dosis Karbon Aktif Tempurung Kelapa. Jurnal Kesehatan Masyarakat. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Diponegoro, Semarang. pp 137 – 139.
- Hamimal M.R., Nurina F., Nieke K., (2013). Uji Kemampuan *Slow Sand Filter* dalam Menurunkan Kekeruhan, COD, dan Total Coliform. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP – ITS., Surabaya. pp 1 – 4.
- Hiola, R., dan Ayini, N. (2017). Pengolahan Sampah Plastik dengan Metode Penyulingan Sederhana menjadi Minyak Mentah di Desa Dambalo Kecamatan Tomilito Kabupaten Gorontalo Utara. Laporan Akhir. Fakultas Olahraga dan Kesehatan. Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo.
- Hozairi, A. (2017). Pemanfaatan Limbah Gelas Plastik Air Mineral Sebagai Bahan Ukir Bertema Kehidupan Anak Jalanan. Jurnal Pendidikan Seni Rupa. 5(1): 19-26.
- 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.
- Kasman, M., Herawati, P., Aryani, N. (2018). Pemanfaatan tumbuhan melati air (*Echinodorus palaefolius*) dengan sistem *constructed wetlands* untuk pengolahan grey water. Jurnal Daur Lingkungan 1(1): 10–15.
- Kayombo S., Mbwette T.S.A. Katima J.H. Y, Ladegaard N., and Jorgensen S.E., (2000) “Waste Stabilisation Ponds and Constructed Wetlands Design Manual UNEP-IETC and DANIDA Publication.

- Kholidah, N., Faizal, M., Said, M. (2018). Polystyrene Plastic Waste Conversion into Liquid Fuel with Catalytic Cracking Process Using Al₂O₃ as Catalyst. *Science & Technology Indonesia*, 3, 1- 6.
- Mursito, B. 2011. *Tanaman Hias Berkhasiat Obat*. Penebar Swadaya, Depok. pp 27.
- Padmaningrum, T. R., Aminatun, T., Yuliati., (2014). Pengaruh Biomassa Melati Air (*Echinodorus palaefolius*) dan Teratai (*Nymphaea firecrest*) terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD, TSS, dan Derajat Keasaman Limbah Cair Laundry. *Jurnal Penelitian Saintek*, Vol. 19, Nomor 2, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Peraturan Pemerintah No 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dengan Baku Mutu Air Limbah Golongan IV.
- Peace. A., & Richard. B., (2016). *Wastewater Management*. Department of Agricultural Engineering, Faculty of Engineering Sciences, University of Ghana., Ghana. pp 379-396.
- Puspitahati, C., (2012), Studi Kinerja Biosand Filter dalam Mengolah Limbah Laundry dengan Parameter Fosfat, *Jurnal Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*. pp 2 – 12.
- Retnosari, A.A. & Shovitri, M., (2013). Kemampuan Isolat *Bacillus* sp. Mendegradasi Limbah Tangki Septik. *Sains dan Seni Pomits*, 2(1), pp. 7-11.
- Rukmi, D. P., Ellyke, Pujiati, R. S., (2013). Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, dan COD pada Air Limbah Laundry. *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa, Universitas Jember, Jember*.
- Sela. Z. A., dan Linda. N., (2019). Efektivitas Melati Air Dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan TSS Pada Air Limbah Laundry. *Jurnal SEOI – Fakultas Teknik Universitas Sahid Jakarta*. Jakarta. pp 1 - 12.
- Sigit. M., Bosman. Sg., & Dedek. D., (2012). Penampilan Saringan Pasir Lambat Pipa (SPL-P) Pada Berbagai Tinggi Genangan (HEADLOSS) Dalam Memisahkan Polutan Limbah Cair Industri Karet. *Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu., Jurnal Agroindustri*, Vol. 2 No. 2, pp 77 – 83.
- Stefanakis. A., Akrotos. C., Tsihrintzis. V. (2014). *Vertical flow constructed wetlands: eco-engineering systems for wastewater and sludge treatment*. Amsterdam, Netherlands. Elsevier Science. ISBN 978-0-12-404612-2 pp. 392.
- Thompson, R.C., C. J. Moore, F.S. vom Saal, S.H. Swan. (2009). *Plastics, the Environment and Human Health: Current consensus and future trends*. *Phil. Trans. R. Soc. B* 364: 2153 – 2166.
- Vymazal. J., (2010). *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*. Department of Landscape Ecology, Faculty of Environmental Sciences, Czech University of Life Sciences. Czech Republic. pp 530 – 549.
- Wahyu P. Utomo., Zjakra V. Nugraheni., Afifah Rosyidah., Ova M. Shafwah., Luthfi K. Naashihah., Nia Nurfitriah., Ika F. Ulfindrayani., (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya Menggunakan Karbon Aktif. *Akta Kimindo* Vol. 3(1), 127 – 140.

Wojciechowska. E., Gajewska. M. (2013). Partitioning of heavy metals in sub-surface flow treatment wetlands receiving high-strength wastewater. *Water Science and Technology*. Vol. 68. Iss. 2. pp. 486 – 493.

Zulfiana, D., Qomaliyah, E. N., Rohayu, E., dan Fatimaruzzahra. (2015). Hasil Observasi Industri Pengolahan Daur Ulang Sampah Plastik di beberapa Daerah. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Laporan Penelitian. Universitas Mataram, Mataram.

