

DAFTAR PUSTAKA

- Anggarani, I. P. A. D. (2015). *Penurunan BOD, COD dan Fosfat Pada Air Limbah Laundry Menggunakan Biosand Filter Di Laundry "DEJEBA" Sidoarjo*. Skripsi Teknik Lingkungan. Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.
- Asadiya, A., Karmaningroem, N. (2018). *Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan, dan Filtrasi Media Zeolit-Arang Aktif*. Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Jurnal Teknik ITS Vol. 7, No. 1, (2018) ISSN: 2337-3539.
- Attanandana, T., Pattnaik, R., Yost, R.S., Porter, G., Masunaga, T. (2007). *Improving Multi-Soil-Layer (MSL) System Remediation of Dairy Effluen*. Ecological Engineering, 32,1-10.
- Badan Pusat Statistik Jawa Timur. (2019). *Provinsi Jawa Timur Dalam Angka Tahun 2019*.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian mengenai *Pengertian Tanah Andosol*.
- Hadrah., Kasman, M., Septiani, K. T. (2019). *Analisis Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Laundry dengan Multi Soil Layering (MSL)*. Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Batanghari. Jurnal Daur Lingkungan, Vol. 2 (1), hlm 36-41. ISSN 2615-1626.
- Haribowo, R., Yoshimura, M., Sekine, M., Imai, T., Yamamoto, K., Higuchi, T. (2017). *Behavior Of Toxicity In River Basins Dominated By Residential Areas*. Contemporary Engineering Sciences, 10 (7), 305-315.
- Haribowo, R., Megah, S., Rosita, W. (2019). *Efisiensi Sistem Multi Soil Layering Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Pada Daerah Perkotaan Padat Penduduk*. Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Jurnal Teknik Pengairan, Vol. 10 No. 1, hlm 11-27.

- Herman, W., Darmawan., Gusnidar. (2017). *Pemanfaatan Tanah Vulkanik dalam Sistem Multiple Soil Layering (MSL) Terhadap Pemurnian Air Irigasi Terpolusi*. Jurnal Bibiet 2 (2), hlm 49-59. ISSN : 2502-0951.
- Indriyanti. (2003). *Proses Pembenuhan (Seeding) dan Aklimatisasi Pada Reaktor Tipe Fixed Bed*. Penelitian Pusat Pengkajian Penerapan Teknologi Lingkungan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- Irmanto., Suyata. (2009). *Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Di Desa Kalisari Kecamatan Cilongok Dengan Metode Multi Soil Layering*. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman. Molekul, Vol. 4. No. 1. Mei, 2009 : 21–32.
- Jannah, F, H, S. (2017). *Pengaruh Tinggi Media Pasir Silika Terhadap Penyisihan Kekeruhan Pada Unit Filtrasi Pengolahan Air Minum*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lanskap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia.
- Kasman, M., Herawati, P., Hikmah. (2017). *Pengolahan Leachate dengan Menggunakan Multi Soil Layering (MSL)*. Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari, 14(3). PIISSN 1411-8939, E-ISSN 2549–4236.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 tentang *Baku Mutu Air Limbah Domestik*.
- Kholif, M. A., Sutrisno, J., Prasetyo, I. D. (2018). *Penurunan Beban Pencemar Pada Limbah Domestik Dengan Menggunakan Moving Bed Biofilter Reaktor (MBBR)*. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas PGRI Adi Buana (UNIPA) Surabaya. Al-Ard:Jurnal Teknik Lingkungan, Vol.4 No.1 (01-09). p-ISSN: 2460-8815, e-ISSN: 2549-1652.
- Lahbib, L., Ouazzani, N., Masunaga, T., Hejjaj, A., Bouhoum, K., Mahi, M., Laila, M. (2016). *Domestic Wastewater Disinfection By Combined Treatment Using Multi-Soillayering System And Sand Filters (MSL-SF): A laboratory pilot study*. Ecological Engineering 91, 294–301.
- Luanmanee, S., Boonsook, P., Attanandana, T., Saitthiti, B., Panichajakul, C., Wakatsuki, T. (2002). *Effect of Intermitten Aeration Regulation of a Multi-*




- Soil-Layering System on Domestic Wastewater Treatment in Thailand. Ecological Engineering*, 18(4), 415-428.
- Masunaga, *et al.* (2007). *Characteristics of Wastewater Treatment Using a Multi Soil Layering System in Relation to Wastewater Contamination Levels and Hydraulic Loading Rate. Soil Science and Plant Nutrition: Japan.*
- Masunaga, T., Sato, K., Mori, J., Shirahama, M., Kudo, H., Wakatsuki, T. (2010). *Characteristics Of Wastewater Treatment Using A Multi-Soil-Layering System In Relation To Wastewater Contamination Levels And Hydraulic Loading Rates. Soil Science And Plant Nutrition*, 53 (2), 215-223.
- Megah, S., Haribowo, R. (2018). *Efisiensi Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Metode Multi Soil Layering.*
- Metcalf dan Eddy. (2004). *Waste Water Engineering, Treatment and Reuse.* New York: Mc Grawhill Inc.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2014 tentang *Baku Mutu Limbah Cair.*
- Pratama, M. A. (2008). *Penurunan Kadar Detergen Pada Limbah Cair Laundry dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter yang Diikuti Reaktor Activated Carbon.* Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Sabar, R. (2007). *Pengantar Metodologi Penelitian.* FKIP. Universitas Muria Kudus.
- Sihombing, J. B. F. (2007). *Penggunaan Media Filtran Dalam Upaya Mengurangi Beban Cemar Limbah Cair Industri Kecil Tapioka.* Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Sugiharto. (2008). *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah.* Jakarta: UI-Press.
- Sugito. (2017). *Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Buangan.* Edisi 1. Surabaya: Unipress.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.* (Cetakan ke 14). Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D.* Bandung: Alfabeta.




- Sulastuti, I., *et al.* (2019). *Pengaruh Perbandingan Jumlah Media Filter (Pasir Silika, Karbon Aktif, Zeolit) Dalam Kolom Filtrasi Terhadap Kualitas Air Mineral*. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tungadewi.
- Suoth, A. E., Nazir, E. (2016). *Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga (Grey Water) Pada Salah Satu Perumahan Menengah Keatas Yang Berada Di Tangerang Selatan*. Ecolab, Vol. 10 No. 2, hlm 47–102.

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

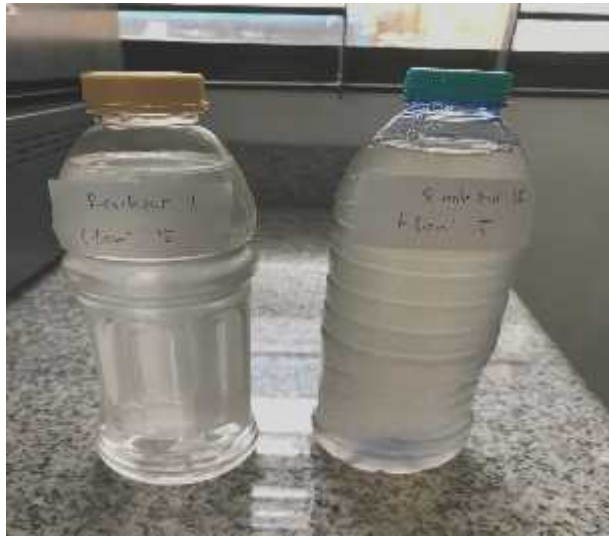
NO	GAMBAR	KETERANGAN
1		Air limbah domestik yang akan digunakan sebagai air sampel penelitian
2		Proses pencucian media yang akan digunakan dalam penelitian
3		Reaktor yang akan digunakan pada proses penelitian

4		<p>Proses Seeding dan aklimatisasi pada kedua reaktor selama 7 hari</p>
5		<p>Pada proses seeding dan aklimatisasi ditandai dengan munculnya lapisan biofilm (lapisan seperti lendir) yang menandakan bahwa telah terjadi pertumbuhan mikroba pada media dalam reaktor dan reaktor siap untuk digunakan</p>
6		<p>Proses running kedua reaktor</p>

7		Pengambilan sampel pada reaktor I
8		Pengambilan sampel pada reaktor II
9		Sampel air hasil treatment hari pertama

10		Sampel air hasil treatment hari kedua
11		Sampel air hasil treatment hari ketiga
12		Sampel air hasil treatment hari keempat

13



Sampel air hasil
treatment hari kelima

Lampiran 2. Prosedur Analisa

1) Analisa Nilai Permanganat (KMnO₄)

a. Bahan dan Alat

1. Larutan asam sulfat (H₂SO₄) 4N
2. Larutan Asam Oksalat
3. Larutan Kalium Permanganat (KMnO₄)
4. Pemanas Listrik
5. Buret 25 ml atau 50 ml
6. Erlenmeyer 250 ml
7. Gelas ukur 100 ml
8. Pipet 10 ml/5 ml

b. Prosedur Analisa

1. Tuangkan air sampel sebanyak 100 ml dengan gelas ukur
2. Tambahkan 2,5 ml asam sulfat 4 N
3. Tambahkan beberapa tetes larutan Kalium Permanganat 0,01 N hingga terjadi warna merah muda
4. Panaskan hingga mendidih selama 1 menit
5. Tambahkan 10 ml larutan Kalium Permanganat 0,01 N
6. Panaskan hingga mendidih selama 10 menit
7. Tambahkan 1 ml larutan asam oksalat 0,1 N dan tunggu sampai air menjadi jernih
8. Titrasi dengan kalium permanganat 0,01 N sampai timbul warna merah muda
9. Hitung nilai permanganat dengan menggunakan rumus berikut:

$$KMnO_4 = \frac{1}{V \cdot N} [\{ (10 + a) \times N \} - (1 \times 0,1)] \times 31,6$$

Dimana: a = ml titrasi larutan KMnO₄

N = normalitas larutan KMnO₄

2) Analisa BOD

a. Bahan dan Alat

1. Larutan Buffer Fosfat
2. Larutan Magnesium Sulfat
3. Larutan Kalium Klorida
4. Larutan Feri Klorida
5. Bubuk Inhibitor
6. Larutan Mangan Sulfat
7. Larutan pereaksi oksigen
8. Indikator amilum
9. Asam sulfat pekat
10. Larutan standart natrium thiosulfat 0,0125 N
11. Aerator
12. Drum atau ember untuk air pengencer
13. Botol winkler 300 ml 2 buah dan 150 ml 2 buah
14. Inkubator dengan suhu 20°C
15. Labu takar 500 ml
16. Pipet 10 ml dan 5 ml
17. Gelas ukur 100 ml
18. Buret 25 ml atau 50 ml
19. Erlenmeyer 250 ml

b. Prosedur Analisa

- Pembuatan Air Pengencer

Air pengencer tergantung banyaknya sampel yang akan dianalisa dan prosedur pengencerannya:

1. Tambahkan 1 ml larutan buffer fosfat per liter air
2. Tambahkan 1 ml larutan magnesium sulfat per liter air
3. Tambahkan 1 ml larutan kalium klorida per liter air
4. Tambahkan 1 ml larutan ferri klorida per liter air
5. Tambahkan 10 mg bubuk inhibitor
6. Aerasi minimal selama 2 jam

- Prosedur BOD

1. Siapkan 1 buah labu takar 500 ml dan tuangkan sampel tambahkan air pengencer.
2. Siapkan 2 botol winkler 300 ml dan 2 botol winkler 150 ml.
3. Tuangkan air dalam labu takar tadi ke dalam botol winkler 300 ml dan 150 ml sampai tumpah.
4. Tuangkan air pengencer ke botol winkler 300 ml dan 150 ml sebagai blanko sampai tumpah.
5. Masukkan kedua botol winkler 300 ml kedalam incubator 20°C selama 5 hari, kedua botol winkler 150 ml yang berisi air dianalisa oksigen terlarutnya yaitu:
 - a) Tambahkan 1 ml larutan Mangan sulfat
 - b) Tambahkan 1 ml larutan pereaksi oksigen
 - c) Botol ditutup dengan hati- hati agar tidak ada gelembung udara
 - d) Biarkan gumpalan mengendap selama 5-10 menit
 - e) Tambahkan 1 ml Asam sulfat pekat, tutup dan balik-balikan
 - f) Tuangkan 100 ml larutan ke dalam Erlenmeyer 250 ml
 - g) Titrasi dengan larutan natrium Thiosulfat 0,0125 N sampai warna menjadi coklat muda.
 - h) Tambahkan 3-4 tetes indicator Amilum dan titrasi dengan Natrium Thiosulfat hingga warna biru hilang. Setelah 5 hari, analisa ke dua larutan dalam botol winkler 300 ml dengan analisa oksigen terlarut dan hitung oksigen terlarut dari BOD (SNI 6989.72.2009).

3) Analisa COD

a. Bahan dan Alat

1. Larutan Kalium Dikromat ($K_2Cr_2O_7$)
2. Kristal Perak Sulfat (Ag_2SO_4) dicampur dengan asam sulfat (H_2SO_4)
3. Kristal merkuri sulfat (Hg_2SO_4)
4. Larutan Standar FAS 0,05 N
5. Larutan Indikator Fenatrolin Fero Sulfat (Feroin)
6. Buret 50 ml
7. Erlenmeyer 250 ml
8. Alat refluks dan pemanasnya
9. Pipet 10 ml dan 5 ml
10. Tabung reaksi
11. Beker glass 50 ml

b. Prosedur Analisa

1. Siapkan 2 tabung untuk blanko dan 2 untuk sampel.
2. Tuangkan 20 ml air sampel dan 20 ml air aquadest (sebagai blanko).
3. Tambahkan 2 ml larutan campuran H_2SO_4 dan Ag_2SO_4 .
4. Tambahkan 2 ml larutan K_2CrO_7 0,1 N.
5. Nyalakan alat pemanas dan refluks larutan tersebut selama 2 jam.
6. Lepaskan tabung dari pemanas dan tunggu samapai dingin.
7. Tambahkan 3- 4 tetes indikator feroin.
8. Titrasi dengan Larutan FAS 0,05 N hingga warna merah kecoklatan.
9. Apabila langsung terbentuk warna merah sebelum titrasi maka ulangidengan pengenceran.
10. Hitung COD sampel dengan rumus berikut (SNI 6989.72.2009).

$$COD (mg/IO_2) = \frac{(a-t) \times N \times 8}{V_1 \times S_2} \times F \times P$$

Lampiran 3. Hasil Uji Laboratorium

**HASIL UJI NILAI PERMANGANAT, BOD₅, COD, PH DAN SUHU DI
LABORATORIUM TEKNIK LINGKUNGAN UNIVERSITAS PGRI ADI
BUANA SURABAYA**

1. Karakteristik Awal

Parameter	Baku Mutu (mg/l)*	Kadar (mg/l)
BOD₅	30	230
COD	50	455
pH	6-9	6.7

2. Nilai Permanganat

Hari	A (mg/l)	B (mg/l)
1	25.2	28.4
2	28.4	25.2
3	27	30.6
4	32.5	31
5	34	33.3
6	34.6	34
7	35	34.2

3. pH dan Suhu

Hari Ke-	A		B	
	Suhu (°C)	pH	Suhu (°C)	pH
1	30	6.3	30	6.4
2	31	6.5	31	6.4
3	30	6.1	30	6.2
4	30	6	30	6.3
5	31	6	30	6

4. BOD₅

BOD Hari Ke-	A (mg/l)	B (mg/l)
1	73	90
2	60	70
3	48	68
4	28	33
5	20	39

5. COD

COD Hari Ke-	A (mg/l)	B (mg/l)
1	219.52	235.2
2	156.8	172.48
3	78.4	109.76
4	31.36	47.04
5	47.04	62.72



Unipa Surabaya

UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA FAKULTAS TEKNIK

Program Studi : Teknik Lingkungan – Perencanaan Wilayah Kota
Teknik Industri – Teknik Elektro - PVKK

KAMPUS II: Jl. Dukuh Menanggal XII/4 ☎ (031) 8281181 Surabaya 60234

Website : www.ft.unipasby.ac.id E-mail : ft@unipasby.ac.id

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Form TA-03

Nama	: Debby Aroem Sari	
NIM	: 163800049	
Program Studi	: Teknik Lingkungan	
Pembimbing	: Muhammad Al Kholif, ST., MT	
Periode Bimbingan	: Gasal/Genap*) Tahun 2019 / 2020.	
Judul Tugas Akhir	Penurunan Kadar BOD5 dan COD Pada Air Limbah Domestik Dengan Sistem <i>Multi Layering</i>	

KEGIATAN KONSULTASI / BIMBINGAN

No	Tanggal	Materi pembimbingan	Keterangan	Paraf
1	13 April 2020	Penentuan Topik/Judul Tugas Akhir	ACC	
2	22 April 2020	Desain Reaktor dan Bahan Penelitian	ACC	
3	4 Mei 2020	Rancangan Penelitian	REV	
4	15 Mei 2020	BAB I, II dan III	ACC	
5	27 Mei 2020	Rencana Penelitian Pendahuluan	ACC	
6	1 Juni 2020	Seeding dan Aklimatisasi	REV	
7	18 Juni 2020	BAB IV dan V	REV	
8	30 Juni 2020	Analisis Data dan Interpretasi	ACC	
9	13 Juli 2020	Pembahasan dan Abstrak	ACC	
10	17 Juli 2020	BAB I-V dan Abstrak	ACC	

Dinyatakan selesai tanggal :17.....Juli..... 2020.

Mengetahui,
Ketua Program Studi,

Muhammad Al Kholif, ST., MT

Pembimbing,

Muhammad Al Kholif, ST., MT

Surabaya, 17 Juli 2020.

Mahasiswa,

Debby Aroem Sari



UNIVERSITAS PGRI ADI BUANA SURABAYA

FAKULTAS TEKNIK

Program Studi : Teknik Lingkungan – Perencanaan Wilayah Kota
Teknik Industri – Teknik Elektro - PVKK

KAMPUS II: Jl. Dukuh Menanggal XII/4 ☎ (031) 8281181 Surabaya 60234
Website : www.ft.unipasby.ac.id E-mail : ft@unipasby.ac.id

FORM REVISI SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Debby Aroem Sari
NIM : 163800049
Fakultas / Progdi : Teknik/Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : Penurunan Kadar BOD5 dan COD Pada
Air Limbah Domestik Dengan Sistem
Multi Layering

Ujian Tanggal :

No Bab.	Tanggal	Materi Konsultasi	Keterangan Catatan	Tanda Tangan Penguji
I	4/8 2020	bab III - Desain	Desain	
II		- Debit	Desain	
III	4/8 2020	Pembahasan.	RU	
IV	6/8 2020	kerangka	HCC	
V				

Disetujui Dosen Penguji
Pada Tanggal 6 Agustus 2020

Penguji I

(Drs. Pungut Asmoro, ST., MT)

Penguji II,

(Dra. Indah Nurhayati, ST., MT)

- Penyelesaian Revisi paling lambat 2 minggu dari pelaksanaan Ujian Skripsi.
 - Pengetikan, penjilidan, penandatanganan Skripsi dan mengumpulkan Skripsi paling lambat 2 minggu dari revisi.
- Apabila sampai batas waktu tersebut (point 1, a dan b) mahasiswa belum menyelesaikan revisi dan tanda tangan, maka **Ujian dinyatakan Gugur.**
- Foto copy Form Revisi diserahkan ke Program Studi.
 - Skripsi yang sudah direvisi diserahkan ke Fakultas tiga eksemplar untuk dijilid.