

SKRIPSI

**PENGOLAHAN AIR LIMBAH *LAUNDRY*
MENGUNAKAN PROSES BIOREAKTOR
*DOWN-FLOW HANGING SPONGE***



Oleh :

KYKY FADHILA CINDYA PUTRI

NPM 1652010078

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2021**

SKRIPSI
**PENGOLAHAN AIR LIMBAH *LAUNDRY*
MENGUNAKAN PROSES BIOREAKTOR
*DOWN-FLOW HANGING SPONGE***



Oleh :

KYKY FADHILA CINDYA PUTRI
NPM 1652010078

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
2021**

**PENGOLAHAN AIR LIMBAH *LAUNDRY* MENGGUNAKAN
PROSES BIOREAKTOR *DOWN-FLOW HANGING SPONGE***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

KYKY FADHILA CINDYA PUTRI

NPM: 1652010078

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
SURABAYA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN
Skripsi / Tugas Akhir

**PENGOLAHAN AIR LIMBAH *LAUNDRY* MENGGUNAKAN
PROSES BIOREAKTOR *DOWN-FLOW HANGING SPONGE***

Disusun Oleh :

KYKY FADHILA CINDYA PUTRI
NPM: 1652010078

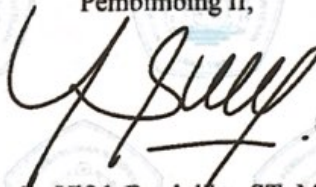
Telah Dipertahankan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal :

Menyetujui,
Pembimbing I,



Dr. Ir. Munawar Ali, MT
NIP. 19600401 198803 1 001

Pembimbing II,




Aulia Ulfa Farahdiba, ST, MSc
NIP. 172 1989 0106 060

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Dr. Dra. Jarayah, MP.
NIP. 19650403 199103 2 001

CURRICULUM VITAE

PENELITI				
Nama Lengkap	Kyky Fadhila Cindya Putri			
Fakultas/Program Studi	Fakultas Teknik/Teknik Lingkungan			
N.P.M	1652010078			
Tempat, Tanggal Lahir	Surabaya, 26 Agustus 1998			
Alamat	Jl. Jarsongo Kali No. 11, Surabaya			
Nomor Telepon/HP	081235169530			
E-mail	kykyfadhilacp@gmail.com			
PENDIDIKAN				
No.	Jenjang Edukasi	Intitusi	Program Studi	Tahun Kelulusan
1.	SD	SDN Jajartunggal I	-	2010
2.	SMP	SMPN 16 Surabaya	-	2013
3.	SMA	SMAN 18 Surabaya	IPA	2016
4.	Universitas	UPN "Veteran" Jawa Timur	Teknik Lingkungan	2020
TUGAS AKADEMIK				
No.	Tugas /Kegiatan	Judul/Tempat Pelaksanaan	Tahun	
1.	Kuliah Lapangan	SPAM Kartamantul, IPLT Sewon, Batik Danar Hadi, PT Mirota KSM	2019	
2.	Kuliah Kerja Nyata	Desa Sawahan, Kecamatan Sawahan, Kabupaten Nganjuk	2019	
3.	Kerja Praktik	PT. Pelabuhan Indonesia II (Persero) Cabang Tanjung Priok	2019	
4.	Tugas Perencanaan	Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik PT. Pelabuhan Indonesia II	2020	
5.	Skripsi	Pengolahan Air Limbah <i>Laundry</i> Menggunakan Proses Bioreaktor <i>Down-flow Hanging Sponge</i>	2021	
IDENTITAS ORANG TUA				
Nama Lengkap	Abdul Wachid			
Alamat	Jl. Jarsongo Kali No. 11, Surabaya			
Nomor Telepon	087836695572			
Pekerjaan	Pegawai Swasta			

ABSTRAK

Limbah *laundry* merupakan bahan *biodegradable* sehingga dalam pengolahannya sangat cocok menggunakan proses biologi. Salah satu pengolahan biologi yang cocok adalah menggunakan *Downflow Hanging Sponge* (DHS). DHS merupakan salah satu pengolahan biologi dengan metode *attached growth*. DHS menggunakan media spons yang menyediakan ruang tiga dimensi sebagai tempat mikroorganisme dapat tumbuh. Tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektifitas pengolahan limbah *laundry* dalam menurunkan kadar pencemar menggunakan DHS sehingga memenuhi baku mutu. Variabel yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu media, debit, dan HRT. Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa media spons selulosa dengan HRT 3 jam paling optimum dalam menurunkan COD dengan kisaran 62-90%, BOD dengan kisaran 56-82%, TSS dengan kisaran 80-92%, Fosfat dengan kisaran 21-72%, lalu MBAS dengan kisaran 27-76%.

Kata Kunci : *Downflow Hanging Sponge* (DHS), Air Limbah Laundry, *Biofilter*

ABTRACK

Laundry waste is a biodegradable material so it is very suitable to use biological processes. One of them suitable biological treatments is using Downflow Hanging Sponge (DHS). DHS is a biological treatment with an attached growth method. DHS uses a sponge medium that provides a three-dimensional space in which microorganisms can grow. The purpose of this study was to determine the effectiveness of laundry waste treatment in reducing pollutant levels using DHS so that it meets quality standards. The variables used in this study are media, debit, and HRT. Based on the results of the study, it showed that cellulose sponge media with 3 hours of HRT was the most optimum in reducing COD in the range of 62-90%, BOD in the range of 56-82%, TSS in the range of 80-92%, Phosphate in the range of 21-72%, and then MBAS with a range of 27-76%.

Kata Kunci : *Downflow Hanging Sponge (DHS), Laundry Wastewater, Biofilter*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengolahan Air Limbah *Laundry* Menggunakan Proses Bioreaktor *Down-flow Hanging Sponge*”.

Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam mencapai gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Tugas akhir ini dapat tersusun atas kerja sama dan berkat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Dra. Jariyah, MP, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT, selaku Kepala Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Dr. Ir. Munawar Ali, MT, dan Aulia Ulfah Farahdiba, ST, Msc, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan, serta motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Okik Hendriyanto Cahyonugroho, ST, MT, selaku Dosen Wali yang banyak membantu dan memotivasi penulis selama masa perkuliahan.
5. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT, dan Firra Rosariawari, ST, MT, selaku Dosen Penguji skripsi yang telah banyak memberikan masukan, saran serta pengarahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Keluarga dan teman-teman yang telah banyak membantu memberikan dukungan baik secara moral maupun secara material.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini nantinya dapat digunakan dan bermanfaat bagi penulis dan bagi semua pihak.

Surabaya, 3 November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR/ GRAFIK	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABTRACK</i>	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Lingkup Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Air Limbah	4
2.2 Air Limbah <i>Laundry</i>	4
2.2.1 Karakteristik Limbah <i>Laundry</i>	5
2.2.2 Deterjen	7
2.2.3 Surfaktan	8
2.2.4 Fosfat.....	9
2.2.5 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	10
2.2.6 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	12
2.2.7 <i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	13
2.3 Proses Pengolahan Air Limbah	14
2.4 Pengolahan Biologis.....	15
2.4.1 <i>Suspended growth reactor</i> atau reaktor pertumbuhan tersuspensi..	16
2.4.2 <i>Attached growth reactor</i> atau reaktor pertumbuhan melekat.....	16
2.4.3 Proses Pengolahan Biologis Kondisi Anaerob.....	20
2.4.4 Proses Pengolahan Biologis Kondisi Aerob	22
2.5 Pengolahan Air Limbah dengan Biofilter	24

2.6	Biofilm.....	25
2.7	<i>Down-flow Hanging Sponge</i>	28
2.7.1	Konsep DHS	30
2.7.2	Prinsip Kerja	35
2.7.3	Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja	35
2.7.4	Kelebihan Reaktor DHS.....	39
2.8	Penelitian Terdahulu.....	40
BAB III METODE PENELITIAN.....		43
3.1	Kerangka Penelitian	43
3.2	Ide Penelitian	46
3.3	Studi Literatur.....	46
3.4	Bahan dan Alat	46
3.5	Spesifikasi Alat.....	48
3.6	Cara Kerja.....	49
3.6.1	Seeding	49
3.6.2	Aklimatisasi	50
3.6.3	Running.....	50
3.7	Variabel dan Parameter	52
3.8	Analisis	53
3.9	Jadwal Pelaksanaan	54
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		55
4.1	Karakteristik Air Limbah	55
4.2	Seeding dan Aklimatisasi	56
4.3	Penurunan Konsentrasi Pencemar Air Limbah Laundry terhadap Variasi Waktu Tinggal	58
4.4	Analisis Jenis Media terhadap Efisiensi Removal Parameter Pencemar Air Limbah Laundry	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		72
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		74

LAMPIRAN A	76
LAMPIRAN B	92
LAMPIRAN C	100
LAMPIRAN D	106

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Air Limbah <i>Laundry</i>	6
Tabel 2. 2 Kriteria Mutu Air Limbah Kegiatan <i>Laundry</i>	6
Tabel 2. 3 Klasifikasi <i>Trickling Filter</i>	17
Tabel 2. 4 Kriteria Desain <i>Trickling Filter</i>	17
Tabel 2. 5 <i>Trickling Filter Dosing Rate</i>	18
Tabel 2. 6 Kriteria Desain RBC	19
Tabel 2. 7 Klasifikasi Temperatur dari Proses Biologi	23
Tabel 2. 8 Penelitian Terdahulu	40
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat	48
Tabel 3. 2 Matrix Variabel Penelitian	53
Tabel 3. 3 Skedul Penelitian.....	54
Tabel 4. 1 Kandungan Air Limbah Laundry Sebelum diolah Downflow Hanging Sponge.....	56
Tabel 4. 2 Hasil Analisa COD Selama Seeding dan Aklimatisasi.....	57
Tabel 4. 3 Persen Efisiensi Penyisihan Parameter Air Limbah Laundry yang diolah Downflow Hanging Sponge Menggunakan Media A.....	59
Tabel 4. 4 Persen Efisiensi Penyisihan Parameter Air Limbah Laundry yang diolah Downflow Hanging Sponge Menggunakan Media B	59
Tabel 4. 5 Uji Normalitas Data	60

DAFTAR GAMBAR/ GRAFIK

Gambar 2. 1 Deterjen untuk Bahan Pencuci	5
Gambar 2. 2 Reaksi Pembentukan Deterjen	8
Gambar 2. 3 Mekanisme Penguraian Substrat	22
Gambar 2. 4 Pertumbuhan dan Perkembangbiakan Sel Bakteri yang Menempel pada Permukaan Benda Padat.	27
Gambar 2. 5 Penempelan dan Pelepasan dari Sel Bakteri maupun Beberapa Partikel Lain dan Bentuk dari Biofilm	28
Gambar 2. 6 Performa DHS dengan berbagai jenis spons dalam pengolahan limbah	29
Gambar 2. 7 Konseptual Medium Spons DHS Tipe Kubus	30
Gambar 2. 8 Reaktor DHS milik El-Tabl et al, 2018.....	32
Gambar 2. 9 reaktor DHS milik Tawfik et al, 2014.....	33
Gambar 2. 10 Reaktor DHS milik Nguyen et al, 2018	34
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian	45
Gambar 3. 2 Reaktor Down-flow Hanging Sponge	49
Gambar 4. 1 Media A dan B yang masih bersih	64
Gambar 4. 2 Biofilm yang melekat pada media A dan B pada hari ke 5-10	65
Gambar 4. 3 Biofilm yang melekat pada media A dan B pada hari ke 15-20	65
Gambar 4. 4 Biofilm yang melekat pada media A dan B pada hari ke 15-20	66
Gambar 4. 5 Analysis of variance antara efisiensi removal dengan HRT pada Media A.....	62
Gambar 4. 6 Analysis of variance antara efisiensi removal dengan HRT pada Media B	63
Gambar 4. 7 Jenis Media terhadap Efisiensi Removal Parameter Pencemar Air Limbah Laundry.....	69
Gambar 4. 8 Analysis of variance antara efisiensi removal dengan media	70