

TUGAS AKHIR
PENGOLAHAN LIMBAH *LAUNDRY*
MENGGUNAKAN METODE FITOREMEDIASI DAN
FILTRASI

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



FATHUR RACHMAN

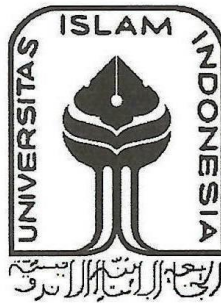
18513160

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2022

TUGAS AKHIR
PENGOLAHAN LIMBAH *LAUNDRY*
MENGGUNAKAN METODE FITOREMEDIASI DAN
FILTRASI

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



FATHUR RACHMAN
18513160

Disetujui,
Dosen Pembimbing

Eko Siswovo, ST, MSc.ES, Ph.D.

NIK: 025100406

Tanggal:

Mengetahui,
Kepala Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII

Dr. Eng. Awaluddin Nurmianto, S. T., M.Eng.

NIK: 095310403

Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

PENGOLAHAN LIMBAH *LAUNDRY* M MENGUNAKAN METODE FITOREMEDIASI DAN FILTRASI

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Kamis

Tanggal : 16 November 2022

Disusun Oleh :

FATHUR RACHMAN

18513160

Tim Penguji :

Eko Siswoyo, S.T., M.Sc.ES., Ph.D ()

Dr.Andik Yulianto, S.T., M.T ()

Dr. Joni Aldilla Fajri, S.T., M.Eng ()



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggilainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh,serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 20 Juli 2022

Yang membuat pernyataan,


FAHUK RACHMAN
NIM:18513160



PRAKATA

Alhamdulillah rabbil alamin penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala berkah dan karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak 01 Juni 2022 ini adalah Pengolahan Limbah *Laundry* Menggunakan Reaktor Portable. Laporan Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar sarjana di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Laporan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Allah SWT karena telah memberikan nikmat yang tidak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ayah Edi Sofyan dan Nina Rosana selaku ayah dan bunda penulis yang selalu memberikan dukungan, nasehat, dan doa yang tak ada habisnya sedari dini.
3. Bapak Eko Siswoyo, ST, MSc.ES, MSc, Ph.D. Selaku bapak penulis selama berkuliah di Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII yang selalu membimbing baik dari akademik, non akademik, hingga tugas akhir ini.
4. Pengurus Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP UII yang telah membersamai penulis selama perkuliahan hingga pengerjaan tugas akhir.
5. Saudara-saudari satu tingkat Program Studi Teknik Lingkungan angkatan 2018 yang selalu memberi dukungan penuh selama masa kuliah penulis.
6. Muhammad Faridh Al Fadhli, S.T yang telah membantu tugas akhir penulis.
7. Semua teman-teman penulis yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis hingga di titik ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk laporan ini agar lebih mendekati dari kata sempurna. Semoga laporan ini dapat menjadi

referensi penelitian yang berguna bagi nusa dan bangsa.

Yogyakarta, September 2022

Penulis,

FATHUR RACHMAN



ABSTRAK

Limbah *laundry* dominan berasal deterjen yang merupakan bahan yang dapat mencemari lingkungan (non-biodegradable) sehingga harus dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke badan air. Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah *laundry* yang diambil dari usaha *laundry* di daerah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat keefektifan reaktor dalam mengurangi kandungan limbah *laundry* dengan parameter TDS, TSS, COD dan Deterjen dengan metode Fitoremediasi yang menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes*) dan Filtrasi yang menggunakan karbon aktif dengan ukuran 2 cm, zeolite dengan ukuran 2cm dan pasir silika dengan ukuran 0,3 cm. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan botol jerigen 2 liter kemudian dimasukkan ke dalam reaktor fitoremediasi dan di lanjutkan ke dalam reaktor filtrasi. Pengolahan limbah *laundry* yang menggunakan reaktor dengan metode fitoremediasi dan filtrasi mampu menurunkan kadar COD sebesar 91% (COD inisial 1033,7 mg/L), TSS sebesar 13% (TSS inisial 33,7 mg/L), TDS sebesar 28% (TDS inisial 497,5mg/L), dan Deterjen sebesar 98% (Deterjen inisial 262,4 mg/L) dengan waktu perendaman pada reaktor fitoremediasi adalah 3 hari. Pengurangan nilai TDS, TSS, COD dan Deterjen diakibatkan adanya penyerapan kadar air limbah dalam reaktor fitoremediasi dan reaktor filtrasi sehingga menghasilkan TDS, TSS, COD dan Deterjen yang telah memenuhi baku mutu berdasarkan Perda DIY nomor 7 tahun 2016.

Kata kunci : COD, Deterjen, Filtrasi, Fitoremediasi, TDS, TSS

ABSTRACT

*Laundry waste is dominantly derived from detergent which is a material that can pollute the environment (non-biodegradable) so it must be treated before being discharged into water bodies. The object used in this study is laundry waste taken from a laundry business in the Yogyakarta area. This study aims to test the effectiveness of the reactor in reducing the content of laundry waste with parameters TDS, TSS, COD and Detergent with the Phytoremediation method using apu wood (*Pistia Stratiotes*) and Filtration using activated carbon with a size of 2 cm, zeolite with a size of 2 cm and silica sand with a size of 0.3 cm. Sampling was carried out using a 2 liter jerry can bottle and then put into the phytoremediation reactor and continued into the filtration reactor. Laundry waste treatment using a reactor with phytoremediation and filtration methods was able to reduce COD levels by 91% (initial COD 1033.7 mg/L), TSS by 13% (initial TSS 33.7 mg/L), TDS by 28% (TDS initials 497.5 mg/L), and 98% detergent (initial detergent 262.4 mg/L) with immersion time in the phytoremediation reactor is 3 days. The reduction in the value of TDS, TSS, COD and Detergents is due to the absorption of wastewater content in the phytoremediation reactor and filtration reactor so as to produce TDS, TSS, COD and Detergents that have met the quality standards based on the DIY Regional Regulation number 7 of 2016.*

Keywords: COD, Detergent, Filtration, Phytoremediation, TDS, TSS

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	1
TUGAS AKHIR.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Limbah Laundry Secara Umum	5
2.2 Peraturan Mengenai Limbah Laundry	5
2.3 Karakteristik Limbah Laundry	6
2.3.1 Deterjen.....	6
2.3.2 COD.....	6
2.3.3 Kandungan Limbah Laundry Menurut Beberapa Penelitian.....	7
2.4 Kasus Pencemaran Limbah Laundry	7
2.4.1 Sungai Bekasi, Jawa Barat.....	7
2.4.2 Sungai Citarum, Jawa Barat.....	8
2.5 Teknologi Pengolahan Limbah Laundry	8

2.6	Konsep Pengolahan Reaktor	9
2.6.1	Fitoremediasi	9
2.7.1	Sedimentasi	11
2.7.2	Filtrasi	11
2.7.3	Adsorpsi	11
2.8	Media Filter	11
2.8.1	Pasir Silika	12
2.8.2	Zeolit	12
2.8.3	Karbon Aktif	13
BAB III METODE PENELITIAN		15
3.1	Waktu dan Lokasi Penelitian	15
3.2	Alat dan Bahan	15
3.3	Variabel Penelitian	15
3.4	Tahapan Penelitian	16
3.4.1	Tahap Pelaksanaan	16
3.5	Desain Reaktor	17
3.5.1	Reaktor Fitoremediasi	17
3.5.2	Reaktor Filtrasi	18
3.6	Pembuatan Prototype Reaktor Fitoremediasi dan Filtrasi	18
3.7	Cara kerja reaktor	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	Pengolahan Air Limbah Laundry	21
4.2	Penentuan Material	21
4.3	Karakteristik Sampel (C)	22
4.3.1	Karakteristik Sampel Hari ke-0	22
4.3.2	Karakteristik Sampel Hari ke-1	23
4.3.3	Karakteristik Sampel Hari ke-2	24
4.3.4	Karakteristik Sampel Hari ke-3	25
4.4	Analisis Persentase Removal	26
4.4.1	Analisis Persentase Removal hari ke-1	26
4.4.2	Analisis Persentase Removal hari ke-2	26
4.4.3	Analisis Persentase Removal hari ke-3	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		29
5.1	Kesimpulan	30

5.2	Saran.....	30
	DAFTAR PUSTAKA	31
	LAMPIRAN.....	35



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Peraturan Baku Mutu Limbah <i>Laundry</i> Menurut Peraturan Gubernur D.I Yogyakarta	6
Tabel 2. 2 Karakteristik Limbah <i>Laundry</i> Berdasarkan Beberapa Parameter	7
Tabel 2. 3 penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk mengolah limbah <i>laundry</i>	8
Tabel 3. 1 Tabel Material yang dipakai pada reaktor filtrasi	18



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tanaman Kayu Apu	10
Gambar 2. 2 Pasir silika	12
Gambar 2. 3 Zeolit	13
Gambar 2. 4 Karbon Aktif	14
Gambar 3. 1 Reaktor Fitoremediasi	17
Gambar 3. 2 Reaktor Filtrasi	18
Gambar 3. 3 Prototype Reaktor yang telah siap digunakan	19
Gambar 4. 1 Pengambilan Sampel Limbah <i>Laundry</i>	21
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Uji Sampel ke-0	22
Gambar 4. 3 Hasil Uji Sampel hari ke-1	23
Gambar 4. 4 Hasil Uji Sampel hari ke-2	24
Gambar 4. 5 Hasil Uji Sampel Ketiga	25
Gambar 4. 6 Grafik Persentase <i>removal</i> hari ke-1	26
Gambar 4. 7 Grafik Persentase <i>removal</i> hari ke-2	27
Gambar 4. 8 Grafik Persentase <i>removal</i> hari ke-2	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengujian Sampel C1	35
Lampiran 2 Hasil Pengujian Sampel C2	35
Lampiran 3 Hasil Pengujian Sampel C3	35
Lampiran 4 Hasil Pengujian Sampel C4	36
Lampiran 5 Kondisi Tanaman 24 jam	36
Lampiran 6 Kondisi Tanaman 48 jam	37
Lampiran 7 Kondisi Tanaman 72 jam	38
Lampiran 8 Reaktor Pengolahan Limbah <i>Laundry</i>	39



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu aspek pencemaran area di perairan ialah limbah dalam negeri yang berasal dari limbah deterjen, semacam limbah rumah tangga, *laundry*, serta rumah makan. Deterjen didefinisikan selaku produk pencuci ataupun pembersih yang memiliki beberapa komponen antara lain merupakan *surfaktan* (agen aktif permukaan) yang memiliki watak sanggup melenyapkan kotoran dengan proses fisika- kimia, semacam *Linear Alkyl Benzene Sulfonate* (LAS) serta *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS). LAS tercantum dalam jenis *surfaktan anionik* yang lebih gampang didegradasi secara hayati daripada ABS. Hendak namun, LAS cuma terdegradasi hingga 50%, serta memerlukan waktu 9 hari. *Builder* yang berperan buat tingkatan energi mencuci, semacam *trinitriumpolifosfat* (TSPP), *trinitriumfosfat terklorinasi*, DEA (*dietanolamina*), serta senyawa *fosfat* lingkungan yang bisa menimbulkan eutrofikasi (pengkayaan faktor hara yang melewati). Tidak hanya itu minyak serta lemak yang terdapat pada limbah *laundry* bisa kurangi kandungan oksigen dalam air, tingkatan kandungan BOD serta COD dan memunculkan bau busuk. (Prasetyo & Okik Hendriyanto, 2015).

Menyusutnya mutu perairan oleh limbah *laundry* ini ditengarai oleh terdapatnya tumbuhan eceng gondok yang berkembang di badan - badan sungai secara terus menerus. Apabila dilihat dari siklus perkembangan eceng gondok, parameter *fosfat* lah yang berfungsi dalam perkembangan tumbuhan eceng gondok. *Fosfat* dijadikan sumber santapan oleh eceng gondok. Dapat dibayangkan apabila seluruh industri *laundry* membuang limbahnya tanpa lewat pengolahan terlebih dulu, hendak menimbulkan eutrofikasi dimana tubuh air kaya hendak nutrisi terlarut serta menyusutnya oksigen terlarut dalam air (Prasetyo & Okik Hendriyanto, 2015)

Percobaan pengolahan limbah cair *laundry* dengan proses elektrolisis

memakai alterasi tegangan dengan tujuan buat mengenali pengaruh alterasi tegangan terhadap sebagian parameter, ialah kejernihan, massa endapan yang dihasilkan, tingkatan keasaman(pH), TDS(Total Dissolved Solvent), serta kelangsungan hidup seekor ikan dalam air limbah *laundry* yang telah diolah. Proses elektrolisis dicoba memakai alterasi tegangan 1– 10 V sepanjang 30 menit dengan elektroda *stainless steel*. Hasil riset menampilkan kalau teknologi pengolahan limbah cair *laundry* memakai proses elektrolisis dengan alterasi tegangan bisa tingkatkan mutu air hasil pengolahan. Pada riset ini ilustrasi yang memakai tegangan 10V mempunyai tingkatan kejernihan sangat besar, dengan massa endapan yang dihasilkan sangat banyak ialah 0,7046 gr/ 300 ml, pH 9, nilai TDS 2000 ppm, serta waktu hidup ikan yang sangat lama menggapai lebih dari 3 hari. Terus menjadi besar tegangan yang digunakan hingga keadaan akhir air limbah *laundry* terus menjadi baik sebab kandungan parameter pencemar yang terdapat turun secara signifikan.(Nurajjah et al., 2014)

Berkaitan dengan perihal itu, butuh dicari alternatif pengolahan yang gampang, serta simpel dalam mengaplikasikannya. Salah satu metode alternatif untuk mengolah limbah *laundry* adalah menggunakan metode fitoremediasi dengan memakai tumbuhan kayu apu. Bagi Subroto, fitoremediasi bisa dimaksud selaku upaya pemakaian tumbuhan serta bagian- bagiannya buat dekontaminasi limbah serta masalah- masalah pencemaran area baik secara ex- situ memakai kolam buatan ataupun reactor ataupun in- situ(langsung di lapangan) pada tanah ataupun wilayah yang terkontaminasi limbah. (Wandana & Laksmo, 2010)

Dengan terus bertambahnya kuantitas usaha cucian tanpa adanya pengolahan air buangnya, maka dibutuhkan alat yang nyata untuk mengolah sumber daya air menurut regulasi yang berlaku. Fokus sumber air yang digunakan ialah air limbah cucian. Pada penelitian ini, akan digabungkan beberapa metode seperti fitoremediasi dan filtrasi untuk mengurangi COD, TSS, TDS dan Deterjen agar sesuai dengan Perda DIY nomor 7 tahun 2016.

1.2 Rumusan Masalah

Menurunnya mutu perariran dikarenakan masih banyak masyarakat yang belum mengolah limbah *laundry*nya sehingga perlu adanya pengolahan alternatif.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini ialah:

1. Menganalisis dan mengetahui kemampuan reaktor untuk mereduksi kadar polutan dalam air limbah *laundry*.
2. Menganalisis dan menentukan waktu kontak optimum pada reaktor dalam mereduksi air limbah *laundry*

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dengan adanya penelitian ini adalah:

1. Mahasiswa dapat menciptakan alat yang ekonomis dan berkelanjutan dalam pencemaran limbah cucian di Provinsi Yogyakarta.
2. Memberikan edukasi kepada masyarakat untuk turut serta menjaga lingkungan dengan memasang *prototype* ini pada usaha cucian nya
3. Memberikan edukasi kepada penelitian berikutnya dalam mencegah maupun mengurangi pencemaran limbah cucian saat ini hingga dimasa yang akan datang kepada BLH kota Jogja

1.5 Ruang Lingkup

Untuk memudahkan pelaksanaan penelitian dan hasil yang diharapkan sesuai dengan outline, maka ruang lingkup yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Air limbah *laundry* yang digunakan yakni berasal dari air limbah *laundry* domestik dengan komposisi yang sama dengan industri *laundry* rumahan di Kabupaten Sleman, Yogyakarta.
2. Teknologi pengolahan limbah *laundry* menggunakan sistem pengolahan semi *continues* yang berkonsepkan filtrasi dan fitoremediasi, dengan komposisi media yang digunakan yakni sponge, pasir silika, batu zeolit,

dan karbon aktif. Sedangkan untuk proses fitoremediasi menggunakan tanaman berjenis Kayu Apu (*Pistia stratiotes*).

3. Penelitian ini memiliki parameter berupa:
 - a) konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS),
 - b) kandungan *Chemical Oxygen Demand* (COD),
 - c) konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS)
 - d) kandungan *detergent* (Surfaktan Anionik)
4. Penelitian ini memiliki variabel berupa yakni waktu kontak tanaman yang digunakan dengan air limbah *laundry*.
5. Pengujian kadar limbah *laundry* pada penelitian ini mengacu pada pedoman sebagai berikut:
 - a) Konsentrasi TSS = SNI 06-6989.3:2004
 - b) Kandungan TDS = SNI 06-6989.27:2005
 - c) Kandungan COD = SNI 6989.2:2009
 - d) Kandungan Detergen = SNI 06-6989.51-2005

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah *Laundry* Secara Umum

Laundry adalah kegiatan mencuci pakaian, dan alat rumah tangga lainnya yang menggunakan sabun cuci. Kegiatan *laundry* memberikan dampak positif bagi kegiatan ekonomi. Namun, kegiatan *laundry* juga dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan apabila limbahnya tidak diolah terlebih dahulu (Sari & Damayanti, 2014).

Deterjen adalah cairan kimia pembersih yang dibuat dari suatu bahan utama surfaktan juga campuran bahan lain yang biasa digunakan untuk mencuci pakaian, namun deterjen memiliki kadar COD, dan Deterjen yang tinggi sehingga dapat mencemari air di sekitar apabila digunakan secara berlebihan. Deterjen berpengaruh besar terhadap lingkungan sehingga perlu adanya pengendalian dan pembatasan penggunaan deterjen pada mencuci pakaian. (Setiawati, I., & Ariani, A, 2022)

2.2 Peraturan Mengenai Limbah *Laundry*

Segala sesuatu usaha yang menghasilkan limbah yang berbahaya bagi lingkungan harus dibatasi dengan cara mengontrol hasil effluen yang dihasilkan, oleh karena itu baku mutu limbah *laundry* telah diatur dalam Peraturan daerah DIY Nomor 7 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah. Berikut merupakan baku mutu yang dimaksud:

Tabel 2. 1 Peraturan Baku Mutu Limbah *Laundry* Menurut Peraturan Gubernur D.I Yogyakarta

Parameter	Kadar Paling Banyak (Mg/L)	Beban Pencemaran Paling Banyak (Kg/Ton)
BOD	75	1,5
COD	150	3
TSS	100	2
TDS	2000	40
Detergen	5	0,1
Suhu	±3 C terhadap suhu tubuh	
pH	6,0 - 9,0	
Debit Limbah Paling Banyak (L/Kg)	20	

Sumber: Peraturan Daerah DIY No. 7 Tahun 2016

2.3 Karakteristik Limbah *Laundry*

2.3.1 Deterjen

Deterjen adalah sintesis zat padat surfaktan yang memiliki beberapa jenis diantaranya adalah anionik, kationik, dan nonionik. Jenis yang biasa digunakan adalah deterjen berjenis anionik yang berbentuk sulfat dan sulfonat. Deterjen terusun dari senyawa yang bernama Dodecyl Benzene Sulfonat (DBS), senyawa tersebut adalah senyawa penghasil busa pada air limbah *laundry*. Terdapat senyawa penyusun deterjen yang sulit terurai secara ilmiah yaitu Natrium Dodecyl Benzene Sulfonat (NaDBS) dan Sodium Tripolyphospat (Arsa dkk, 2019).

Dampak negatif yang dapat ditimbulkan oleh air limbah *laundry* apabila tidak diolah dahulu sebelum di buang ke sungai yaitu tingginya tingkat Deterjen sehingga dapat sangat membahayakan biota perairan (ikan dan tumbuhan) dikarenakan air yang tercemar oleh air limbah *laundry*. (Pratiwi dkk, 2012)

2.3.2 COD

Limbah *laundry* yang dihasilkan oleh deterjen mengandung salah satunya

yaitu COD. Bila kandungan COD pada air limbah sangat tinggi maka hal tersebut akan berdampak buruk bagi ekosistem air, dikarenakan tingginya kadar COD berbanding lurus dengan tingginya kadar nutrient didalam air sehingga memicu terjadinya eutrofikasi. Dampak negatif yang dihasilkan yaitu semakin turunnya kadar oksigen terlarut didalam air karena adanya eutrofikasi dan mengganggu ekosistem perairan tersebut.(Atima,2015)

2.3.3 Kandungan Limbah *Laundry* Menurut Beberapa Penelitian

Berikut merupakan data dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya terhadap kandungan awal limbah *laundry*:

Tabel 2. 2 Karakteristik Limbah *Laundry* Berdasarkan Beberapa Parameter

Parameter	Kandungan Limbah Laundry Menurut Beberapa Sumber			
	Eriksson dkk (2002)	Hoinkis (2008)	Ge dkk (2004)	Savitri (2007)
Temperatur (Celcius)	28-32	15-30	-	27
pH	9,3-10	9-11	7,83-9,5	8,2-8,8
Kekeruhan (NTU)	50-210	-	471-583	-
Surfaktan (mg/L)	-	-	72,3-64,5	210,6
COD (mg/L)	725	1050	785-1090	1815
BOD (mg/L)	150-380	-	-	1087
TSS (mg/L)	120-280	-	-	-
Fosfat (mg/L)	4-15	5	-	7,64
Total Nitrogen (mg/L)	6-21	40	-	-

Sumber: (Hudori & Soewondo, 2009)

2.4 Kasus Pencemaran Limbah *Laundry*

2.4.1 Sungai Bekasi, Jawa Barat

Sungai Bekasi berlokasi di daerah Bekasi selatan, mengalami pencemaran air sungai yang disebabkan karena limbah industri pencucian atau *laundry*. Di sekitar sungai Bekasi terdapat pabrik pencucian Jins yang arah saluran limbahnya ke arah sungai Bekasi yang membuat air sungai dipenuhi busa akibat limbah *laundry* sehingga mencemari lingkungan air sungai Bekasi. (Fitriyandi,2019)

2.4.2 Sungai Citarum, Jawa Barat

Sungai Citarum adalah salah satu sungai yang berada di daerah Jawa Barat, sungai tersebut telah tercemar oleh limbah dari industri di sekitar dan juga limbah domestik rumah tangga yang bermukim di sekitar sungai tersebut. Kasus yang terjadi yakni, ditangkapnya 3 pengusaha *laundry* dikarenakan telah melakukan pencemaran terhadap air sungai yang mana tidak melakukan pengolahan air limbah terlebih dahulu sebelum dibuang ke sungai. Ketiga pengusaha *Xpress Laundry* tersebut tidak memiliki pengolahan limbah *laundry* sehingga dijerat dengan pasal 103, 104, dan 109 Undang-undang nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Warsudi, 2018)

2.5 Teknologi Pengolahan Limbah *Laundry*

Berikut merupakan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk mengolah limbah *laundry*:

Tabel 2. 3 penelitian yang telah dilakukan sebelumnya untuk mengolah limbah *laundry*

No.	Peneliti dan Tahun	Metode Penelitian	Tujuan Penelitian
1	Suharto et al, 2014	<i>Media Granular Activated (GAC)</i>	Penurunan kadar fosfat
2	Wahyu P. Utomo et al, 2018	Karbon aktif	Penurunan kadar Surfaktan anionik dan fosfat
3	Satyanur Y Nugroho et al, 2016	Serat plastik dan Tembikar	Teknologi Biofilm untuk menurunkan kadar TSS dan COD

Terdapat persamaan dan perbedaan pada penelitian terdahulu dengan

penelitian ini yaitu pada bahan memiliki kesamaan seperti karbon aktif sebagai media filter sedangkan untuk perbedaannya yaitu urutan pengolahan. Pada penelitian terdahulu pengolahan filtrasi pada urutan pertama dan pengolahan fitoremediasi di urutan kedua sedangkan untuk penelitian ini pengolahan fitoremediasi di urutan pertama dan pengolahan filtrasi di urutan kedua.

2.6 Konsep Pengolahan Reaktor

2.6.1 Fitoremediasi

Tumbuhan dapat digunakan dalam proses remediasi yang disebut fitoremediasi, hal tersebut dapat terjadi karena tumbuhan tersebut berasosiasi dengan mikroorganisme yang terdapat pada tumbuhan. Sehingga tumbuhan memperoleh nitrogen dari senyawa-senyawa nitrogen dari nitrat, nitrit dan amonia. Pada dasarnya tumbuhan tidak dapat memilih apa yang akan diserap karena akar akan menyerap segala zat cairan (Mangkoediharjo & Samudro, 2010).

Pada penelitian ini tanaman yang akan digunakan sebagai fitoremediasi adalah tanaman Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*). Menurut (Mamonto, 2013) tumbuhan kayu apu dapat menurunkan konsentrasi air limbah dengan proses fitoremediasi. Pada banyak penelitian, tumbuhan kayu apu dan eceng gondok dapat digunakan sebagai media untuk fitoremediasi pada daerah yang memiliki iklim tropis dan subtropis karena pertumbuhannya yang cepat. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa kayu apu dapat menurunkan kadar pencemar pada limbah *laundry* dengan perolehan reduksi COD sebesar 78,87% (Wandana & Laksmono, 2012)



Gambar 2. 1 Tanaman Kayu Apu

Sumber: <https://himasuperindoblog.wordpress.com/2017/11/06/manfaat-kayu-apu/>

2.7.1 Sedimentasi

Secara umum sedimentasi dapat diartikan sebagai proses pengendapan karena adanya gaya gravitasi, partikel yang mempunyai berat jenis lebih besar dari berat jenis air akan mengendap ke bawah dan yang lebih kecil akan mengapung/melayang. Proses ini terjadi karena ada waktu *detention* yang mana air limbah *laundry* akan dibiarkan selama selang waktu tertentu agar partikel tersuspensi dapat mengendap dengan sempurna (Saputra & Saputro, 2016).

2.7.2 Filtrasi

Filtrasi adalah sebuah proses pemisahan antara partikel padat dengan fluida (dapat berupa gas atau cair) dengan menggunakan media, dengan demikian partikel padatan tersebut dapat tersuspensi pada media. Media yang digunakan dapat berupa padatan berpori atau memiliki celah yang kecil. Semakin kecil pori atau celah tersebut, maka semakin bagus filter dan kualitas air yang dihasilkan akan semakin bagus (Saputra & Saputro, 2016). Di samping pengaruh dari ukuran pori-pori media filter, proses filtrasi juga dipengaruhi oleh ketinggian. Semakin tinggi media filtrasi tingkat penyisihan turbiditas atau kekeruhan semakin baik, akan tetapi headloss yang dihasilkan juga semakin tinggi (Pamularsih dkk, 2013)

2.7.3 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses terjebaknya adsorbat terhadap partikel yang memiliki pori-pori dengan ukuran tertentu, semakin kecil pori-pori yang dimiliki oleh adsorben tersebut maka kemampuannya semakin baik. Selain itu, proses adsorpsi juga dipengaruhi oleh waktu kontak, setiap jenis adsorben memiliki waktu kontak efektif yang berbeda-beda. Pada penelitian ini digunakan adsorben berjenis karbon aktif, pasir silika dan pasir zeolit (Saputra & Saputro, 2016).

2.8 Media Filter

Media filter adalah bagian yang paling menentukan kualitas dan keberhasilan dari proses penyaringan air limbah *laundry*. Terdapat empat media filter yang dipakai pada pengolahan ini yaitu sponge, pasir silika, zeolit, dan karbon aktif.

2.8.1 Pasir Silika

Pasir silika atau pasir kuarsa merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan feldspar (Mahyudin, dkk., 2016). Pada saringan tahap awal biasanya menggunakan media filter pasir silika yang berfungsi untuk menghilangkan sifat fisik air, seperti kekeruhan dan bau dengan cara memisahkan polutan padat tersuspensi dalam air (Artiyani & Firmansyah, 2016). Semakin tebal pasir semakin mampu memberikan hasil kejernihan yang maksimal karena dapat mereduksi pengotor lebih tinggi juga (Handarsari, dkk., 2017). Pasir yang paling baik dipakai untuk saringan bila pasir tersebut mengandung kwarsa (SiO_2) lebih besar atau sama dengan 90,8% (Sulastri, 2014). Densitas pasir silika yaitu $2,65 \text{ gr/cm}^3$. Berikut gambar media filter pasir silika dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. 2 Pasir silika

Sumber: <https://www.kompasiana.com/mhd54894/603f4066d541df3b4b7bc253/pasir-silika-bisa-juga-untuk-tampilan-natural-aquarium>

2.8.2 Zeolit

Zeolit merupakan alumosilikat dengan rumus umum $(\text{MeII}, \text{MeI}_2) \text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{SiO}_2 \cdot p \text{H}_2\text{O}$. Zeolit dapat dianggap sebagai turunan silikat dimana Si sebagian tersubstitusioleh Al. Penggunaan zeolit alam sebagai media adsorpsi dalam proses pengolahan air sudah sangat luas karena tingginya kemampuan zeolit dalam proses pertukaran kation (Wang dan Peng, 2010). Selain itu,

zeolite juga banyak digunakan sebagai adsorben karena biaya yang dibutuhkan rendah serta dapat menyisihkan logam berat, ammonium, fosfor, material organik terlarut, kation serta zat radioaktif (Kotoulas dkk., 2019). Zeolite sangat tepat digunakan untuk proses pertukaran ion (misalnya pelunakan) tapi tidak untuk adsorpsi zat organik netral (Worch, 2012). Berikut gambar media filter zeolit dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. 3 Zeolit

Sumber: <https://id.genesiswatertech.com/posting-blog/apa-itu-media-pengolahan-air-zeolit/>

2.8.3 Karbon Aktif

Karbon aktif berbentuk amorf dan memiliki sifat kristal tertentu, memiliki pori-pori, luas permukaan besar sehingga dapat mengadsorpsi zat-zat organik yang berbau tidak sedap, warna, rasa dan zat yang tidak dapat dibiodegradasi (Artiyani & Firmansyah, 2016). Karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben penghilang warna, pengolahan limbah, serta pemurnian air. Menurut Efrida (2016) densitas karbon aktif yaitu $1,153 \text{ gr/cm}^3$. Karbon aktif mempunyai daya serap yang jauh lebih besar setelah di aktivasi dan mempunyai luas permukaan antara $300\text{-}3500 \text{ m}^2/\text{gram}$. Berikut gambar media filter karbon aktif dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 2. 4 Karbon Aktif

Sumber: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/active-carbon-adsorption-activated-carbon-charcoal-1985516838.html>

Beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorben, sebagai berikut:

1. Sifat Adsorben, jika luas permukaan adsorben besar maka kecepatan adsorpsi juga semakin bertambah. Dosis karbon aktif yang dipakai harus diperhatikan dan dianjurkan untuk menggunakan karbon aktif yang telah dihaluskan terlebih dahulu.
2. Sifat Serapan, jika ukuran molekul serapan bertambah maka adsorpsi juga bertambah. Dalam proses adsorpsi juga dipengaruhi gugus fungsi, posisi gugus fungsi, struktur rantai, dan ikatan rangkap dari senyawa serapan.
3. Temperatur, tidak ada peraturan umum mengenai temperature yang digunakan dalam proses adsorpsi. Tetapi dianjurkan untuk diselidiki saat berlangsungnya proses adsorpsi. Untuk senyawa volatile, biasanya proses adsorpsi dilakukan pada temperatur kamar atau pada temperatur kecil.
4. pH (Derajat Keasaman), Proses adsorpsi pada asam-asam organik dapat meningkat bila nilai pH diturunkan. Sebaliknya jika pH dinaikkan akan menambah nilai alkali dan tingkat adsorpsinya berkurang
5. Waktu Kontak, waktu yang dibutuhkan dalam proses adsorpsi ditentukan oleh dosis karbon aktif (Widyastuti & Sari, 2011).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih 5 bulan dari bulan Maret 2022 hingga bulan Agustus 2022. Sampel limbah *laundry* diambil di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Sedangkan untuk kayu apu didapatkan di salah satu marketplace yaitu Shopee. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.

3.2 Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan untuk membuat reaktor fitoremediasi pada penelitian ini yaitu kontainer plastik dengan ukuran dimensi P:48 cm x L: 32 cm x T: 26 cm dan volume tampungan 30 Liter sebanyak 1 buah, sedangkan untuk reaktor filtrasi menggunakan tampungan air berbentuk tabung dengan diameter 29 cm serta tinggi 40 cm.

2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah air limbah *laundry* sebanyak 24 Liter dan tanaman kayu apu sebanyak kurang lebih 35 buah. Untuk membuat reaktor filtrasi dibutuhkan sponge, 3 kg zeolit, 3 kg pasir silika dan 3 kg karbon aktif.

3.3 Variabel Penelitian

Adapun variabel penelitian yang berjudul Pengolahan Limbah *laundry* Menggunakan Metode Fitoremediasi dan Filtrasi ini sebagai berikut:

a. Variabel Terikat

- Kosentrasi TDS (Total Dissolved Solid)
- Kosentrasi COD (Chemical Oxygen Demand)
- Kosentrasi TSS (Total Suspended Solid)

- Kosentrasi *Detergent* (Surfaktan Amoniak)
- b. Variabel Tetap
- Jumlah media filter pasir silika, zeolite, Karbon Aktif yaitu 3kg, dan kayu apu 35 buah
- c. Variabel Bebas
- Waktu pengambilan sampel hasil pengolahan: 24 jam, 48 jam, 72 jam, dan 90 menit

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian berisikan tentang langkah-langkah yang dilakukan selama awal penelitian hingga akhir penelitian. Tahapan penelitian meliputi sampling kadar limbah awal hingga analisis data penelitian.

3.4.1 Tahap Pelaksanaan

Berikut merupakan data yang akan diperoleh selama penelitian:

A. Data Primer

1. Sampling Kadar Awal Air Limbah

Pada penelitian ini menggunakan metode grab sampling (sampling sesaat) yang mengacu pada SNI 6989:59:2008 tentang pengambilan sampel sesaat. Grab sampling merupakan metode yang tepat dikarenakan pengambilan sample pada waktu tertentu. Pengambilan sampel dilakukan pada saat pagi hari diharapkan tanaman kayu apu telah berfotosintesis karena cahaya langsung matahari.

2. Perlakuan

Limbah yang dipakai untuk asli hasil pencucian menggunakan mesin cuci dengan 5 kg cucian dan sabun cuci cair. Volume limbah yang dipakai untuk masing-masing reaktor yakni 8 Liter.

3. Proses Aklimatisasi

Pada penelitian ini aklimatisasi dilakukan dengan cara yakni tanaman kayu apu diberi waktu kontak dengan air PDAM selama 7 hari untuk beradaptasi dengan lingkungan. Kemudian setelah 7 hari maka tanaman kayu apu dipindahkan ke

reaktor yang berisi air limbah *laundry*. Pada tahap aklimatisasi juga harus melihat perkembangan kondisi tanaman, akar yang kotor harus dibersihkan agar tidak mengganggu proses rhizodegradasi.

4. Pengambilan Data

Data pengamatan sampel diambil selama kurang lebih 5 hari. Parameter COD, TDS, TSS, dan Detergen dilakukan pengambilan sampel setiap 1 hari sekali, dan sampel di uji di Laboratorium Kualitras Air FTSP UII

B. Data Sekunder

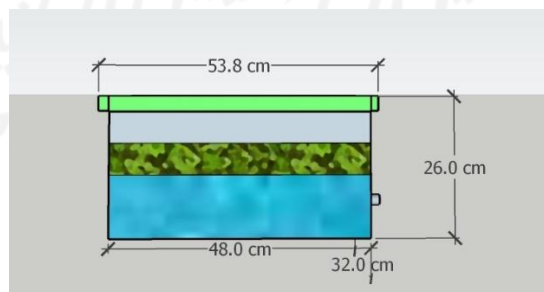
Data sekunder berasal dari studi literatur yang dilakukan terkait tema penelitian.

3.5 Desain Reaktor

Terdapat dua reaktor untuk pengolahan limbah laundry pada penelitian ini yaitu reaktor fitoremediasi sebagai pengolahan awal dan reaktor filtrasi sebagai pengolahan kedua

3.5.1 Reaktor Fitoremediasi

Reaktor Fitoremediasi menggunakan sistem semi *continues* terbuat dari kontainer plastik berkapasitas 30L dengan jumlah 1 box dengan dimensi P:48 cm x L:32 cm T:x 26 cm dilengkapi dengan keran dibawahnya sehingga memudahkan untuk melakukan sampling berisikan tanaman kayu apu berjumlah 35 buah. Terlihat pada gambar 2 merupakan contoh dari reaktor fitoremediasi yang digunakan.



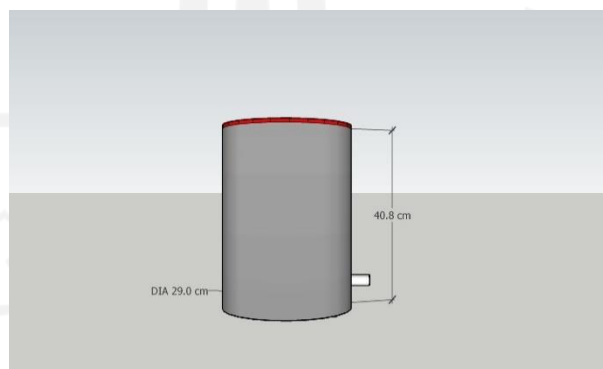
Gambar 3. 1 Reaktor Fitoremediasi

3.5.2 Reaktor Filtrasi

Penelitian ini menggunakan konsep reaktor filtrasi dengan sistem continues dengan variasi media batu zeolite, pasir silika dan karbon aktif yang masing-masing dikombinasikan dengan karbon aktif untuk mengolah limbah *laundry*. Reaktor ini terbuat dari kontainer plastik berbentuk seperti tabung berkapasitas 30L dengan jumlah 1 kontainer plastik dengan dimensi D:29 cm dan T: 40 cm. Untuk menahan media dalam reaktor digunakan *sponge* berisi metode filtrasi menggunakan *zeolite*, karbon aktif dan pasir silika dengan sistem *batch*. Penambahan media karbon aktif dilakukan dengan tujuan untuk mereduksi bau dan sebagai media filtrasi sehingga menghasilkan efluen sesuai dengan baku mutu. Berikut adalah Tabel 3.1 material yang dipakai pada reaktor filtrasi dan gambar 3.2 yang merupakan desain dari reaktor filtrasi:

Tabel 3. 1 Tabel Material yang dipakai pada reaktor filtrasi

No	Material	Jenis	Bentuk	Ukuran
1	Sponge	busa	foam	4 cm
2	Pasir silika	kuarsa	pasir	0,5 mm
3	Zeolit	sintesis	pasir	3 mm
4	Karbon Aktif	arang	pasir	1 mm

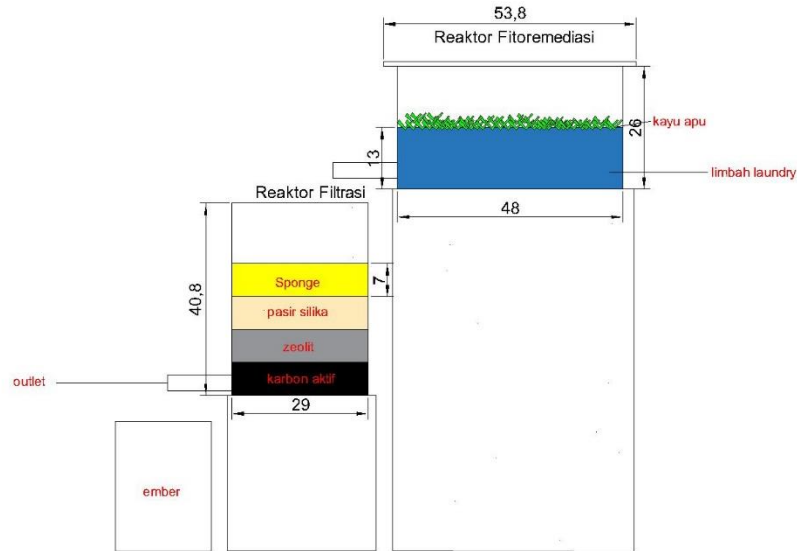


Gambar 3. 2 Reaktor Filtrasi

3.6 Pembuatan Prototype Reaktor Fitoremediasi dan Filtrasi

Pada tahap ini dilakukan proses pengerjaan pembuatan reaktor filter limbah

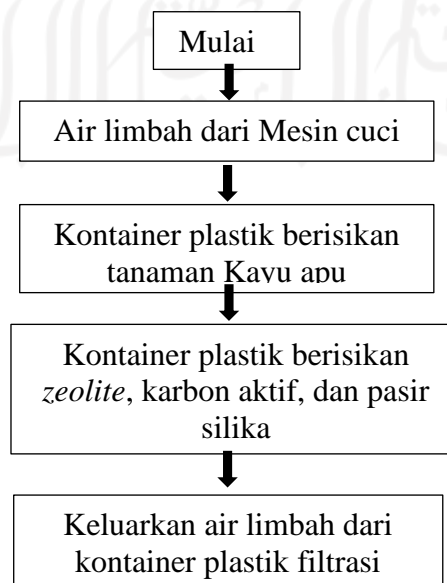
laundry skala rumah tangga. Berikut merupakan gambar prototype reaktor yang telah siap digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Prototype Reaktor yang telah siap digunakan

3.7 Cara kerja reaktor

Pertama-tama air limbah *laundry* di masukan kedalam box plastik yang berisikan tanaman kayu apu untuk diberikan *treatment* fitoremediasi. Air di rendam bersama tanaman kayu apu selama 24 jam. Selama setiap 24 jam sekali, air dari box plastik dimasukkan kedalam kontainer plastik berisikan batu *zeolite*, karbon aktif dan pasir silika untuk di *treatment* filtrasi. Berikut adalah diagram alir cara kerja reaktor:



↓
Selesai



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengolahan Air Limbah *Laundry*

Penelitian ini menggunakan air limbah *laundry* yang berasal dari air limbah *laundry* domestik di Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Air limbah tersebut diambil pada proses pencucian pakaian dengan berat 5kg sehingga konsentrasi air limbah *laundry* masih sangat tinggi kadar COD, TDS, *Detergent*, dan TSS. Berikut gambar proses pengambilan sampel langsung dari pipa pembuangan limbah *laundry* disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Pengambilan Sampel Limbah *Laundry*

4.2 Penentuan Material

Langkah pertama dalam pengujian ialah optimalisasi dari material-material yang akan dijadikan *treatment* air limbah, tujuannya untuk memastikan bahwa material yang tersedia telah mencapai kondisi optimum. Berdasarkan literatur sebelumnya, didapatkan hasil bahwa untuk fitoremediasi yang paling efektif menggunakan tanaman Kayu Apu karena dapat menurunkan beban kadar air untuk parameter COD sebesar 96%. Sedangkan untuk filtrasi yang paling efektif

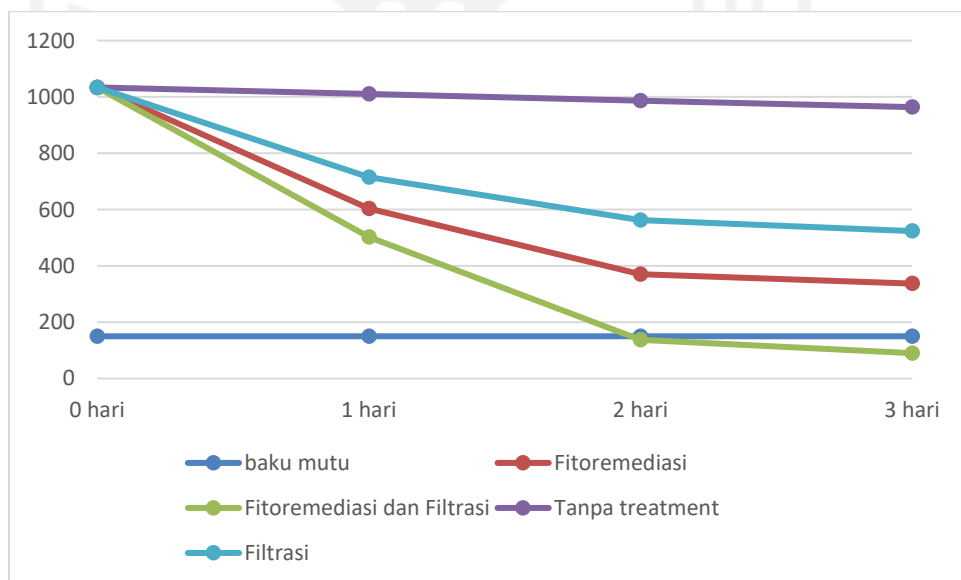
menggunakan ketebalan pasir silika 0,5 mm, *zeolite* 3 mm dan karbon aktif 1 mm karena mampu menurunkan beban kadar air limbah 99%. Dari literatur yang telah dibaca, maka dapat dijadikan dasar bahwa bahan yang digunakan dalam reaktor dapat optimal.

4.3 Karakteristik Sampel (C)

Dalam penelitian ini, terdapat satu sampel yang dijadikan sampel awal. Sampel awal ini dijadikan acuan dan pembandingan dengan sampel-sampel lainnya. Berikut adalah hasil uji untuk sampel limbah *laundry*.

4.3.1 Hasil Sampel COD (*Chemical Of Demand*)

Setelah air *laundry* masuk ke dalam reaktor, air *laundry* dibagi menjadi 4 sampel yaitu sampel Fitoremediasi, Fitoremediasi dan Filtrasi, Tanpa treatment, dan Filtrasi lalu setelah itu dilakukan pengujian sesuai parameter. Berikut adalah hasil pengujian sampel COD (*Chemical Of Demand*) pada Tabel 4.2.



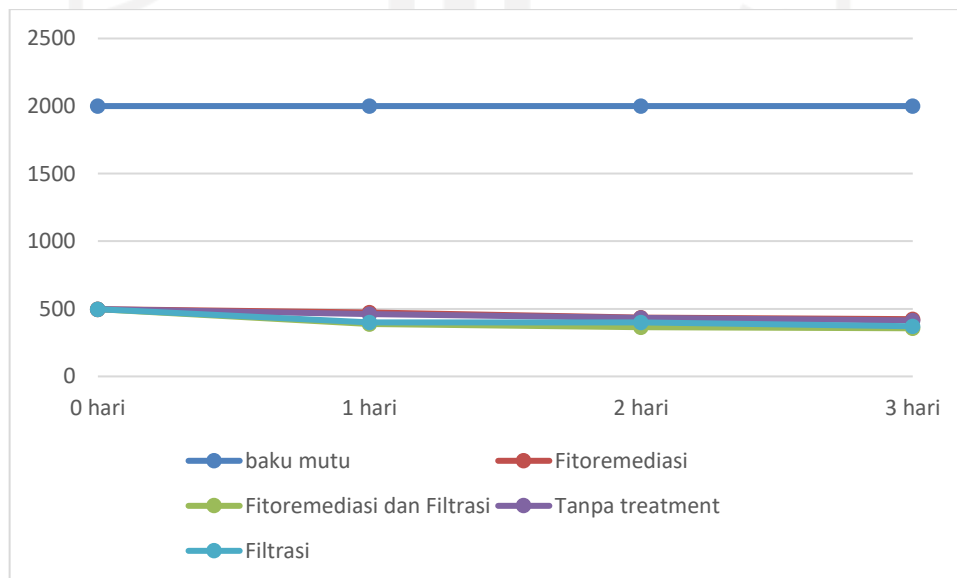
Gambar 4. 2 Grafik Hasil Uji Sampel COD

Dari Grafik 4.2, dapat dilihat air *laundry* melebihi ambang batas semua karakteristik ambang batas dari Peraturan DIY No.7 tahun 2016 kecuali

pada parameter TDS dan TSS, yakni mengandung 497,5 mg/L kandungan TDS dan mengandung 33,7 mg/L kandungan TSS. Untuk kadar COD, dan Deterjen, didapatkan hasil 1033,7 mg/L kandungan COD, dan 262,4 mg/L kandungan Deterjen. Kondisi tersebut memperlihatkan bahwa pengolahan limbah *laundry* yang marak di Kota Yogyakarta karena banyaknya pelajar masih belum baik. Faktor yang menyebabkan baku mutu sampel awal mayoritas melebihi dari baku mutu ialah kandungan kimia yang terdapat dalam deterjen, sehingga nilai COD nya tinggi. Kemudian setelah mengetahui karakteristik sampel awal, data tersebut akan menjadi pembandingan dari hasil pengolahan beberapa metode dan didapatkan persentase keberhasilan penurunan pada setiap parameter.

4.3.2 Hasil Sampel TDS (*Total Dissolved Solid*)

Setelah air *laundry* masuk ke dalam reaktor, air *laundry* dibagi menjadi 4 sampel yaitu sampel Fitoremediasi, Fitoremediasi dan Filtrasi, Tanpa treatment, dan Filtrasi lalu setelah itu dilakukan pengujian sesuai parameter. Berikut hasil pengujian sampel TDS pada Gambar 4.3.



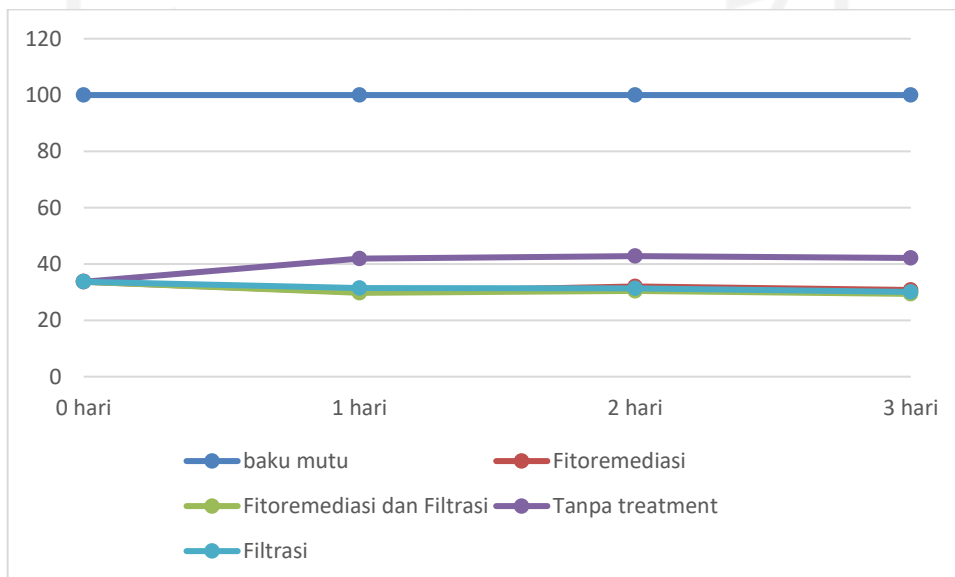
Gambar 4. 3 Hasil Uji Sampel TDS

Pada Grafik 4.3 menunjukkan bahwa dalam percobaan bila sampel air limbah di diamkan selama 24 jam, maka kandungan COD, TSS, TDS dan Deterjen

sebesar 502,8 mg/L kadar COD, 41,9 mg/L kadar TSS, 388,4 mg/Lkadar TDS dan 70mg/L kadar Deterjen.

4.3.3 Hasil Sampel TSS (*Total Suspended Solid*)

Setelah air *laundry* masuk ke dalam reaktor, air *laundry* dibagi menjadi 4 sampel yaitu sampel Fitoremediasi,Fitoremediasi dan Filtrasi, Tanpa treatment , dan Filtrasi lalu setelah itu dilakukan pengujian sesuai parameter. Berikut hasil pengujian sampel TSS pada Gambar 4.4.

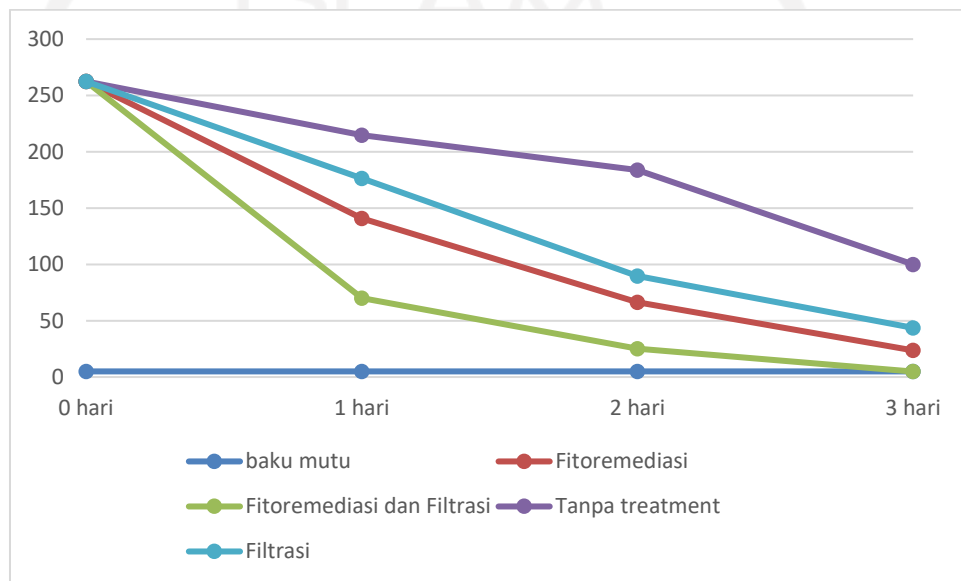


Gambar 4. 4 Hasil Uji Sampel TSS

Pada *treatment* kedua, yakni setelah sampel air limbah di rendam oleh tanaman kayu apu, lalu sampel air limbah di alirkan ke *treatment* filtrasi. Kandungan air setelah melewati *treatment* dari fitoremediasi ditambah filtrasi pada parameter COD, TSS, TDS dan Deterjen sebesar 502,8 mg/L kadar COD, 41,91 mg/L kadar TSS,388,4 mg/L kadar TDS dan 70,2 mg/L kadar Deterjen. Pada hari berikutnya, setelahdi rendam selama 48 jam bersama tanaman kayu apu, kadar air limbah dalam parameter COD, TSS, TDS dan Deterjen sebesar 137,7 mg/L kadar COD, 63,3 mg/Lkadar TSS, 85 mg/L kadar TDS dan 25,3 mg/L kadar Deterjen.

4.3.4 Hasil Sampel Deterjen

Setelah air *laundry* masuk ke dalam reaktor, air *laundry* dibagi menjadi 4 sampel yaitu sampel Fitoremediasi, Fitoremediasi dan Filtrasi, Tanpa treatment, dan Filtrasi lalu setelah itu dilakukan pengujian sesuai parameter. Berikut hasil pengujian sampel Deterjen pada Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Hasil Uji Sampel Deterjen

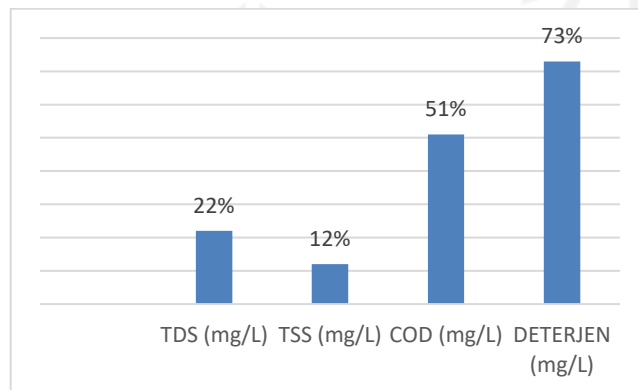
Sampel ketiga yang tanpa *treatment* metode penelitian pun ternyata mengalami reduksi secara alami, namun tidak ter-reduksi secepat yang diberikan *treatment*. Kandungan sampel ketiga tanpa *treatment* pada parameter COD, TSS, TDS dan Deterjen sebesar 1010,4 mg/L kadar COD, 31,8 mg/L kadar TSS, 660,7 mg/L kadar TDS dan 214,7 mg/L kadar Deterjen. Pada hari berikutnya, setelah di rendam selama 48 jam, sampel air limbah dalam parameter COD, TSS, TDS dan Deterjen sebesar 987 mg/L kadar COD, 20,41 mg/L kadar TSS, 233,7 mg/L kadar TDS dan 183,7 mg/L kadar Deterjen. Dan di hari ketiga, setelah di rendam selama 72 jam, kadar air limbah dalam parameter COD, TSS, TDS dan Deterjen sebesar 963,8 mg/L kadar COD, 12,2 mg/L kadar TSS, 194,1 mg/L kadar TDS dan 99,9 mg/L kadar Deterjen.

4.4 Analisis Persentase *Removal*

Dalam penelitian ini, menganalisis persentase *removal* pada tiap sampel berdasarkan hari dengan acuan sampel hari ke-0 sebagai sampel kontrol. Berikut adalah hasil analisis persentase *removal* pada limbah *laundry*.

4.4.1 Analisis Persentase *Removal* hari ke-1

Setelah sampel air dari *treatment* fitoremediasi, sampel air di *treatment* dengan filtrasi secara bersamaan. Berikut grafik analisis persentase *removal* pada Gambar 4.6.



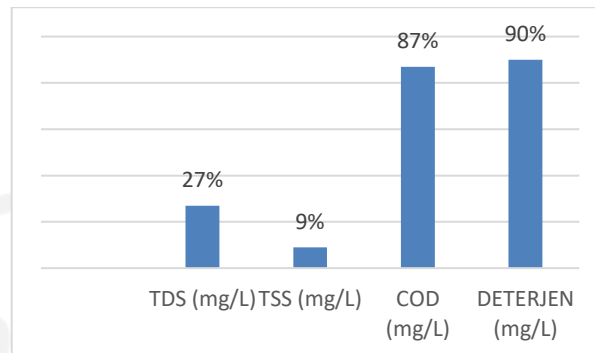
Gambar 4. 6 Grafik Persentase *removal* hari ke-1

Pada hari pertama, didapatkan hasil penurunan kadar sampel air pada parameter TDS, TSS, COD, dan Deterjen dengan persentase *removal* 22% TDS, 12% TSS, 51% COD, dan 73% Deterjen. Pada penelitian yang dilakukan oleh Santoso dkk (2014) bahwa terdapat penurunan signifikan konsentrasi COD pada air limbah. Penurunan konsentrasi COD disebabkan karena adanya aktivitas fotosintesis yang mendukung aktivitas mikroorganisme untuk mendegradasi zat – zat berbahaya pada air limbah (Afifah dkk, 2016), serta pada proses filtrasi dapat menurunkan kadar COD karena terjadi proses difusi dan menempelnya molekul zat terlarut yang teradsorpsi pada media (Ronny, 2018).

4.4.2 Analisis Persentase *Removal* hari ke-2

Pada analisis persentase *removal* hari ke-2 pada parameter TSS terjadi penurunan persentase antara persentase TSS hari ke-1. Berikut grafik analisis

persentase *removal* hari ke-2 pada Gambar 4.7.

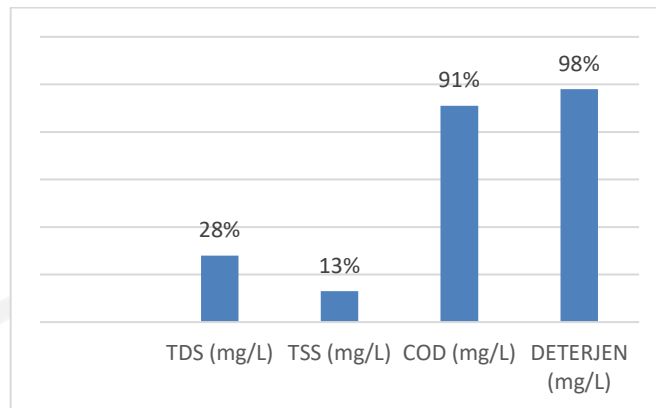


Gambar 4. 7 Grafik Persentase *removal* hari ke-2

Pada hari kedua, didapatkan hasil penurunan kadar sampel air pada parameter TDS,TSS,COD, dan Deterjen dengan persentase *removal* 27% TDS,9%TSS,87%COD, dan 90% Deterjen. Penelitian sebelumnya oleh Ilmannafian dkk, (2020) bahwa terdapat penurunan kadar TSS dan juga peningkatan kadar TSS. Penurunan kadar tss dapat disebabkan oleh tersumbatnya media filter baik oleh padatan terlarut ataupun materi organik, serta terbatasnya pertumbuhan media tanam pada agen fitoremediasi dan tanaman telah melewati masa pertumbuhan optimal yang menyebabkan kemampuan filtrasi padatan terlarut juga mengalami penurunan. Faktor – faktor lain yang dapat mempengaruhi penurunan kadar TSS pada air limbah yaitu konsentrasi air limbah, jumlah masing-masing media penyaring, dan tingkat kejenuhan media penyaring.

4.4.3 Analisis Persentase *Removal* hari ke-3

Pada analisis persentase *removal* hari ke-3 pada parameter Deterjen mengalami persentase *removal* sangat tinggi. Berikut grafik analisis persentase *removal* hari ke-3 pada Gambar 4.8.

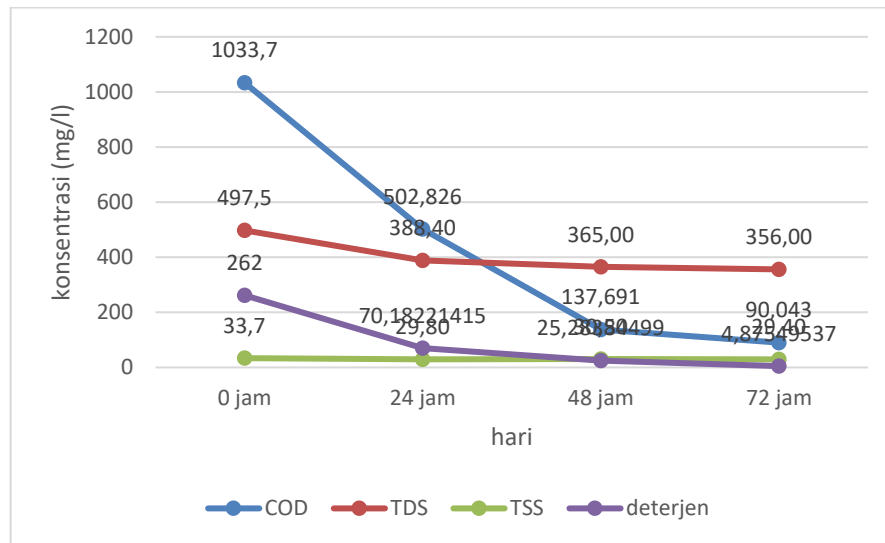


Gambar 4. 8 Grafik Persentase *removal* hari ke-2

Pada hari ketiga, didapatkan hasil penurunan kadar sampel air pada parameter TDS, TSS, COD, dan Deterjen dengan persentase removal 28% TDS, 13% TSS, 91% COD, dan 98%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Apriyani & Novrianti (2020) didapatkan hasil kadar TDS menurun pada penyaringan yang menggunakan *zeolite* pada penyaringan pertama dan terus menurun pada penyaringan kedua. Hal tersebut terjadi karena permukaan *zeolite* yang menyerap polutan dengan baik pada permukaannya. Selain karena memiliki kapasitas penyerapan yang tinggi, *zeolite* juga berfungsi untuk menyerap kation sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan khususnya pada logam (Sumarli, 2016).

4.5 Analisis Keseluruhan *Treatment*

Dari beberapa metode yang telah dicoba, metode reaktor yang menggunakan fitoremediasi dan filtrasi merupakan cara yang paling efektif dalam menurunkan kadar air limbah *laundry*. Berikut merupakan perbandingan parameter berdasarkan waktu 0 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Grafik perbandingan parameter berdasarkan waktu 0 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam

Pada gambar 4.9 terlihat bahwa terjadi penurunan kadar terhadap parameter COD, TDS, TSS, dan Deterjen tiap harinya dan didapat penurunan optimum pada pengolahan limbah laundry menggunakan metode fitoremediasi dan filtrasi adalah 72 jam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini memiliki 3 kesimpulan, yakni:

1. Kombinasi dari fitoremediasi dan filtrasi mampu menurunkan kadar konsentrasi COD dari 1033,69651 mg/L menjadi 90,043mg/L dengan persentase keberhasilan sebesar 91%. Kadar konsentrasi TSS dari 33,7 mg/L menjadi 29,4 mg/L, mengalami kenaikan sebesar 13%. Parameter TDS meningkat dari 497,5 mg/L menjadi 356 mg/L, mengalami penurunan sebesar 28%. Pada parameter deterjen, dari kadar konsentrasi 262,4 mg/L menjadi 4,9 mg/L, persentase *removal* nyasebesar 98%. Sesuai dengan ambang batas Perda DIY Nomor 7 tahun 2016.
2. Kekurangan dari reaktor ialah pada waktu optimum pengolahan yang lama. Butuh waktu 3 hari untuk mengolah limbah agar sesuai dengan batas ambang Perda DIY nomor 7 tahun 2016, juga kurangnya alat pencuci media filter otomatis seperti *backwash* sehingga masih mencuci nya secara manual.

5.2 Saran

Setelah melakukan pengujian dan memahami kekurangan serta kelebihan alat reaktor diatas, terdapat beberapa saran agar reaktor dapat diterapkan pada usaha industry *laundry* di Yogyakarta, sebagai berikut:

1. Perlu adanya alat pencuci media otomatis yaitu *backwash* untuk *treatment* filtrasi. Agar kinerja reaktor optimum dalam jangka waktu yang lama
2. Merancang konsep wilayah kecil untuk menjadi ipal komunal khusus pengolah limbah *laundry* agar nilai TSS dan TDS bisa mengalami penurunan yang diduga disebabkan karena tidak ada air yang mengalir.
3. Perlu adanya waktu kerja minimal 3 hari kerja agar seluruh parameter dalam Perda DIY nomor 7 tahun 2016 dapat diujikan seluruhnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsa, A. K., Rianto, C., & Hidayat, M. N. (2019). Efisiensi Penyerapan Phospat Limbah *Laundry* Menggunakan Kangkung (*Ipomea Aquatic Forsk*) dan Jeringau (*Acorus Calamus*). *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 1-7.
- Artiyani, A., & Firmansyah, N. H. (2016). Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen Air Limbah Domestik. 6(1), 8.
- Atima, W. (2015). BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air. 4(1), 11
- Bilotta, G. S., & Brazier, R. E. (2008). Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water research*, 42(12), 2849-2861.
- Boyd, B. (1990). Corporate linkages and organizational environment: A test of the resource dependence model. *Strategic management journal*, 11(6), 419-430.
- Cahyani, H., Harmadi, H., & Wildian, W. (2016). Pengembangan alat ukur Total Dissolved Solid (TDS) berbasis mikrokontroler dengan beberapa variasi bentuk sensor konduktivitas. *Jurnal Fisika Unand*, 5(4), 371-377.
- Effendi, A., Hellgardt, K., Zhang, Z. G., & Yoshida, T. (2003). Characterisation of carbon deposits on Ni/SiO₂ in the reforming of CH₄-CO₂ using fixed-and fluidised-bed reactors. *Catalysis Communications*, 4(4), 203-207.
- Elfrida, D. (2017). Penurunan Salinitas Air Payau Menggunakan Filter Media Zeolit Teraktivasi Dan Arang [Tugas Akhir]. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Fitriyandi Al Fajri. (2019). Pencemaran Kali Bekasi Diduga Berasal Dari Limbah Deterjen Perusahaan *Laundry*. Bekasi: Wartakota.tribunnews.com
- Handarsari, E., Hidayah, F. F., & Sya'di, Y. K. (2017). D eseminasi: Pembuatan Air Bersih Dengan Memanfaatkan Air Hujan Melalui Penyaring Pipa Bersusun Berbasis Adsorben Alami. 8.
- Hudori, & Soewondo, P. (2009). Pengolahan Deterjen Menggunakan Teknologi Elektrokoagulasi dengan Elektroda Alumunium. *Jurnal Sains dan Teknologi*

- Lingkungan, Vol.1 No.2 Hal.117-125
- Mahyudin, Barid, B., & Nursetiawan. (2016). Analisis Kualitas Air Dengan Filtrasi Menggunakan Pasir Silika Sebagai Media Filter (dengan parameter kadar Fe, pH, dan Kadar Lumpur) [Skripsi].
- Mangkoedihardjo, S., & Samudro, G. (2010). Fitoteknologi Terapan. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Nurajijah, L., Harjunowibowo, D., & Radiyono, Y. (2014). Pengaruh Variasi Tegangan pada Pengolahan Limbah Cair Laundry Menggunakan Proses Elektrolisis. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika (JMPPF)*, 4(1), 31–35.
- Pamularsih, Catur. 2013. Penyisihan Kekeruhan pada Sistem Pengolahan Air Sungai Tembalang dengan Teknologi Rapid Sand Filter. *Jurnal Teknologi 50 Kimia dan Industri Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*.
- Prasetyo, H., & Okik Hendriyanto, C. (2015). *Fitoremediasi Limbah Deterjen Menggunakan Kayu Apu (Pistia Stratiotes L.) Dan Genjer (Limnocharis Flava L.)*. *Envirotek : Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 100–114.
- Pratiwi, Y., Sunarsih, S., & Windi, W. F. (2012). Uji Toksisitas Limbah Cair Laundry Sebelum dan Sesudah Diolah Dengan Tawas dan Karbon Aktif Terhadap 53 Bioindikator (*Cyprinus carpio* L). Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST) Periode III, 298-306.
- Saputra, A. R., & Saputro. (2016). Teknik Penyaringan Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Sistem FAS (Filtrasi, Absorpsi, dan Sedimentasi). *Jurnal Fisika*, Vol. 5 No. 4 Hal. 213-215.
- Sari, T. K., & Damayanti, A. (2014). Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Membran Nanofiltrasi Zeolit Variasi Massa untuk Filtrasi Kekeruhan dan Fosfat. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 1-5.
- Sari, R. P., & Irawanto, R. (2021, December). Kajian pengembangan pembelajaran menggunakan riset fitoremediasi. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*.
- Setiawati, I., & Ariani, A. (2022, March). Evaluasi Kadar Fosfat pada Deterjen

- Serbuk di Kota Jakarta Sesuai SNI 4594: 2017/Amd. 1: 2020. In *Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Standardisasi* (Vol. 2021, pp. 135-140). Badan Standardisasi Nasional.
- SNI. (2009). Air dan Air Limbah - Bagian 2 : Cara uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan Refluks Tertutup secara Spektrofotometer. SNI 6989.2:2009, 1–16.
- SNI. (2005). Air dan air limbah – Bagian 51 : Cara uji kadar surfaktan anionik dengan spektrofotometer secara biru metilenICS 13.060.01 Badan Standardisasi Nasional. SNI 06-6989.51
- SNI. (2004). Air dan air limbah- Bagian 3: Cara uji padatan tersuspensi total (Total Suspended Solid, TSS) secara gravimetri. SNI 06-6989.3
- SNI. (2005). Air dan air limbah – Bagian 27: Cara uji kadarpadatan terlarut total secara gravimetri. SNI 06-6989.27
- SNI. (2008). Air dan air limbah – Bagian 59: metoda pengambilan contoh air limbah. SNI 6989.59
- Stefhany, C. A., Sutisna, M., & Pharmawati, K. (2013). Fitoremediasi fospat dengan menggunakan tumbuhan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) pada limbah cair industri kecil pencucian pakaian (*laundry*). *Jurnal Reka Lingkungan*, 1(1), 13-23.
- Sulastri. (2014). Pengaruh Media Filtrasi Arang Aktif Terhadap Kekkeruhan, Warna dan TDS pada Air Telaga di Desa Balongpanggang.
- Wandana, R., & Laksmono, R. (2010). Pengolahan Limbah Laundry dengan Tanaman kayu Apu , (Rido dan Rudy Laksmono) 60. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 5(2), 60–64.
- Wang, Shaobin dan Peng, Yuelian. (2010). *Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment. Chemical Engineering Journal*, 156(1): 11-24
- Warsudi, A. (2018). Diduga Buang Limbah ke Sungai, Tiga Pemilik *Laundry*

Diperiksa. Jawa Barat: Sindonews.com.

Wibowo, A., Rohmad, Z., Padmaningrum, P., & Utami, B. W. (2014). Strategi komunikasi masyarakat samin dalam membangun ketahanan pangan lokal. *Jurnal Ilmu Komunikasi*, 10(3), 262-271.

Worch, Eckhard.(2012). *Adsorption Technology in Water Treatment*. Germany: Dresden University of Technology



LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengujian Sampel C1

parameter	batas maksimal	hari ke			
		0	1	2	3
TDS (mg/L)	2000	497,5	660,7	233,7	194,1
TSS (mg/L)	100	33,7	31,8	20,41	12,2
COD (mg/L)	150	1033,697	1010,39	987,0835	963,777
DETERJEN (mg/L)	5	262,4289	214,6733	183,6526	99,9784

Lampiran 2 Hasil Pengujian Sampel C2

Parameter	batas maksimal	hari ke			
		0	1	2	3
TDS (mg/L)	2000	497,5	388,4	85	156
TSS (mg/L)	100	33,7	41,91	63,3	51,4
COD (mg/L)	150	1033,697	502,8265	137,6915	90,04263
DETERJEN (mg/L)	5	262,4289	70,18221	25,28384	4,875495

Lampiran 3 Hasil Pengujian Sampel C3

parameter	batas maksimal	hari ke			
		0	1	2	3
TDS (mg/L)	2000	497,5	660,7	233,7	194,1
TSS (mg/L)	100	33,7	31,8	20,41	12,2
COD (mg/L)	150	1033,697	1010,39	987,0835	963,777
DETERJEN (mg/L)	5	262,4289	214,6733	183,6526	99,9784

Lampiran 4 Hasil Pengujian Sampel C4

Parameter	batas maksimal	hari ke			
		0	1	2	3
TDS (mg/L)	2000	497,5	140	198,4	41
TSS (mg/L)	100	33,7	62,1	73,5	54,1
COD (mg/L)	150	1033,697	715,1745	562,3875	523,5433
DETERJEN (mg/L)	5	262,4289	176,3056	89,77423	43,65136

Lampiran 5 Kondisi Tanaman 24 jam



Lampiran 6 Kondisi Tanaman 48 jam



Lampiran 7 Kondisi Tanaman 72 jam



Lampiran 8 Reaktor Pengolahan Limbah *Laundry*



UNIVERSITAS
INDONESIA
الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

