



EFEKTIVITAS PENGGUNAAN TANAMAN LEMBANG (*Typha angustifolia* L.) DENGAN TEKNIK LAHAN BASAH BUATAN UNTUK MENURUNKAN KADAR TSS, BOD, DAN FOSFAT AIR LIMBAH LAUNDRY

SKRIPSI

Oleh

INDRIANA ARIANTI

141810401016

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

2020



EFEKTIVITAS PENGGUNAAN TANAMAN LEMBANG (*Typha angustifolia* L.) DENGAN TEKNIK LAHAN BASAH BUATAN UNTUK MENURUNKAN KADAR TSS, BOD, DAN FOSFAT AIR LIMBAH LAUNDRY

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Biologi (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

INDRIANA ARIANTI

141810401016

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2020**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ayahanda Mohammad Arif, Ibunda Uswatun Hasanah, Nenek Sitiyatus Salwiyah, Kakak Imroatin Wahidah, Adek Noer Fitria Ramadani dan Revania Oktaviana Putri, serta seluruh keluarga besar yang telah mendukung dan mendoakan saya;
2. Guru-guru saya dari TK Kusuma Nusa, SDN Gladak Anyar 2, SMP Negeri 1 Pamekasan dan SMA Negeri 1 Pamekasan;
3. Almamater Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

MOTTO

“Jangan Tuntut Tuhanmu Karena Tertundanya Keinginanmu, Tapi Tuntut Dirimu
Karena Menunda Adabmu Kepada Allah”

*(Ibnu Atha'illah As-Sakandari)**

“Belajarlah Bersyukur Dari Hal-Hal Yang Baik Di Hidupmu, Dan Belajarlah
Menjadi Kuat Dari Hal-Hal Buruk Di Hidupmu”

*(B.J. Habibie)***

*) Soleh Darat. 2017. *AL-Hikam K.H. Sholeh Darat Maha Guru Para Ulama Besar Nusantara (1820-1930 M)*. Bogor: Sahifa Publishing.

***)Habibie, B. J. 2010. **Rudy, Kisah Masa Muda Sang Visioner. Jakarta : Cipta kreatif**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indriana Arianti

NIM : 141810401016

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Efektivitas Penggunaan Tanaman Lembang (*Typha angustifolia* L.) dengan Teknik Lahan Basah Buatan untuk Menurunkan Kadar TSS, BOD, Dan Fosfat Air Limbah Laundry” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Penelitian ini didanai oleh Dosen Pembimbing Utama Dr. Dra. Retno Wimbaningrum, M.Si. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember,
Yang menyatakan,

Indriana Arianti
141810401016

SKRIPSI

EFEKTIVITAS PENGGUNAAN TANAMAN LEMBANG (*Typha angustifolia* L.) DENGAN TEKNIK LAHAN BASAH BUATAN UNTUK MENURUNKAN KADAR TSS, BOD, DAN FOSFAT AIR LIMBAH LAUNDRY

Oleh

INDRIANA ARIANTI

141810401016

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Dra. Retno Wimbaningrum, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc, Ph.D.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Efektivitas Penggunaan Tanaman Lembang (*Typha angustifolia* L.) dengan Teknik Lahan Basah Buatan untuk Menurunkan Kadar TSS, BOD, Dan Fosfat Air Limbah *Laundry*” karya Indriana Arianti telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota I,

Dr. Dra. Retno Wimbaningrum, M.Si.

Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc, Ph.D.

NIP 19660517993022001

NIP 196501081990032002

Anggota II,

Anggota III,

Prof. Dr. Sudarmadji, MA.

Prof. Dr. Bambang Sugiharto, M.AgrSc.

NIP 195005071982121001

NIP 195510221982121001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D.

NIP 195910091986021001

RINGKASAN

Efektivitas Penggunaan Tanaman Lembang (*Typha Angustifolia L.*) Dengan Teknik Lahan Basah Buatan Untuk Menurunkan Kadar TSS, BOD, Dan Fosfat Air Limbah *Laundry*; Indriana Arianti, 141810401016; 2020; 32 halaman; Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Industri *laundry* merupakan salah satu jasa industri rumah tangga yang memanfaatkan deterjen yang tersusun atas komponen surfaktan, builders, filler dan zat aditif. Air Limbah *laundry* yang dibuang ke perairan dapat mengganggu kehidupan biota dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu teknologi yang sederhana, mudah, murah dan efektif dalam menurunkan pencemar yang terkandung di dalam air limbah tersebut adalah fitoremediasi. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan perbedaan kadar TSS, BOD dan fosfat sebelum dan sesudah dilakukan fitoremediasi dan mengetahui efektivitas tanaman *Typha angustifolia L.*

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan di taman dan laboratorium ekologi jurusan biologi. Penelitian ini menggunakan bak reaktor dan bak penampung, media, tanaman *Typha angustifolia L.* dan air limbah *laundry*. Selanjutnya dilakukan proses fitoremediasi di bak reaktor selama 6 hari. Kemudian dilakukan analisis data untuk mengukur TSS, BOD dan fosfat menggunakan uji Wilcoxon dan uji T dua sampel berpasangan.

Air limbah *laundry* sebelum dilakukan proses fitoremediasi dan setelah dilakukan proses fitoremediasi terjadi penurunan kadar TSS, BOD, dan Fosfat. Selain itu, tanaman lebang (*Typha angustifolia L.*) juga efisien dalam menurunkan kadar BOD sebesar 53,86 %, kadar Fosfat sebesar 39,116 % dan kadar TSS sebesar 22,22 %. Hal ini karena tanaman melakukan aktivitas secara biologi, kimia maupun fisika sehingga kadar BOD, Fosfat dan TSS. Tanaman melakukan fotosintesis, dekomposisi dan penyerapan oleh akar.

Kesimpulan penelitian ini adalah kadar BOD dan fosfat mengalami penurunan secara signifikan namun kadar TSS mengalami penurunan tidak signifikan pada air limbah *laundry* sebelum dan setelah dilakukan proses fitoremediasi. Efektivitas tanaman lebang (*Typha angustifolia* L.) juga efisien dalam menurunkan kadar BOD sebesar 53,86 %, kadar Fosfat sebesar 39,116 % dan kadar TSS sebesar 22,22 %.



PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Penggunaan Tanaman Lembang (*Typha angustifolia* L.) dengan Teknik Lahan Basah Buatan untuk Menurunkan Kadar BOD, Fosfat dan TSS. Air Limbah Laundry”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak sehingga penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Dra. Retno Wimbaningrum, M. Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dra. Hari Sulistiyowati, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, saran, nasehat, dan motivasi dalam penulisan skripsi ini;
2. Prof. Dr. Sudarmadji, MA., selaku Dosen Penguji I dan Prof. Dr. Bambang Sugiharto, M.AgrSc., selaku Dosen Penguji II yang banyak memberikan masukan dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Dr. Dra. Retno Wimbaningrum, M. Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam peningkatan prestasi akademik penulis;
4. Segenap Dosen, Staf dan Teknisi Laboratorium Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Jember yang memberikan dukungan sarana dan prasarana dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi;
5. Keluarga besarku, bapak, ibu, nenek, kakak, adek dan ponakan yang tidak pernah lelah memanjatkan doa, memberikan semangat, kasih sayang dan pengorbanan selama ini;
6. Teman-teman Team Riset Ekologi 2019 (Tandia, Laila, Revika, Vega, Dinasty, Ummah, Vya, Agung, Budi, Badri, Kharisson, Alfiah, dan Mas

Farid) teman-teman yang telah membantu selama penelitian, masukan, dan semangat kepada penulis.

7. Teman-teman seangkatan “BIVALVIA 2014”, teman-teman Himabio “Bakteriophage” dan Karate “Inkai Community” Unej yang selalu memberikan motivasi, pengalaman, inspirasi dan semangat;
8. Teman-teman kostan “Kost Princess Mastrip 29B” dan teman-teman kerja “PT. Lembayung Alam Kusuma Tour and Travel” yang selalu memberikan dukungan dan semangat;
9. Teman-teman terbaik dari zaman SMP “FINKIE” (Lathifani Anisyikurli, Baidatur Rohmah, Uswatul Annisa, Rizki Tri Andasia, dan Elsa Tri Mardiyati) yang selalu memberikan dukungan, motivasi, semangat, dan rasa kekeluargaan selama ini;
10. Nurika Heidiyanti Putri dan Tandia Hoyulati yang selalu menjadi teman terbaik, memberikan bantuan, rasa kekeluargaan dan kebersamaan selama ini;
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa di dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kesalahan dan kekurangan. Saran dan kritik sangat penulis harapkan demi kesempurnaan karya tulis ilmiah ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Jember,

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Air Limbah Cair <i>Laundry</i>	4
2.2 Karakteristik Fisika dan Kimia Air Limbah	6
2.3 Pengelolaan Air Limbah Menggunakan Lahan	
Basah Buatan.....	7
2.4 Tanaman Lembang (<i>Typha angustifolia</i> L.)	9
BAB 3. METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Prosedur Penelitian	11
3.2.1 Persiapan	11

3.2.1.1	Persiapan Lahan Basah Buatan.....	11
3.2.1.2	Pengumpulan dan Sterilisasi Media Tanam	12
3.2.1.3	Koleksi dan Aklimatisasi Tanaman Lembang (<i>Typha angustifolia</i> L.)	12
3.2.1.4	Pengumpulan Air Limbah <i>Laundry</i>	13
3.2.2	Pelaksanaan Penelitian	13
3.2.2.1	Penentuan Kadar TSS, BOD, dan Fosfat Air Limbah Sebelum Perlakuan.....	13
3.2.2.2	Perlakuan Air Limbah <i>Laundry</i> dengan Teknologi Lahan Basah Buatan	15
3.2.2.3	Pengukuran Parameter BOD, TSS, dan Fosfat Air Limbah Setelah Perlakuan	16
3.2.3	Analisis Data	16
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1	Kualitas air limbah <i>Laundry</i> sebelum dan sesudah perlakuan	19
4.1.1	Kadar rata-rata TSS air limbah <i>laundry</i> sebelum dan sesudah perlakuan	19
4.1.2	Kadar rata-rata BOD air limbah <i>laundry</i> sebelum dan sesudah perlakuan	21
4.1.3	Kadar rata-rata Fosfat air limbah <i>laundry</i> sebelum dan sesudah perlakuan	22
4.2	Efektivitas tanaman lebang (<i>Typha angustifolia</i> L.) dalam menurunkan kadar TSS, BOD, dan Fosfat air limbah <i>laundry</i>	23
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	25
5.1	Kesimpulan	25
5.2	Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	32

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan <i>Laundry</i>	6
Tabel 4.1 Kadar rata-rata TSS, BOD, dan fosfat sebelum dan sesudah fitoremediasi dan kadar menurut baku mutu.....	19



DAFTAR GAMBAR

Halaman	
Gambar 2.1 Dua tipe lahan basah buatan	9
Gambar 2.3 Tanaman Lembang (<i>Typha angustifolia</i> L.).....	10
Gambar 3.1 Rancangan lahan basah buatan.....	12
Gambar 4.1 Kadar rata-rata TSS air limbah <i>laundry</i> sebelum dan sesudah proses fitoremediasi serta nilai baku mutunya.....	20
Gambar 4.4 Kadar rata-rata BOD air limbah <i>laundry</i> sebelum dan sesudah fitoremediasi serta nilai baku mutunya.....	21
Gambar 4.10 Kadar rata-rata fosfat air limbah <i>laundry</i> sebelum dan sesudah fitoremediasi serta nilai baku mutunya.....	22
Gambar 4.13 Efektivitas <i>Typha angustifolia</i> dalam menurunkan BOD, TSS dan fosfat air limbah <i>laundry</i>	24

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri *laundry* merupakan salah satu jasa industri rumah tangga yang memanfaatkan deterjen (Suriani, dkk., 2015). Deterjen tersusun atas komponen surfaktan, builders, filler dan zat aditif (Erikson *et al.*, 2002; Savitri, 2007). Secara umum hampir semua industri *laundry* membuang air limbahnya langsung ke saluran drainase yang kemudian masuk ke badan air tanpa diproses terlebih dahulu (Budiawan, dkk., 2009). Pembuangan air limbah *laundry* ke lingkungan secara terus menerus dapat mengakibatkan pencemaran ekosistem perairan.

Dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut, pemerintah menetapkan peraturan yang salah satunya adalah Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/atau Kegiatan Usaha Lainnya. Pada lampiran ketiga peraturan tersebut ditetapkan baku mutu air limbah *laundry* sebelum dibuang ke lingkungan. Namun demikian walaupun telah ada peraturan pemerintah, beberapa penelitian menunjukkan bahwa air limbah *laundry* tetap mengandung kadar padatan tersuspensi total (*total suspended solid*, TSS), kebutuhan oksigen biologi (*biological oxygen demand*, BOD), dan fosfat yang melebihi batas baku mutu (Erikson *et al.*, 2002; Savitri, 2007).

Air Limbah *laundry* yang dibuang ke perairan dapat mengganggu kehidupan biota perairan karena senyawa organik surfaktan dan *builders* dari air limbah tersebut akan didegradasi oleh bakteri secara aerob menyebabkan peningkatan kadar BOD perairan sehingga mengakibatkan kematian biota perairan seperti ikan karena kekurangan oksigen. Selain itu, surfaktan di perairan menghasilkan busa yang dapat menghambat masuknya oksigen dari udara ke dalam air. Air limbah *laundry* yang keruh mengandung padatan tersuspensi tinggi. Salah satu dampak negatif yang ditimbulkannya ketika dibuang langsung ke sungai adalah terhambatnya intensitas cahaya matahari masuk ke dalam perairan sehingga mengganggu proses fotosintesis organisme akuatik. Sementara itu, fosfat dalam builders dapat meningkatkan kesuburan air (Savitri, 2007; Siswandari dkk.,

2016). Perairan yang subur akan menyebabkan terjadi *blooming* alga yang akan mengganggu ekosistem perairan tersebut. Oleh karena itu, pengolahan air limbah *laundry* harus dilakukan sebelum dibuang ke lingkungan dalam upaya menurunkan kadar BOD, TSS dan fosfat.

Salah satu teknologi yang sederhana, mudah, murah dan efektif dalam menurunkan pencemar yang terkandung di dalam air limbah tersebut adalah fitoremediasi. Fitoremediasi adalah teknologi penggunaan tanaman untuk dekontaminasi limbah di lingkungan secara *ex-situ* menggunakan kolam atau reaktor maupun secara *in-situ* pada air, tanah atau daerah yang terkontaminasi oleh limbah (Subroto, 1996). Proses fitoremediasi air limbah umumnya dilakukan dengan menggunakan teknologi lahan basah buatan. Lahan basah buatan merupakan perlakuan limbah cair menggunakan kolam atau saluran dangkal yang ditanami dengan tumbuhan air dan mengandalkan proses fisika, kimia dan biologi untuk mengolah air limbah (Halverson *et al.*, 2004).

Penelitian penurunan pencemar dalam air limbah pada lahan basah buatan telah dilakukan oleh banyak peneliti dengan menggunakan bermacam-macam jenis tanaman (Herlambang dan Okik, 2015; Cahyani, dkk., 2016; Siswandari, dkk., 2016; Irawanto dan Baroroh, 2017). Namun sampai saat ini belum pernah dilakukan penelitian tentang efektivitas tanaman lembang (*Typha angustifolia* L.) dalam menurunkan pencemar dalam air limbah *laundry*. Tanaman lembang mempunyai daya tahan yang cukup kuat, tidak mudah mati serta mempunyai akar serabut yang sangat lebat sehingga penyerapan bahan pencemar untuk unsur hara yang dibutuhkan relatif besar (Hidayah dan Wahyu, 2010). Tanaman ini banyak di jumpai di lahan basah alami di Indonesia. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai “Efektivitas Penggunaan Tanaman lembang (*Typha angustifolia* L.) dengan Teknik Lahan Basah Buatan untuk Penurunan Kadar TSS, BOD, dan Fosfat Air Limbah *Laundry*” agar pencemaran perairan dapat dikurangi atau dicegah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan penelitian ini sebagai berikut:

1. bagaimanakah perbedaan kadar TSS, BOD, dan fosfat air limbah industri *laundry* sebelum dan setelah mendapat perlakuan fitoremediasi dengan menggunakan tanaman lembang (*Typha angustifolia* L.)?
2. bagaimanakah efisisensi tanaman lembang (*Typha angustifolia* L.) dalam menurunkan kadar TSS, BOD, dan fosfat air limbah *laundry*?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menentukan perbedaan kadar TSS, BOD, dan fosfat air limbah industri *laundry* sebelum dan setelah mendapat perlakuan fitoremediasi dengan menggunakan tanaman lembang (*Typha angustifolia* L.)?
2. menentukan efisisensi tanaman lembang (*Typha angustifolia* L.) dalam menurunkan kadar TSS, BOD, dan Fosfat air limbah *laundry*?

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk masyarakat dalam menambah informasi tentang penggunaan tanaman lembang yang terbukti efisien untuk menurunkan pencemar yang terkandung dalam air limbah *laundry*. Hasil penelitian ini juga dapat digunakan sebagai referensi ilmiah tambahan bagi dunia ilmu pengetahuan dan teknologi tentang efektifitas tanaman lembang untuk menurunkan kandungan tercemar yang terkandung dalam air limbah *laundry*. Bagi pemerintah, hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam membuat kebijakan serta pengawasan pada industri *laundry* terkait air limbah industri *laundry*.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah *Laundry*

Industri *laundry* merupakan industri jasa yang melayani cuci dan setrika pakaian, sprei, karpet, alas kasur, handuk, selimut, *rolling towel*, taplak meja maupun tas yang menggunakan deterjen dan air dalam melakukan aktivitasnya (Nirmala, 2018). Usaha *laundry* banyak ditemukan di sekitar kampus, tempat penginapan atau hotel, maupun kawasan pemukiman (Kosasih, dkk., 2017). Menurut Nirmala (2018) perubahan gaya hidup dan tuntutan kesibukan yang menjadikan sebagian besar masyarakat lebih memilih menggunakan jasa *laundry* untuk meringankan pekerjaan mereka. Industri *laundry* memanfaatkan deterjen untuk membersihkan kotoran yang ada pada pakaian, karpet, selimut dan tas karena pada deterjen mengandung komponen yang dapat mengikat kotoran. Industri *laundry* tersebut akan menghasilkan air limbah dari proses pencucian.

Air limbah yang dihasilkan dari industri *laundry* selanjutnya dibuang ke lingkungan yang dapat menurunkan kualitas air di lingkungan. Hal tersebut karena air limbah *laundry* mengandung deterjen dengan komponen utama antara lain surfaktan, *builders*, filler dan bahan aditif.

Surfaktan merupakan salah satu bahan utama deterjen (Suriani, dkk., 2015). Menurut Herlambang dan Okik (2015) surfaktan yang terdapat pada deterjen yaitu *Alkyl Benzene Sulfonate* (ABS) dan *Linear Alkyl Sulfonat* (LAS) yang mampu menghilangkan kotoran dengan proses fisika-kimia. Kadar ABS dan LAS yang terdapat pada air limbah *laundry* jika keberadaannya dalam lingkungan terus menerus mengalami peningkatan maka akan mempengaruhi kehidupan di perairan. Perairan yang mengandung kadar ABS tinggi akan dipenuhi oleh busa sehingga dapat menurunkan ketegangan air dan menurunnya udara yang masuk ke perairan sehingga BOD menjadi meningkat (Maulidah, 2015).

Builders mengandung fosfat dalam ikatan *Tri Sodium Poli Fosfat* (TSPP), dan bahan asetat berupa *Nitril Tri Acetate* (NTA) dan *Ethylene Diamine Tetra*

Acetat (EDTA) yang berfungsi untuk meningkatkan daya cuci. Penurunan kadar fosfat disebabkan oleh adanya aktivitas mikroba pada akar tanaman yang merombak senyawa ortofosfat yang merupakan builder pada deterjen menghasilkan senyawa fosfat sederhana yang selanjutnya akan diserap oleh akar tanaman sebagai nutrisi bagi tanaman kangkungan melakukan fotosintesis (Suastuti, dkk., 2015)

Selain surfaktan dan builders, deterjen juga mengandung filler dan bahan aditif. Filler yang terdapat pada deterjen berfungsi untuk meningkatkan kuantitas daya cuci. Sedangkan bahan aditif berfungsi sebagai bahan pewangi, pelarut, pemutih dan pewarna pada deterjen (Nugroho, dkk, 2004).

Budiawan (2009) menyatakan bahan-bahan yang terkandung dalam deterjen merupakan salah satu penyebab utama pencemaran lingkungan yang membahayakan makhluk hidup. Pencemaran yang disebabkan oleh air limbah *laundry* dapat menyebabkan turunnya keragaman hayati berbagai organisme yang ada di ekosistem sungai dan pemanfaatan sungai bagi makhluk hidup menjadi terganggu (Suriani, 2015). Selain itu, pencemaran air limbah *laundry* juga mengakibatkan terhambatnya oksigen untuk masuk ke perairan (Sopiah, 2006). Oleh sebab itu, air limbah yang mengandung deterjen harus memenuhi baku mutu air limbah yang ditetapkan oleh Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomer 72 Tahun 2013 sebelum dibuang ke lingkungan agar tidak terjadi pencemaran.

Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar jumlah unsur pencemar yang berada di dalam air limbah dan akan dibuang ke media yang berasal dari suatu tempat usaha ataupun kegiatan (Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomer 72 Tahun 2013). Air limbah *laundry* yang dihasilkan oleh industri *laundry* di Jawa Timur harus memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Gubernur Jawa Timur melalui Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomer 72 Tahun 2013 pada lampiran ketiga tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya (Tabel 2.1)

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan *Laundry*

Parameter dan satuannya	Kadar Maksimum
BOD ₅ (mg/L)	100
COD (mg/L)	250
TSS(mg/L)	100
Minyak dan Lemak (mg/L)	10
MBAS (mg/L)	10
Fosfat (mg/L)	10
pH	6-9

Sumber : Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 tahun 2013 pada lampiran ketiga.

2.2 Karakteristik Fisika dan Kimia Air Limbah

Menurut Sugiharto (2008), karakteristik air limbah dapat digolongkan menjadi tiga yaitu karakteristik kimia, fisika, dan biologi. Karakteristik fisika merupakan karakteristik yang menunjukkan kandungan zat padat berupa kekeruhan, bau serta warna air dan temperatur. Karakteristik kimia merupakan sifat yang menunjukkan adanya kandungan bahan kimia yang terdapat dalam perairan sehingga dapat mempengaruhi lingkungan melalui berbagai cara. Contoh karakteristik fisika adalah TSS, dan contoh karakteristik kimia adalah BOD dan Fosfat.

a. Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid*, TSS)

Padatan Tersuspensi Total (TSS) merupakan bahan-bahan tersuspensi dan tidak larut dalam air, misalnya bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikro, tanah liat dan lain-lain (Fachrurrozi, dkk., 2010). Air limbah yang mempunyai kadar TSS yang melebihi baku mutu akan menyebabkan perairan menjadi keruh. Hal ini disebabkan oleh-adanya padatan bahan organik dan anorganik di dalam perairan sehingga menghambat udara dan cahaya yang masuk ke perairan. Terhambatnya udara dan cahaya yang masuk ke perairan menyebabkan ekosistem akuatik akan terganggu dan organisme akan mati karena udara dan cahaya yang masuk hanya sedikit (Soemirat, 1994).

b. Kebutuhan Oksigen Biologi (*Biological Oxygen Demand*, BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD) merupakan banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan bahan organik secara biologi oleh mikroorganisme. Proses penguraian bahan organik dalam air dilakukan oleh bakteri secara aerob sehingga kadar oksigen terlarut semakin menurun dan

meningkatkan kadar BOD di perairan (Sugiharto, 2008). Air limbah yang memiliki kadar BOD tinggi akan menurunkan kualitas air dan menimbulkan pencemaran lingkungan. Hal ini disebabkan oleh DO di lingkungan semakin kecil sedangkan bakteri akan memakai (DO) tersebut untuk proses oksidasi sehingga mengakibatkan kematian pada ikan-ikan dalam air dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut (Tamyiz, 2015).

c. Fosfat

Fosfat merupakan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Raharjo, dkk., 2007). Fosfat pada air limbah *laundry* terdapat di komponen *builder* yang berfungsi untuk menonaktifkan kesadahan air sehingga deterjen dapat bekerja secara optimal. Kandungan fosfat yang tinggi pada ekosistem menyebabkan terjadi eutrofikasi yang dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut dan pertumbuhan organisme dalam air (Astuti dan Mersi, 2015).

2.3 Fitoremediasi Air Limbah dengan Menggunakan Lahan Basah Buatan

Fitoremediasi merupakan proses untuk menurunkan polutan dari limbah menggunakan tanaman sebagai fitoremediatornya (Rondonuwu, 2014). Penerapan fitoremediasi untuk menurunkan pencemaran yang disebabkan oleh air limbah dapat dilakukan dengan menggunakan sistem lahan basah buatan. Lahan basah buatan merupakan sistem pengolahan air limbah yang meniru proses alam untuk memperbaiki kualitas air dengan menyisihkan polutan yang terkandung pada air limbah melalui proses fisika, kimia, biologi maupun mekanik (Qomariyah, dkk., 2017). Menurut Raharjo, *et al.* (2015) lahan basah buatan merupakan lahan basah yang dibuat, dikelola dan dikontrol oleh manusia untuk keperluan filtrasi air limbah dengan memadukan penggunaan tanaman dan aktivitas mikroba.

Lahan basah buatan dibedakan menjadi dua tipe berdasarkan hidrologinya, yaitu *Free Water Surface* (FWS) dan *SubSurface Flow* (SSF). Lahan basah buatan tipe FWS merupakan lahan basah buatan yang aliran airnya mengalir di atas permukaan substrat dasar. Sebaliknya tipe lahan basah SSF merupakan lahan

basah buatan yang aliran airnya mengalir di bawah substrat dasar. Berdasarkan arah aliran air, sistem lahan basah SSF dibedakan menjadi dua yaitu secara horizontal dan vertikal (Gambar 2.1) (Qomariyah, dkk., 2017).

Menurut Jenny dan Guido (2015) berdasarkan mekanismenya, fitoremediasi dibagi menjadi beberapa proses yaitu fitoekstraksi, rhizofiltrasi, fitodegradasi, fitostabilisasi dan fitovolatilisasi. Namun khusus untuk implementasi lahan basah buatan dalam penelitian yang dilakukan ini meliputi mekanisme fitoremediasi yaitu:

a. Rhizofiltrasi

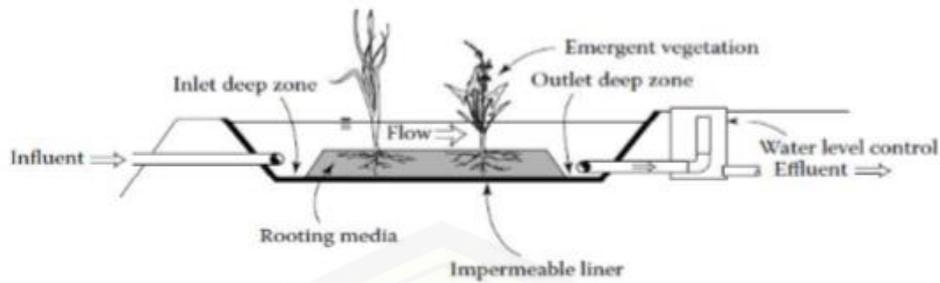
Rhizofiltrasi merupakan proses penyerapan dan pengendapan materi yang ada di air limbah yang dilakukan oleh akar tanaman. Menurut Ghosh dan Singh (2005) proses rhizofiltrasi dimanfaatkan akar tanaman untuk menyerap, mengendapkan, mengakumulasi logam berat dari aliran limbah.

b. Fitodegradasi

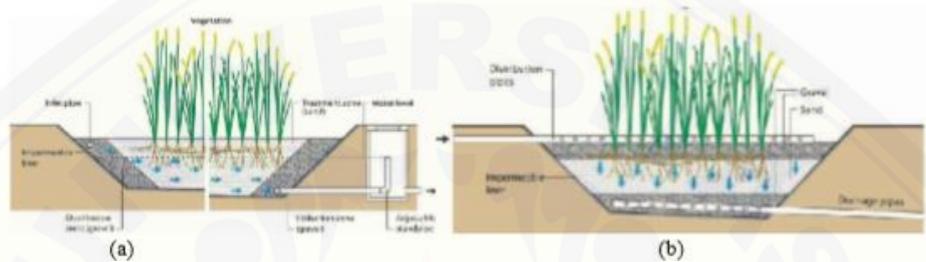
Fitodegradasi merupakan proses metabolisme air limbah yang terjadi di dalam jaringan tanaman. Menurut Ghosh dan Singh (2005) proses degradasi pada jaringan tanaman dilakukan dengan bantuan beberapa enzim seperti dehalogenase dan oksigenase.

c. Fitostabilisasi

Fitostabilisasi merupakan proses pengeluaran zat kimia dalam rizosfer tanaman. Menurut Ghosh dan Singh (2005) tanaman memiliki kemampuan untuk mengeluarkan zat kimia di daerah perakaran pada saat fitoremediasi berlangsung.



A



B

Keterangan: A. Lahan basah buatan tipe *Free water surface*; B. Lahan basah buatan tipe *Subsurface flow* (a) tipe *horizontal subsurface flow*; (b) tipe *vertical subsurface flow*

Gambar 2.1 Dua tipe lahan basah buatan (Morel and Diener, 2006; Kadlec and Wallace, 2009))

2.4 Tanaman Lembang (*Typha angustifolia* L.)

Tanaman Lembang (*Typha angustifolia* L.) Gambar 2.2 adalah jenis tanaman yang memiliki rhizom yang tegak dan merupakan tanaman menahun. Tanaman ini digolongkan ke dalam famili *Typhaceae*. Tanaman lebang mempunyai daun yang lebar sekitar 4-12 mm dan panjang sekitar 120-300 cm; bentuk seperti pita memanjang dan agak tebal (Abdulgani, dkk., 2014). Tanaman lebang memiliki rhizom yang merupakan sistem perakaran yang dapat menyerap banyak zat organik di badan air (Prasetyo dan David, 2018). Tanaman *Typha angustifolia* ini mempunyai rhizom yang berbentuk panjang dan ramping. Rizom menjalar di bawah permukaan tanah untuk membentuk tanaman baru (Bagwell, 1998). Tanaman lebang merupakan sejenis tanaman semi-akuatik yang tidak memerlukan air yang banyak seperti tanaman akuatik yang lainnya (Mika, 2013). Ini terbukti dapat menurunkan kadar BOD pada limbah domestik sebesar 47,4%-91,6% (Hidayah dan Wahyu, 2010).

Klasifikasi dari tanaman lembang (*Typha angustifolia* L.) berdasarkan Backer (1968) yaitu:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Typhales
Famili : Typhaceae
Genus : *Typha*
Spesies : *Typha angustifolia* L.



Gambar 2.3 Tanaman Lembang (*Typha angustifolia* L.) (Mika, 2013).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2018-Desember 2019. Lokasi penelitian adalah Kebun Biologi dan Laboratorium Ekologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

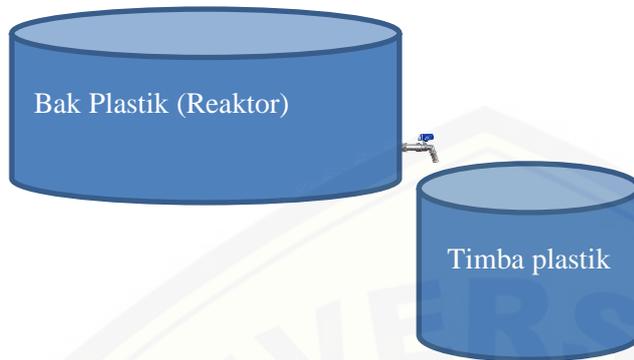
3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan dalam tiga tahap utama yaitu: a. Persiapan, b. pelaksanaan perlakuan dan c. analisis data.

3.2.1 Persiapan

3.2.1.1 Persiapan Lahan Basah Buatan

Lahan basah buatan pada penelitian ini dirancang dengan memanfaatkan empat bak dan empat timba. Bak plastik berukuran tinggi 17 cm, diameter atas 45 cm dan diameter bawah 34 cm (Gambar 3.1) yang berfungsi sebagai reaktor untuk proses fitoremediasi. Bak plastik ini dilubangi pada bagian ± 10 cm dari bagian dasar bak plastik dan dipasang kran untuk mengalirkan air limbah yang telah mengalami proses fitoremediasi ke timba plastik. Timba plastik dengan ukuran tinggi 37 cm, diameter atas 29 cm, dan diameter bawah 23 cm (Gambar 3.1) berfungsi sebagai tempat untuk menampung air limbah hasil fitoremediasi untuk kemudian dianalisis kadar BOD, TSS, dan fosfat-



Gambar 3.1 Rancangan lahan basah buatan

3.2.1.2 Pengumpulan dan Sterilisasi Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah tanah dari sawah di sekitar Umbulsari Kabupaten Jember, sedangkan kerikil dan pasir dibeli di salah satu toko bahan bangunan yang ada di daerah Jember. Media tanam tanah dan pasir seberat tujuh kilogram tersebut dibungkus dengan kertas kayu untuk disterilisasi dengan menggunakan oven pada temperatur 70 °C selama 2 jam/hari selama 3 hari berturut-turut (Cahyani, 2009).

3.2.1.3 Koleksi dan Aklimatisasi Tanaman Lembang (*Typha angustifolia* L.)

Tanaman lebang diambil dan dikumpulkan dari area persawahan yang tidak ditanami padi di Desa Balas Klumpir Kecamatan Wiyung kota Surabaya. Tanaman yang dikoleksi merupakan tanaman yang memiliki tinggi berkisar antara 100 cm sampai dengan 200 cm. Selanjutnya tanaman lebang ditanam di bak plastik yang sudah disiapkan untuk aklimatisasi yang berisi media tanam dan juga air limbah. Timba plastik yang berisi tanaman, media dan air limbah tersebut merupakan tempat untuk proses aklimatisasi. Aklimatisasi bertujuan untuk mengadaptasikan tanaman lebang terhadap lingkungan barunya.

3.2.1.4 Pengumpulan Air Limbah *Laundry*

Air limbah *laundry* diambil dari industri *Laundry* “Violet” yang terdapat di Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember sebanyak 50 L. Air limbah *laundry* awalnya ditampung di dua bak besar yang kemudian dipindahkan ke bak lain untuk dicampur sehingga air limbah yang berasal dari 2 bak besar tersebut dapat homogen. Setelah itu, air limbah *laundry* yang telah tercampur dipindahkan ke dalam lima galon yang masing-masing bervolume 10 L. Selanjutnya air limbah tersebut dialirkan ke bak reaktor sebagai media pada proses fitoremediasi.

3.2.2 Pelaksanaan Penelitian

3.2.2.1 Penentuan Kadar TSS, BOD, dan Fosfat Air Limbah Sebelum Perlakuan

Air limbah *laundry* sebelum dilakukan perlakuan ditentukan kadar TSS, BOD, dan Fosfat.

a. Penentuan Kadar Padatan Tersuspensi Total (TSS)

Penentuan kadar TSS dilakukan dengan metode gravimetri. Langkah-langkah penentuan kadar TSS adalah sebagai berikut: a) Peralatan pompa vakum disiapkan terlebih dahulu; b) Sampel limbah cair *laundry* diaduk agar homogen dan diambil 10 mL menggunakan pipet; c) Kertas saring Whatman Grade 934 AH ukuran pori 1,5 μm dicuci dengan 10 ml aquades dan dioven dengan suhu 105 °C selama 1 jam, setelah itu didinginkan menggunakan desikator; d) Kertas saring yang telah didinginkan selanjutnya ditimbang dan hasilnya dicatat sebagai data berat kertas saring; e) Selanjutnya dilakukan penyaringan limbah cair *laundry* sebanyak 100 mL dengan pompa vakum selama 3 menit agar proses penyaringan maksimal; f) Setelah itu, kertas saring dipindahkan secara hati-hati dari pompa vakum ke cawan *Gooch*; g) Kertas saring dikeringkan menggunakan oven selama 1 jam pada suhu 105 °C dan selanjutnya didinginkan dalam desikator dan timbang serta dicatat sebagai data berat kertas saring yang ada residu; h) Penentuan kadar TSS menggunakan persamaan 3.1 sebagai berikut (SNI 06-6989.3-2004) :

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume sampel (mL)}} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

b. Penentuan Kadar Oksigen Terlarut BOD

Penentuan kadar BOD diawali dengan penentuan kadar oksigen terlarut (*Dissolve Oxygen*, DO) pada hari ke-0 yaitu pada saat air limbah *laundry* diambil dari tempat *laundry*. Penentuan kadar DO dilakukan dengan metode winkler. Langkah-langkah penentuan kadar DO adalah sebagai berikut: a) air limbah *laundry* sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam botol winkler yang volumenya 100 mL, kemudian ditambahkan 0,4 mL Mn_2SO_4 dan 0,4 mL alkali iodida asida (KOH-KI) menggunakan pipet dengan ujung berada di permukaan air limbah *laundry*; b) Botol winkler ditutup dan dibiarkan hingga sampel homogen dan terbentuk endapan yang sempurna; c) Selanjutnya ditambahkan 0,4 mL H_2SO_4 pekat kemudian botol ditutup kembali dan larutan dibiarkan homogen sampai endapan menjadi larut; d) Sampel yang telah larut sebanyak 40 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer 50 mL; e) Setelah itu, sampel dititrasi dengan Na_2SO_3 hingga warna sampel memudar kemudian menambahkan indikator amilum hingga warna sampel menjadi biru dan kemudian dititrasi kembali hingga warna biru menghilang; f) Volume larutan Na_2SO_3 yang digunakan untuk menitrasi sampel air limbah *laundry* dicatat g) Penentuan kadar DO menggunakan persamaan 3.2 sebagai berikut (SNI 6989.72:2009) :

$$[DO_0] \text{ (mg/L)} = \frac{a.N.8000}{V-4} \text{ mg/l} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan

a = volume titran Natrium Tiosulfat (ml)

N = normalitas larutan Natrium Tiosulfat (ek/l)

V = volume botol Winkler (ml)

g) Air limbah *laundry* di dalam botol gelap disimpan di dalam botol gelap dan meletakkannya dalam ruangan bersuhu 20 °C tanpa ada cahaya selama 5 hari; h) Pada hari ke-5 mengukur kadar DO air limbah yang telah disimpan selama 5 hari

dengan langkah-langkah yang sama dengan pengukuran DO_0 ; i) Hasil pengukuran kadar DO hari-5 kemudian dikurangi dengan kadar DO hari ke-0 yang hasilnya merupakan kadar BOD (rumus 3.3)

$$BOD = DO_0 - DO_5 \dots \dots \dots (3.3)$$

c. Fosfat

Penentuan kadar fosfat menggunakan metode spektrofotometri. Langkah-langkah penentuan kadar fosfat yaitu: a) air limbah *laundry* sebanyak 50 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer menggunakan pipet; b) Kemudian ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalin, jika terbentuk warna merah muda, ditambahkan tetes demi tetes H_2SO_4 sampai warna menghilang; c) Selanjutnya ditambahkan 8 mL larutan campuran (H_2SO_4 , larutan kalium antimonil tartrat, larutan ammonium molibdat, dan larutan asam askorbat) sehingga homogen; d) larutan yang telah homogen selanjutnya dimasukkan ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer dengan panjang gelombang 880nm dalam kisaran waktu sekitar 10-30 menit dan dicatat serapannya; e) Penentuan kadar Fosfat menggunakan persamaan 3.4 sebagai berikut (SNI 06-6989.31-2005):

$$Fosfat (mg/L) = C \times fp \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan

C = Kadar hasil pengukuran (mg/L)

fp = Faktor pengenceran

3.2.2.2 Perlakuan Air Limbah *Laundry* dengan Teknologi Lahan Basah Buatan

Mekanisme perlakuan air limbah *laundry* dengan menggunakan teknologi lahan basah buatan sebagai berikut :

1. Penanaman tanaman lembang pada bak plastik dan pengisian air limbah *laundry*

Empat bak plastik masing-masing diisi dengan pasir, kerikil dan lempung. Selanjutnya pada setiap bak plastik dilakukan penanaman tanaman lembang

seberat 1500 gram yang telah dilakukan aklimatisasi sebelumnya dengan jarak antar tanaman lebang ± 10 cm. Kemudian ke dalam masing-masing bak plastik dilakukan pengisian air limbah *laundry*, yang sebelumnya telah dilakukan pengukuran kadar TSS, BOD, dan Fosfat sebagai data sebelum perlakuan.

2. Pengaliran limbah cair *laundry* hasil fitoremediasi

Air limbah *laundry* yang telah mengalami fitoremediasi selama 7 hari pada empat bak plastik selanjutnya dialirkan ke timba penampung. Selanjutnya, air diambil dan diletakkan di dalam botol sampel kemudian dilakukan uji sampel untuk mengetahui kadar TSS, BOD, dan Fosfat setelah perlakuan.

3.2.2.3 Pengukuran Parameter BOD, TSS, dan Fosfat Air Limbah Setelah

Perlakuan

Analisis air limbah hasil fitoremediasi dilakukan setelah mengalami perlakuan selama 7 hari untuk menentukan kadar BOD, TSS, dan fosfat sebagai data setelah perlakuan. Metode pengukuran kadar BOD, TSS, dan Fosfat adalah sama untuk sebelum dan sesudah perlakuan.

3.2.3 Analisis Data

Data kadar TSS, BOD, dan fosfat sebelum dan sesudah perlakuan selanjutnya dianalisis untuk menentukan ada perbedaan atau tidak kadar sebelum dan sesudah perlakuan fitoremediasi dengan menggunakan lahan basah buatan dengan tanaman *Typha angustifolia* L. dan untuk menentukan efektivitas *Typha angustifolia* L. dalam menurunkan kadar TSS, BOD, dan fosfat limbah cair *laundry* dengan menggunakan lahan basah buatan dalam bentuk kolam.

a. Penentuan Perbedaan Kadar TSS, BOD, dan Fosfat Sebelum dan Sesudah

Perlakuan

Penentuan adanya perbedaan secara signifikan kadar TSS, BOD, dan fosfat sebelum dan sesudah perlakuan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1) Analisis normalitas data dengan Shapiro Wilk

Pada analisis ini digunakan $\alpha = 0,05$. Hasil analisis menunjukkan bahwa data masing-masing parameter terdistribusi normal jika nilai $\alpha > 0,05$ dan sebaliknya data tidak terdistribusi normal jika nilai $\alpha < 0,05$. Analisis normalitas data dilakukan dengan menggunakan Program SPSS. Jika data

terdistribusi normal maka dilakukan analisis lebih lanjut untuk menentukan ada perbedaan secara signifikan atau tidak nilai rata-rata masing-masing parameter sebelum dan sesudah perlakuan dengan uji t dua sampel berpasangan. Namun jika data tidak terdistribusi normal maka analisis dilakukan dengan uji Wilcoxon.

2) Analisis Data dengan Uji t Dua Sampel Berpasangan

Sebelumnya dilakukan analisis data terlebih dahulu disusun hipotesis statistik sebagai berikut:

H₀: kadar rata-rata BOD, TSS, dan fosfat sebelum perlakuan adalah sama dengan kadar rata-rata BOD, TSS, dan fosfat setelah perlakuan

H₁: kadar rata-rata BOD, TSS, dan fosfat berbeda nyata dengan kadar rata-rata BOD, TSS, dan fosfat setelah perlakuan.

Pada analisis ini digunakan $\alpha = 0,05$. Hasil uji akan menerima H₀ jika nilai $\alpha > 0,05$ atau nilai t hitung lebih kecil daripada nilai t tabel yang berarti bahwa kadar rata-rata ketiga parameter sama sebelum dan sesudah perlakuan. Kondisi sebaliknya, H₁ diterima jika $\alpha < 0,05$ atau nilai t hitung lebih besar daripada nilai t tabel yang berarti bahwa rata-rata ketiga parameter atau salah satu parameter sebelum dan sesudah perlakuan berbeda nyata.

3) Analisis Data dengan Uji Wilcoxon

Sebelum dilakukan analisis maka disusun terlebih dahulu hipotesis statistiknya. Hipotesis statistik uji Wilcoxon sama dengan hipotesis statistik uji t dua sampel berpasangan. Pada analisis ini juga digunakan $\alpha = 0,05$. Hasil uji akan menerima H₀ jika nilai $\alpha > 0,05$ atau nilai Z hitung lebih kecil daripada nilai Z tabel yang berarti bahwa kadar rata-rata ketiga parameter sama sebelum dan sesudah perlakuan. Kondisi sebaliknya, H₁ diterima jika $\alpha < 0,05$ atau nilai Z hitung lebih besar daripada nilai Z tabel yang berarti bahwa rata-rata ketiga parameter atau salah satu parameter sebelum dan sesudah perlakuan berbeda nyata.

b. Penentuan Efektivitas Tanaman Lembang (*Typha angustifolia* L.) dalam Menurunkan Kadar BOD, TSS dan Fosfat Air Limbah Laundry

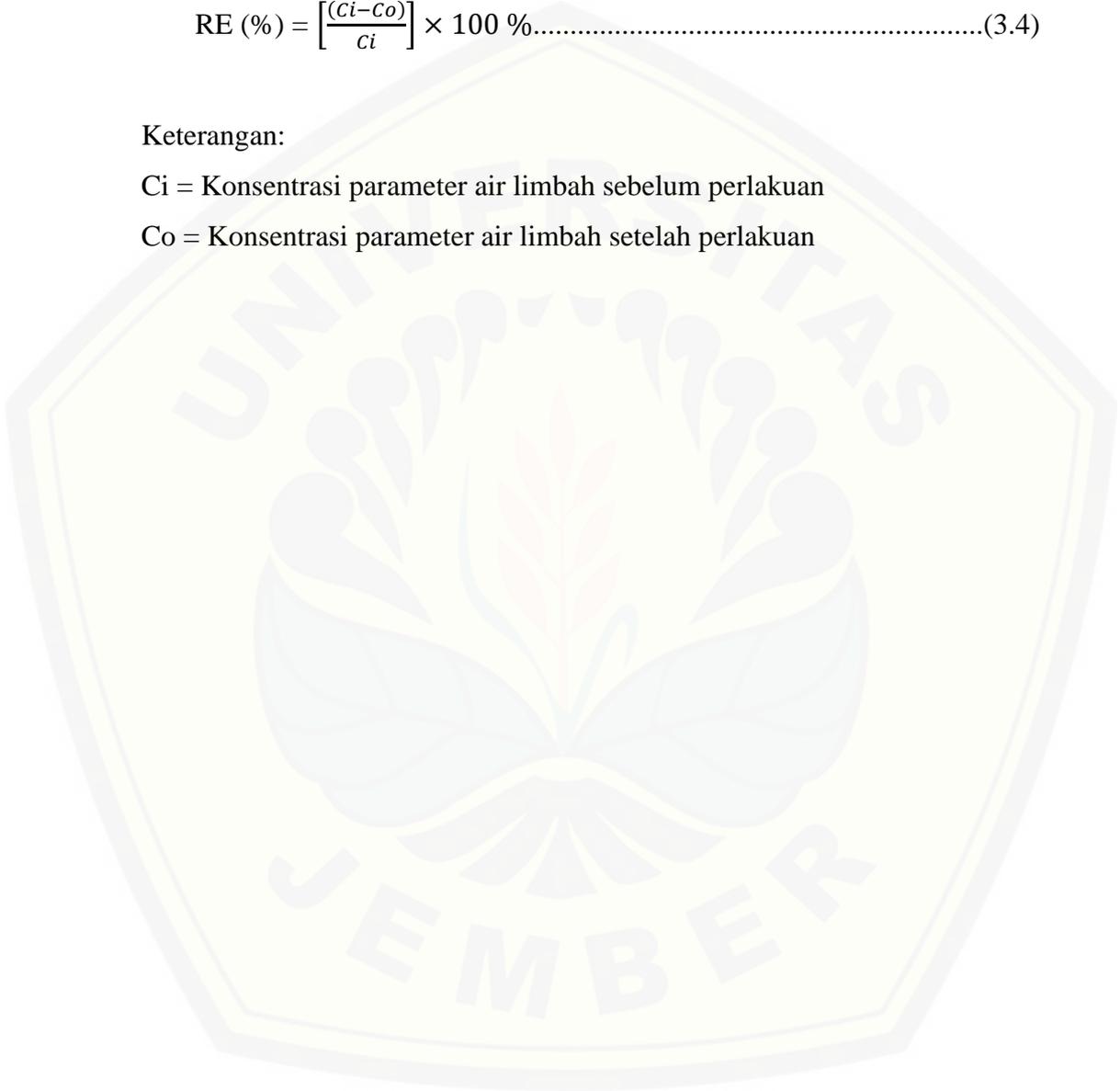
Efektivitas tanaman lembang (*Typha angustifolia* L.) dalam menurunkan kadar TSS, BOD, dan fosfat ditentukan berdasarkan nilai *removal efficiency* (RE). Penentuan nilai RE menggunakan persamaan 3.4 (Indrayani, 2018)

$$RE (\%) = \left[\frac{(C_i - C_o)}{C_i} \right] \times 100 \% \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

C_i = Konsentrasi parameter air limbah sebelum perlakuan

C_o = Konsentrasi parameter air limbah setelah perlakuan



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini adalah kadar BOD dan fosfat mengalami penurunan secara signifikan namun kadar TSS mengalami penurunan tidak signifikan pada air limbah *laundry* sebelum dan setelah dilakukan proses fitoremediasi. Efektivitas tanaman lembang (*Typha angustifolia* L.) juga efisien dalam menurunkan kadar TSS adalah sebesar 22,22 %; BOD sebesar 53,86 % dan Fosfat sebesar 39,116 %.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian dengan kurun waktu yang lebih lama dan penambahan parameter-parameter lain yang mendukung untuk mengetahui efisiensi tanaman yang lebih optimal.
2. Perlu dilakukan penelitian lagi mengenai pengaruh mikroba dan faktor abiotik lainnya yang terlibat dalam proses fitoremediasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulgani, H., M. Izzati., dan Sudarno. 2014. Kemampuan Tumbuhan *Typha Angustifolia* Dalam Sistem *Subsurface Flow Constructed Wetland* Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Kerupuk (Studi Kasus Limbah Cair Sentra Industri Kerupuk Desa Kenanga. *Jurnal Bioma*. 16(1): 23-45
- Astuti, S. W. dan M. S. Sinaga. 2015. Pengolahan Limbah *Laundry* Menggunakan Metode *Biosand Filter* untuk Mendegradasi Fosfat. *Jurnal Teknik Kimia*. 4 (2): 34-40
- Backer, C. A., and R. C. B. V. D. Brink Jr. 1968. *Flora of Java (Spermatophytes Only)*. Netherlands: Wolters-noorhdoff N. V.- Groningen
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. *Keputusan Kepala Badan Standardisasi Nasional Nomor 10 Tentang Penetapan 52 Standar Nasional Indonesia Kepala Badan Standardisasi Nasional*. Desember. Jakarta: BSN Indonesia.
- Bagwell, C. E., M. Dantzier., P. W. Bergholz., and C. R. Lovell. 2001. Host-Specific Ecotype Diversity Of Rhizoplane Diazotrophs Of The Perennial Glasswort *Salicornia Virginica* And Selected Salt Marsh Grasses. *Journal Aquat Microb Ecol*. 23: 293-300.
- Budiawan, Y. F. dan N. Khairani. 2009. Optimasi Biodegradabilitas Dan Uji Toksisitas Hasil Degradasi Surfaktan *Linear Alkilbenzena Sulfonat (LAS)* Sebagai Bahan Deterjen Pembersih. *Jurnal Makara Sain*. 13 (2): 12-19
- Cahyani, M., P. Andarani., dan B. Zaman. 2016. Penurunan Konsentrasi Nikel (Ni) Total Dan COD Menggunakan Tumbuhan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes L.*) Pada Limbah Cair Elektroplating. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 5 (4): 67-72
- Caroline, J. dan Guido, A.M. 2015. Fitoremediasi logam timbal (Pb) menggunakan tanaman melati air (*Echinodorus palaefolius*) pada limbah industri peleburan tembaga dan kuning. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. ISBN 978 – 602 – 98569 – 1 – 0.
- Clessceri, L. S., E. G. Arnold., R. R. Trussel and A. H. F. Mory. 1989. *Standart methods for The Examination of Water and Wastewater*. 17th Ed. Washington: AWWA and APLF
- Darmayanti, L., M. Fauzi., dan B. Hajri. 2013. Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan

(*Subsurface Flow Constructed Wetlands. Jurnal Prosiding SNTK Topi.* ISSN: 1907-0500.

- Eriksson, E., K. Auffarth, M. Henze., and A. Ledin. 2002. Characteristics of grey wastewater. *Journal Urban Water.* 4: 85-104.
- Fachrurazi, M., L. B. Utami., dan D. Suryani. 2010. Pengaruh Variasi Biomassa *Pistia Stratiotes* L. Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, Dan TSS Limbah Cair Tahu Di Dusun Klero Sleman Yogyakarta. *Jurnal Kesehatan Masyarakat.* 4(1): 1-75.
- Ghiovani. D., R. D, Bieby., dan V. Tangahu. 2017. Fitoremediasi Air Yang Tercemar Limbah Laundry Dengan Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*). *Jurnal Teknik ITS.* 6 (2): 88-92
- Ghosh, M., and S. P. Singh. 2005. A Review on Phytoremediation Of Heavy Metals And Utilization Of Its Byproducts. *Journal Applied Ecology and Environmental Research.* 3 (1): 1-18.
- Halverson., *et.al.* 2004. Review of Constructed Wetlands Flow vs. Surface Flow Wetlands, U.S. Departement of Energy, Springfiel, USA.
- Herlambang, P., dan O. Hendriyanto. 2015. Fitoremediasi limbah deterjen menggunakan kayu apu (*Pistia Stratiotes* L.) dan genjer (*Limnocharis Flava* L.). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan.* 7 (2): 34-55
- Hidayah, E.N, dan Wahyu A. 2010. Potensi dan pengaruh tanaman pada pengolahan air limbah domestik dengan sistem *constructed wetland*. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan.* 2 (2): 56-61
- Hoinkis, Jan, and V. Panten. 2008. Wastewater Recycling in Laundries – From Pilot to Large-scale Plant. *Journal Chemical Engineering and Processing* 47: 1159-1164.
- Indrayani, L., dan M. Triwiswara. 2018. Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Industri Batik dengan Teknologi Lahan Basah Buatan. *Jurnal Dinamika Kerajinan dan Batik.* 35 (1): 53-66.
- Irawanto, R., dan F. Baroroh. 2017. Kemampuan tumbuhan akuatik *Salvinia molesta* dan *Pistia stratiotes* sebagai fitoremediator logam berat tembaga. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia.* 3 (3): 77-85
- Kosasih, E., A. Yuniawati., V. Suryaputra., dan A. Limijaya. 2017. Model Perhitungan Harga Pokok untuk Perusahaan Laundry. *Jurnal Aset (Akuntansi Riset).* 9 (2): 86-99

- Kurnia, U., H. Suganda, R. Saraswati, dan Nurjaya. 2004. Teknologi pengendalian pencemaran lahan sawah. Buku Tanah Sawah dan Teknologi Pengelolaannya. Puslitbangtanak. Badan Litbang Pertanian. Deptan.
- Kurniasih, Y. A. 2008. Fitoremediasi Lahan Pertanian Tercemar Logam Berat admium dan Tembaga dari Limbah Industri Tekstil. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Maulidah. 2015. Studi Adsorpsi Abs (*Alkyl Benzene Sulphonate*) Dari Limbah Rumah Tangga Desa Ngadirgo Menggunakan Arang Tempurung Kelapa (*Coconut shells*). *Skripsi*. Semarang: Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 1995. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 51 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri.
- Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Mika, S, M. 2013. Penurunan Limbah Cair BOD Dan COD Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman *Cattail (Typha Angustifolia)* Dengan Sistem *Constructed Wetland*. *Skripsi*. Semarang : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
- Mulia, R. 2005. *Kesehatan Lingkungan*. Cetakan Pertama. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Nirmala, A. P. 2018. Analisis Strategi Pengembangan Usaha Pirez Laundry Samarinda. *Jurnal Administrasi Bisnis*. 6 (2): 13-17
- Nugroho, S. Y. 2014. Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Industri Pencucian Pakaian (Laundry) dengan Teknologi Biofilm Menggunakan Media Filter Serat Plastik dan Tembikar dengan Susunan Random. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
- Prasetyo. P., dan D. L. Caesar. 2018. Perbedaan Kadar Bod Limbah Cair Sebelum Dan Setelah Melewati Biofilter Tanaman *Cattail (Typha angustifolia)*. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 8 (1): 23-37
- Peraturan Gubernur Jawa Timur . 2013. *Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya*. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Laundry.

- Puspita, L., E. Ratnawati., I. N. N. Suryadiputra., dan A. A. Meutia. 2005. *Lahan Basah Buatan di Indonesia*. Wetlands International – Indonesia Programme. Bogor.
- Prodjosantoso dan R. T. Padmaningrum. 2011. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: Kanisius
- Qomariyah, S., Sobriyah., Koosdaryani., dan A. Y. Muttaqin. 2017. Lahan Basah Buatan sebagai Pengolahan Limbah Cair dan Penyedia Air Non-Konsumsi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil Universitas Sebelas Maret*. 1 (1): 56-61
- Raharjo, S., Suprihatin, N. S. Indrasti, E. Riani., Supriyadi, dan W. Hardanu. 2015. Lahan basah buatan sebagai media pengolahan air limbah budidaya udang vaname (*Litopenaeus Vannamaei*) bersalinitas rendah. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*. 22 (2) : 201-210.
- Rizky, N., Budiyo., O. Setiani. 2017. Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman *Azolla Microphylla* Terhadap Penurunan Kadar Fosfat Dan COD Pada Limbah Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 5 (1): 55-76
- Rondonuwu, S.B. 2014. Fitoremediasi limbah merkuri menggunakan tanaman dan sistem reaktor. *Jurnal ilmiah sains*. 14 (1): 32-39
- Rolet, C., N. Spilmont, D. Davoult, E. Goberville, C. Luczak. 2015. Anthropogenic impact on macrobenthic communities and consequences for shorebirds in Northern France: A complex response. *Biological Conservation*, 184: 396 – 404.
- Rukmi, D. P., Ellyke., dan R. S. Pujiati. 2013. Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dalam Menurunkan Kadar Deterjen, BOD, Dan COD Pada Air Limbah Laundry (Studi Di Laundry X Di Kelurahan Jember Lor Kecamatan Patrang Kabupaten Jember). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*.
- Saputra, A. R., dan Suparno. 2016. Teknik penyaringan limbah cair laundry dengan menggunakan sistem FAS (Filtrasi, Absorpsi Dan Sedimentasi). *Jurnal Fisika*. Vol 5 (4).
- Suastuti, Ni G. A. M. Dwi Adhi., I. W. Suarsa., dan D. K. Putra. R. 2015. Pengolahan Larutan Deterjen Dengan Biofilter Tanaman Kangkungan (*Ipomoea Crassicaulis*) Dalam Sistem Batch (Curah) Teraerasi. *Jurnal Kimia*. 9 (1) : 98-104.

- Savitri, 2007, 'Pengolahan Limbah Deterjen Sintetik dengan *Trickling Filter*' [Makalah Penelitian] <http://eprints.undip.ac.id>, [diakses 4 Februari 2019].
- Siswandari, A. M., I. Hindun., dan Sukarsono. 2016. Fitoremediasi Fosfat Limbah Cair Laundry Menggunakan Tanaman Melati Air (*Echinodorus Paleaefolius*) Dan Bambu AIR (*Equisetum Hyemale*) Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. 2 (3): 9-13
- Soemirat, J. 1994. Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-6989.3. 2004. *Air dan Air Limbah-Bagian 3 : Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) secara Gravitasi*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-6989.15. 2004. *Air dan Air Limbah-Bagian 15: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) Refluks Terbuka dengan Refluks Terbuka secara Titrimetri*. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Sopiah, R. Nida, dan Chaerunisah. 2006. Laju Degradasi Surfaktan *Linear Alkil Benzena Sulfonate* (LAS) Limbah Deterjen Secara Anaerob Pada Reaktor Lekat Diam Bermedia Sarang Tawon. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 7 (3): 34-40
- Subroto, M. A. (1996). *Fitoremediasi*. Prosiding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi dalam Pengelolaan Lingkungan, Cibinong
- Sugiharto. 2008. *Dasar – Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Supraptini. 2002. Pengaruh Limbah Industri Terhadap Lingkungan di Indonesia. *Jurnal Media Litbang Kesehatan*. 12 (2): 88-96
- Suriani, S., Suharjono., dan Soemarno. 2015. Potensi Bakteri Genus *Pseudomonas* Pendegradasi LAS di Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen Sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *Jurnal PAL*. 6(1): 23-29
- Tamyiz, M. 2015. Perbandingan Rasio BOD/COD Pada Area Tambak Di Hulu Dan Hilir Terhadap *Biodegradabilitas Bahan Organik*. *Journal of Research and Technology*. 1 (1): 21-27
- Undang – Undang Republik Indonesia. 2009. Undang – Undang Republik Indonesia Nomer 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

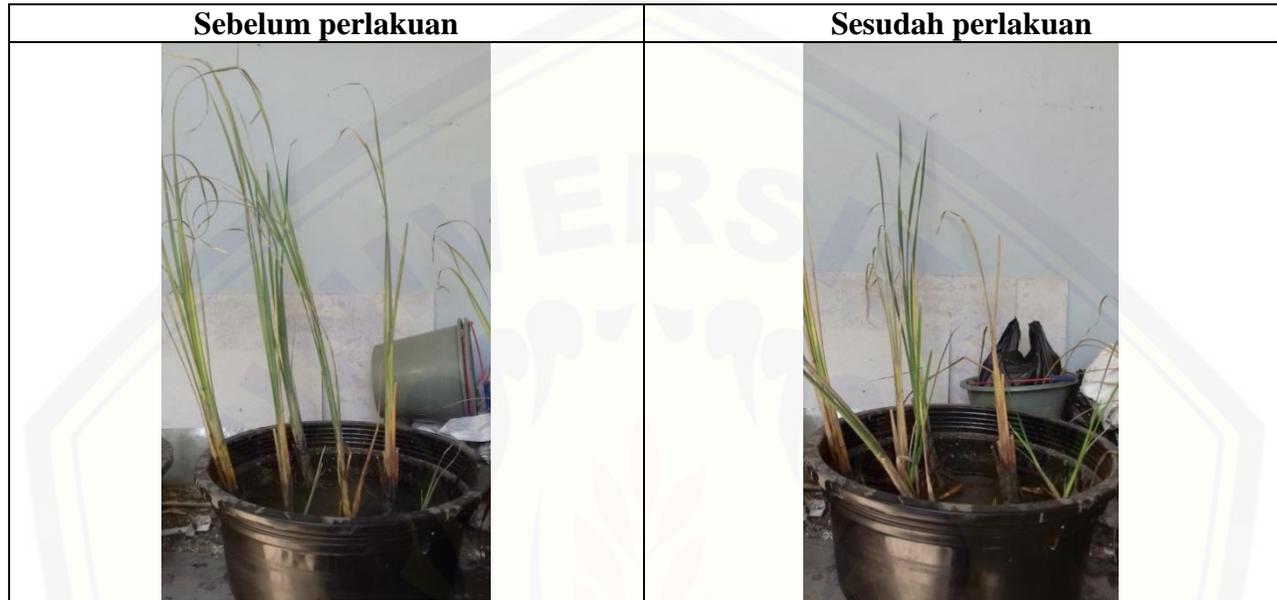
- Wirawan, W. A., R. Wirosodarmo, dan L. D. Susanawati. 2014. Pengolahan limbah cair domestik menggunakan tanaman kayu apu (*Pistia Stratiotes* L.) dengan teknik tanam hidroponik sistem Dft (Deepflowtechnique). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*. 1(2): 4-11
- Zhang, Z., Z. Rengel., and K. Meney. 2007. Nutrient Removal from Simulated Wastewater Using *Canna indica* and *Schoenoplectus validus* in Mono- and Mixed-Culture in Wetland Microcosms. *Journal Water Air Soil Pollut* 183 : 95-105.



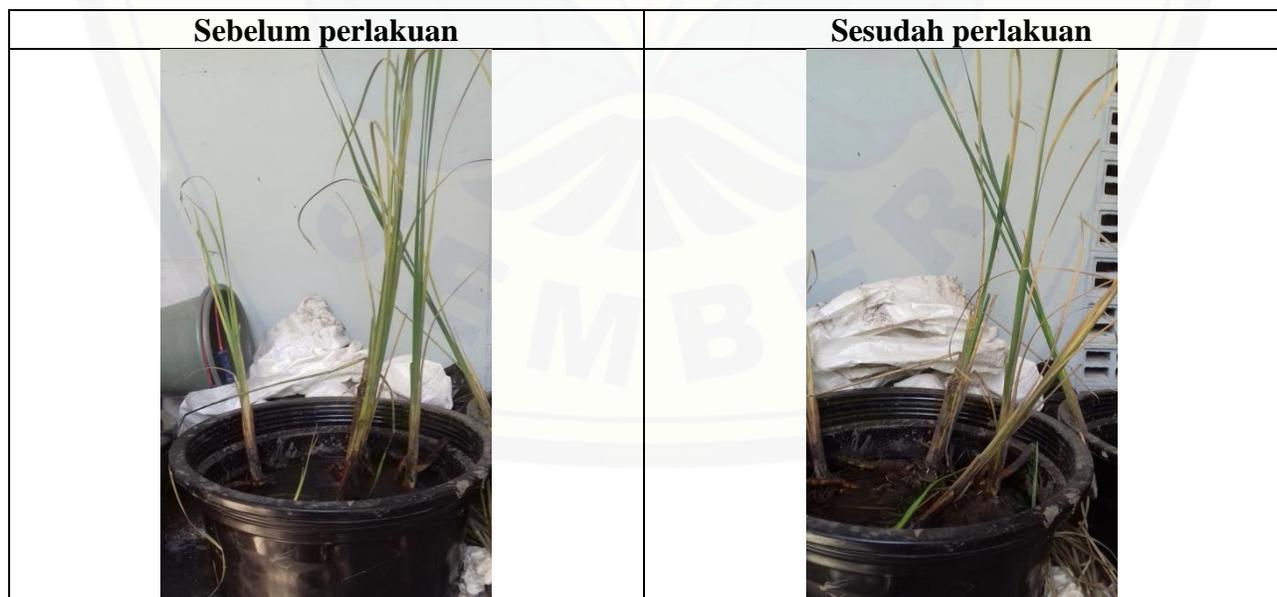
LAMPIRAN

A. Gambar tanaman sebelum dan sesudah perlakuan

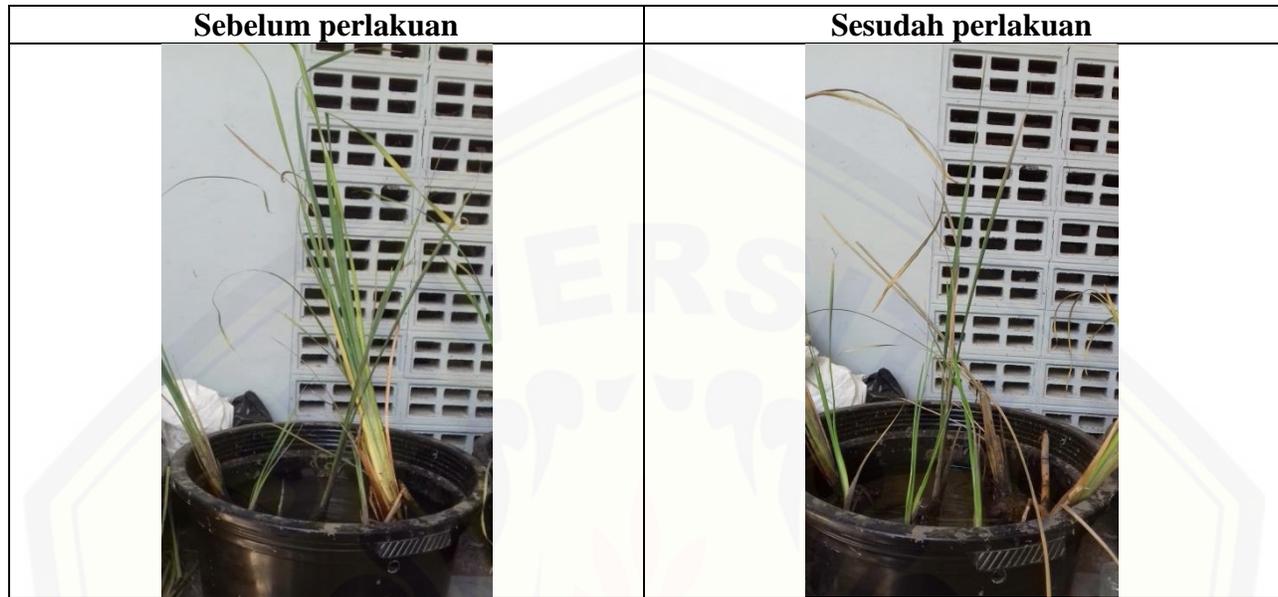
Sampel 1



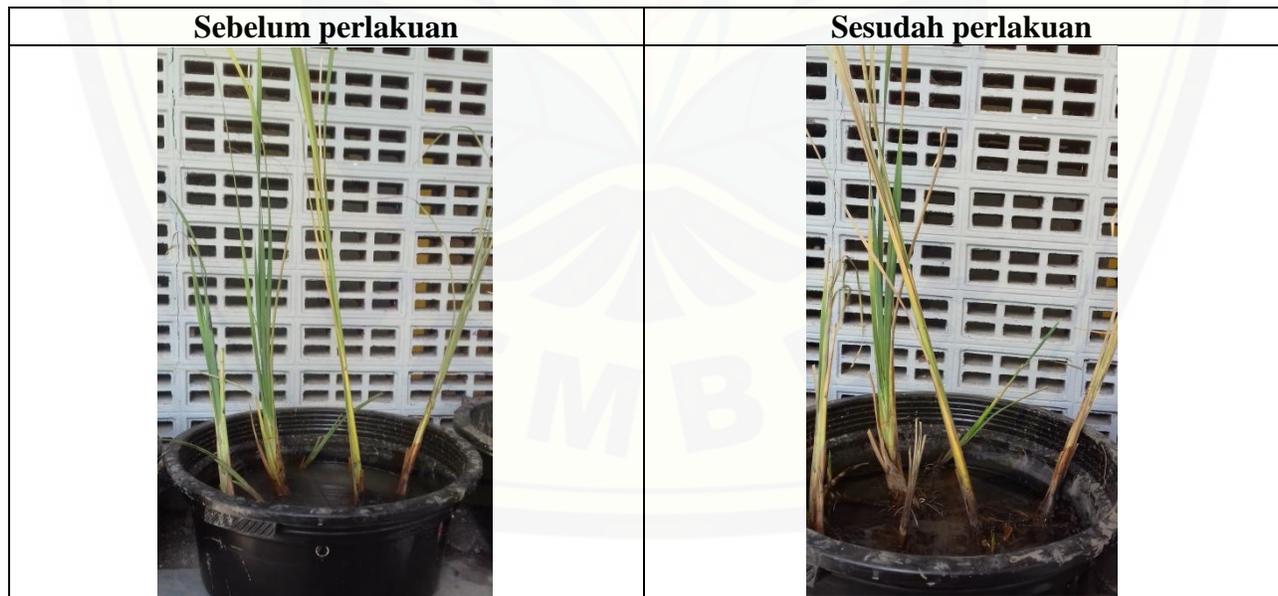
Sampel 2



Sampel 3



Sampel 4



B. Perhitungan statistik

1. Perhitungan TSS

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TSS sebelum	.307	4	.	.729	4	.024
TSS sesudah	.441	4	.	.630	4	.001

Gambar 4.2 Hasil normalitas *Shapiro Wilk* kadar TSS

Test Statistics^b

	TSS sesudah - TSS sebelum
Z	-1.342 ^a
Asymp. Sig. (2-tailed)	.180

Gambar 4.3 Uji Wilcoxon kadar TSS

2. Perhitungan BOD

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
BOD sebelum	.250	4	.	.927	4	.579
BOD sesudah	.283	4	.	.863	4	.273

Gambar 4.5 Hasil normalitas *Shapiro Wilk* kadar BOD

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	BOD sebelum - BOD sesudah	468.50000	312.55560	156.27780	-28.84570	965.84570	2.998	3	.058

Gambar 4.6 Uji T BOD

3. Perhitungan pH

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH sebelum	.215	4	.	.946	4	.689
pH sesudah	.303	4	.	.791	4	.086

Gambar 4.8 Hasil normalitas *Shapiro Wilk* kadar pH

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	pH sebelum - pH sesudah	-.04000	.01414	.00707	-.06250	-.01750	-5.657	3	.011

Gambar 4.9 Uji T pH

4. Perhitungan Fosfat

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
fosfat sebelum	.356	4	.	.773	4	.062
fosfat sesudah	.350	4	.	.785	4	.078

Gambar 4.11 Hasil normalitas *Shapiro Wilk* kadar fosfat

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	fosfat sebelum - fosfat sesudah	29.09900	3.47574	1.73787	23.56833	34.62967	16.744	3	.000

Gambar 4.12 Uji T Fosfat