



**EFEKTIVITAS KOMBINASI MEDIA PENYARING DAN TANAMAN
ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) UNTUK MENINGKATKAN
KUALITAS AIR IRIGASI DI SEKITAR TPA PAKUSARI JEMBER**

SKRIPSI

Disusun Oleh:

**Shella Amalia Karisma Putri
NIM. 181510501071**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER**

2022



**EFEKTIVITAS KOMBINASI MEDIA PENYARING DAN TANAMAN
ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) UNTUK MENINGKATKAN
KUALITAS AIR IRIGASI DI SEKITAR TPA PAKUSARI JEMBER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi (S1) pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember

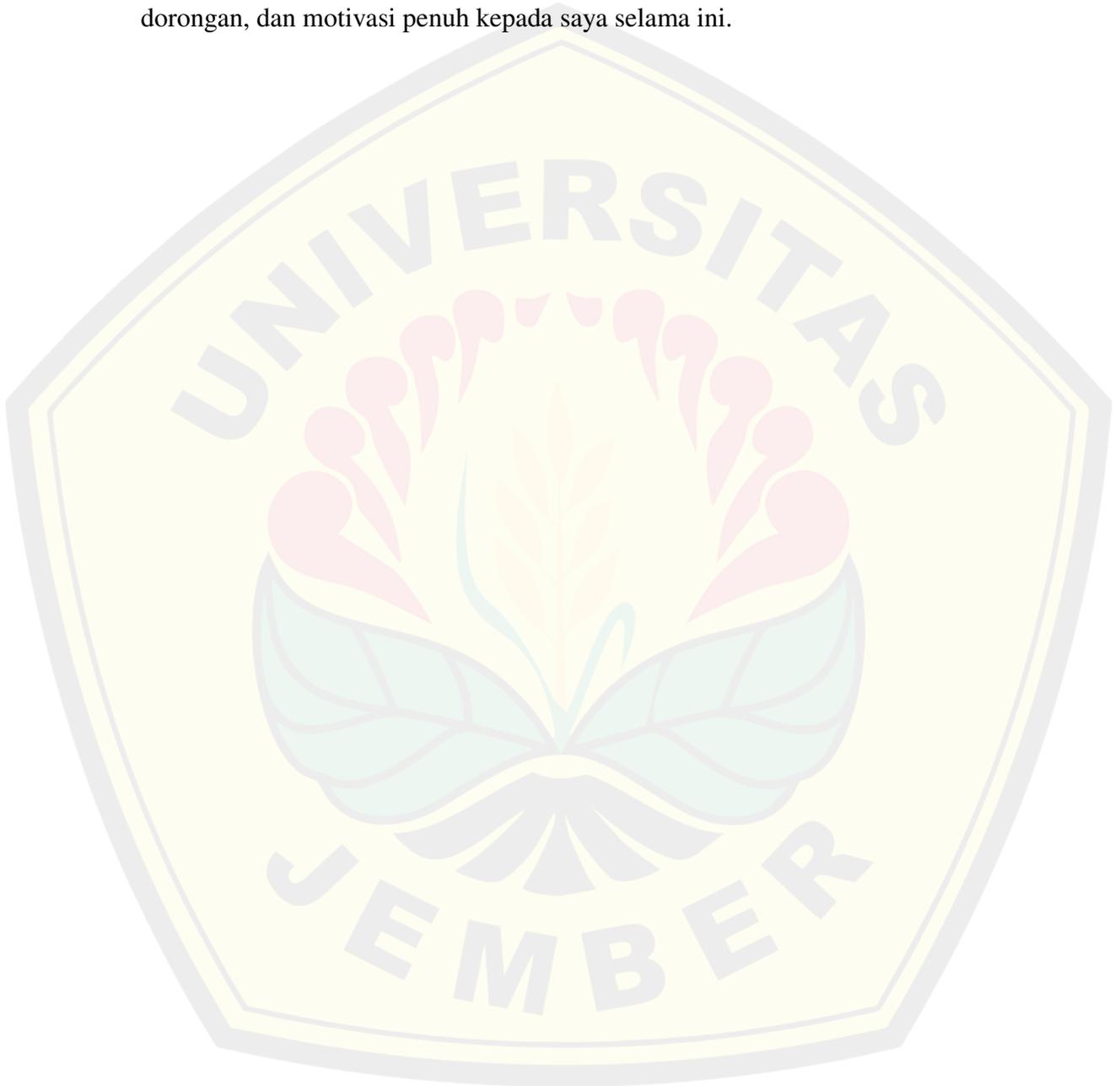
Disusun Oleh:

Shella Amalia Karisma Putri
NIM. 181510501071

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2022**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya Ibu Istiqomah dan Bapak Karyawan sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang telah memberikan kasih sayang, dukungan baik secara moral maupun material, dorongan, dan motivasi penuh kepada saya selama ini.



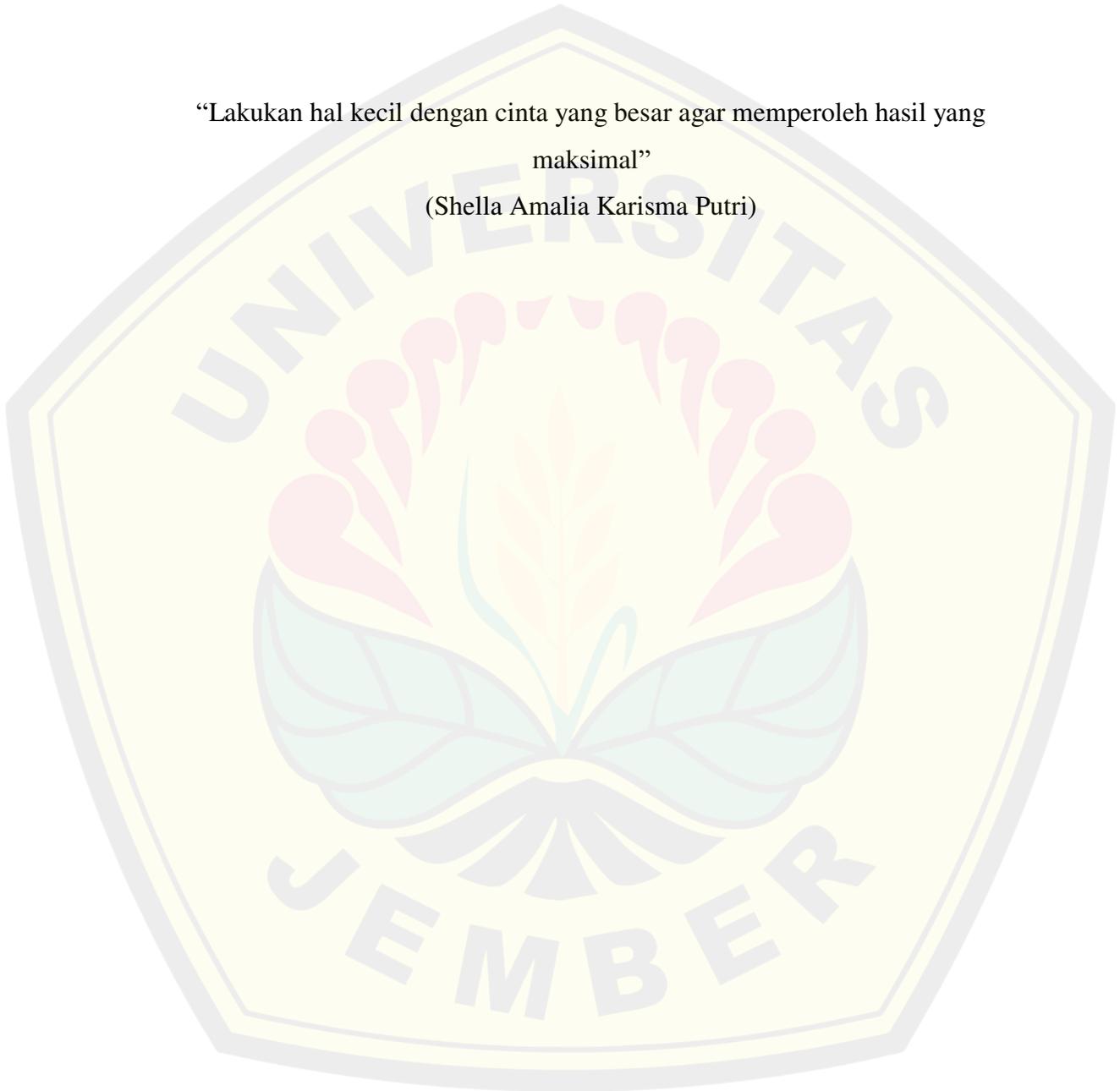
MOTTO

“Dan bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar”

(Q.S Ar-Rum: 60)

“Lakukan hal kecil dengan cinta yang besar agar memperoleh hasil yang maksimal”

(Shella Amalia Karisma Putri)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shella Amalia Karisma Putri

NIM : 181510501071

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Efektivitas Kombinasi Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk Meningkatkan Kualitas Air Irigasi di Sekitar TPA Pakusari Jember” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab 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, 27 Juli 2022

Yang menyatakan,

Shella Amalia Karisma Putri
NIM. 181510501071

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS KOMBINASI MEDIA PENYARING DAN TANAMAN
ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*) UNTUK MENINGKATKAN
KUALITAS AIR IRIGASI DI SEKITAR TPA PAKUSARI JEMBER**

Oleh

Shella Amalia Karisma Putri

NIM. 181510501071

Pembimbing

Dosen Pembimbing Skripsi : Nanang Tri Haryadi, S.P., M.Sc.
NIP. 198105152005011003

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Efektivitas Kombinasi Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk Meningkatkan Kualitas Air Irigasi di Sekitar TPA Pakusari Jember” karya Shella Amalia Karisma Putri telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : 27 Juli 2022

Tempat : Fakultas Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Skripsi

Nanang Tri Haryadi, S.P., M.Sc.
NIP. 198105152005011003

Dosen Penguji Utama

Dosen Penguji Anggota

Agung Sih Kurnianto, S.Si., M.Ling.
NIP.199009172019031012

Suci Ristiyana, S.T.P., M.Sc.
NIP.198801212019032011

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Jember

Prof. Dr. Ir. Soetriono, M.P.
NIP. 196403041989021001

RINGKASAN

Efektivitas Kombinasi Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk Meningkatkan Kualitas Air Irigasi di Sekitar TPA Pakusari Jember; Shella Amalia Karisma Putri, 181510501071; 2022; 60 Halaman; Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Jumlah penduduk di Kabupaten Jember berkembang sangat pesat setiap tahunnya. Peningkatan jumlah penduduk menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya volume sampah di perkotaan. Salah satunya terjadi di TPA Pakusari Jember. banyaknya sampah yang menumpuk di TPA Pakusari membuat fasilitas pengelolaan tidak berjalan secara optimal sehingga menimbulkan pencemaran air dan masuk ke saluran irigasi sawah sehingga membuat air menjadi tercemar dan berpengaruh buruk terhadap pertumbuhan tanaman dan menurunkan produktivitas hasil panen. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas dari kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok dalam meningkatkan kualitas air irigasi di kawasan pertanian sekitar TPA Pakusari Jember. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2022 di *Green house* Jl. Branjangan, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember dan uji laboratorium di laboratorium agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 1 faktor dengan tiga taraf perlakuan yaitu K1 (air irigasi tanpa perlakuan), K2 (air irigasi dan tanaman eceng gondok), dan K3 (air irigasi, campuran media penyaring, dan tanaman eceng gondok). dari data yang dihasilkan apabila terdapat pengaruh nyata akan dilanjutkan uji lanjut menggunakan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok sebagai agen fitoremediasi menunjukkan hasil yang efektif dalam menurunkan nilai BOD, TDS, Konduktivitas, perubahan warna sampel air irigasi dari coklat keruh menjadi bening, dan menurunkan nilai DO sedangkan untuk tanaman eceng gondok lebih efektif dalam menurunkan nilai pH.

Kata Kunci: **media penyaring, tanaman eceng gondok, air irigasi**

SUMMARY

Effectiveness of Combination of Filter Media and Water Hyacinth Plants (*Eichhornia crassipes*) to Improve Irrigation Water Quality Around TPA Pakusari Jember; Shella Amalia Karisma Putri, 181510501071; 2022; 60 Pages; Faculty of Agriculture, University of Jember.

The population in Jember Regency is growing very rapidly every year. The increase in population is one of the factors that affect the volume of waste in urban areas. One of them happened at the Pakusari TPA Jember. The large amount of waste that has accumulated in the Pakusari TPA makes the management facilities not run optimally, causing water pollution and entering the irrigation canals of the rice fields so that the water becomes polluted and adversely affects plant growth and reduces crop productivity. This study aims to determine the effectiveness of the combination of filter media and water hyacinth plants in improving the quality of irrigation water in the agricultural area around the Pakusari TPA Jember. This research was conducted in April 2022 at the Green house Jl. Branjangan, Patrang District, Jember Regency and laboratory tests at the agrotechnology laboratory, Faculty of Agriculture, Jember University using a Completely Randomized Design (CRD) consisting of 1 factor with three levels of treatment, namely K1 (irrigation water without treatment), K2 (irrigation water and plants water hyacinth), and K3 (irrigation water, mixed filter media, and water hyacinth plants). From the data generated, if there is a significant effect, further testing will be carried out using the DMRT test at a 95% confidence level. The results showed that the combination of filter media and water hyacinth plants as phytoremediation agents showed effective results in reducing BOD, TDS, Conductivity values, changing the color of irrigation water samples from cloudy brown to clear, and lowering DO values while water hyacinth plants were more effective in lower the pH value.

Keywords: filter media, water hyacinth plant, irrigation water.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Kombinasi Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk Meningkatkan Kualitas Air Irigasi di Sekitar TPA Pakusari Jember”. skripsi ini merupakan persyaratan penyelesaian Program Sarjana (S1) Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Soetriono, MP. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
2. Bapak Drs. Yagus Wijayanto, M.A., Ph.D. selaku kepala Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
3. Bapak Mohammad Ubaidillah S.Si., M.Agr., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik (DPA) yang telah memberikan bimbingan dan motivasi selama menjadi mahasiswa.
4. Bapak Nanang Tri Haryadi, S.P., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Skripsi (DPS) yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan saran selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Agung Sih Kurnianto, S.Si., M.Ling. selaku Dosen Penguji Utama yang telah banyak memberikan bantuan, arahan, bimbingan, saran, dan motivasi dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Suci Ristiyana, S.T.P., M.Sc. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun untuk menyempurnakan penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Fakultas Pertanian Universitas Jember yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas ilmu yang telah diberikan selama ini.
8. Staff akademik dan kemahasiswaan Fakultas Pertanian Universitas Jember.
9. Staff dan karyawan TPA Pakusari Jember.

10. Orang tua tercinta Ibu Istiqomah dan Bapak Karyawan yang telah memberikan dukungan baik, dorongan, dan motivasi penuh.
11. Adik tersayang Rhaisyah yang senantiasa memberikan semangat dan doa.
12. Sahabat-sahabat selama perkuliahan: Amanda, Merry, Bianka, dan Maudy atas kebersamaan, dukungan, bantuan, dan kenangan yang telah diberikan selama perkuliahan ini.
13. Teman-teman saya: Iftitah, Sandra, Iqbal, Aditya, dan Fernando yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penelitian penulis berlangsung.
14. Sahabat-sahabat penulis yang lain: Nanda, Shinta, Rayhan, Ghulam, Sofyan, Rama, Rayfli, dan Anggra yang telah memberikan semangat dan dukungan selama penyusunan skripsi ini.
15. Sepupu tercinta: Hanum dan Taufan yang juga sedang menyelesaikan masa studinya atas dukungan yang telah diberikan.
16. Teman-teman Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember Angkatan 2018.
17. Kabinet Adipuspa BEM Fakultas Pertanian Universitas Jember periode 2021.
18. Teman-teman Generasi 18 UKSM Panjalu Fakultas Pertanian Universitas Jember.
19. Tim Asisten Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.
20. Semua pihak yang telah membantu dalam kelancaran penulisan skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis telah berusaha yang terbaik dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pendidikan. Penulis mengarapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Jember, 27 Juli 2022

penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Air Lindi	5
2.2 Fitoremediasi	7
2.3 Tanaman Eceng Gondok	9
2.4 Filtrasi.....	11
2.5 Hipotesis	12
BAB III. METODE PENELITIAN	13
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.2.1 Alat.....	13
3.2.1 Bahan	13
3.3 Pelaksanaan Penelitian	13
3.3.1 Rancangan Percobaan	13

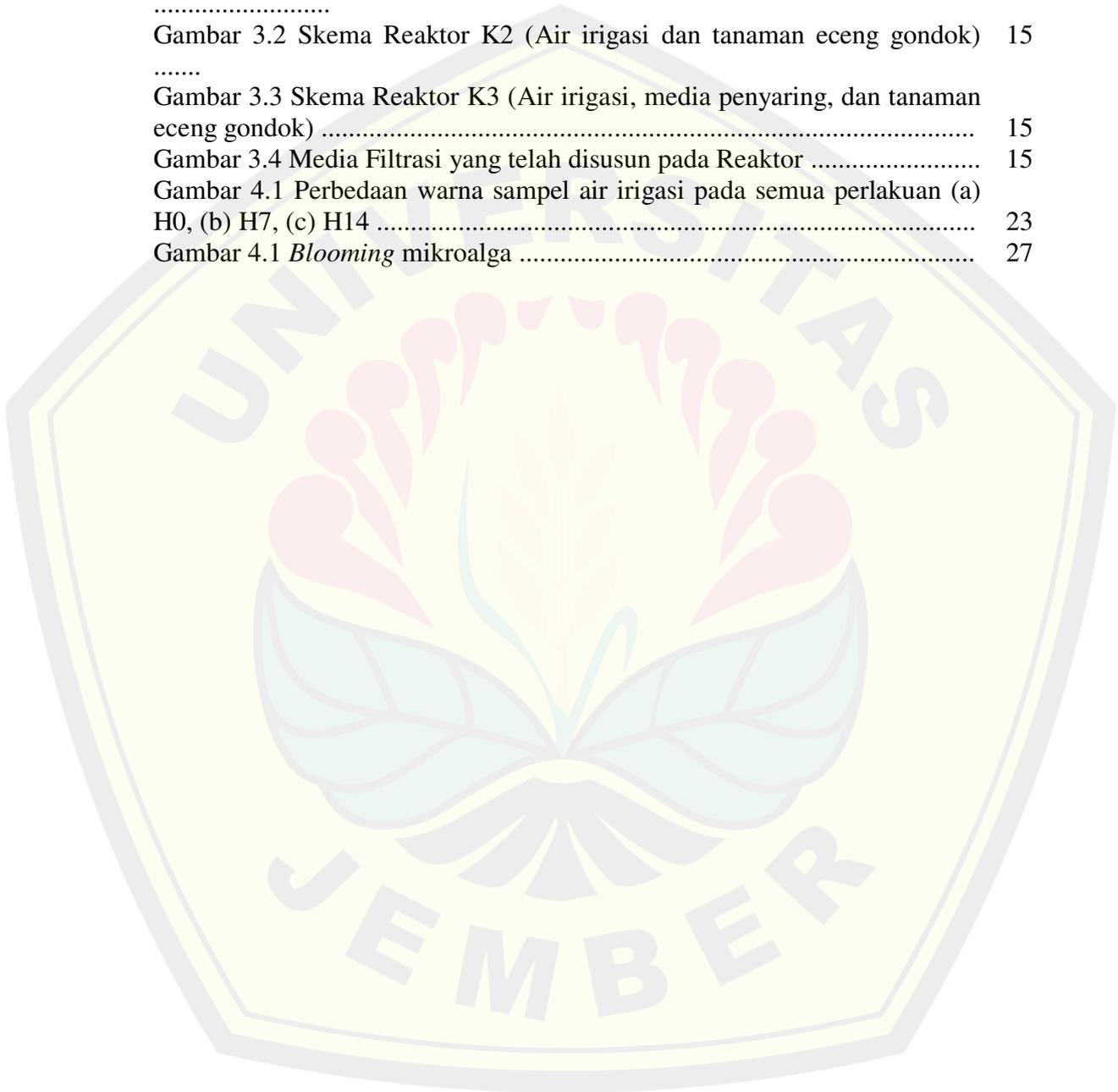
3.3.2	Prosedur Penelitian	14
3.3.3	Variabel Pengamatan	17
3.4	Analisis Data Penelitian	17
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1	Hasil	18
4.1.1	Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>).....	18
4.1.2	Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter pH	19
4.1.3	Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter DO (<i>Dissolved Oxygen</i>).....	19
4.1.4	Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>).....	20
4.1.5	Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter Konduktivitas.....	21
4.1.6	Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter Warna.....	22
4.2	Pembahasan	24
4.2.1	Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter TDS (<i>Total Dissolve Solid</i>).....	24
4.2.2	Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter pH	25
4.2.3	Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter DO (<i>Dissolved Oxygen</i>).....	27
4.2.4	Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter BOD (<i>Biochemical Oxygen Demand</i>)	29
4.2.5	Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter Konduktivitas.....	30
4.2.6	Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter Warna.....	31
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1	Kesimpulan.....	32
5.2	Saran	32
DAFTAR PUSTAKA		33

LAMPIRAN..... 40



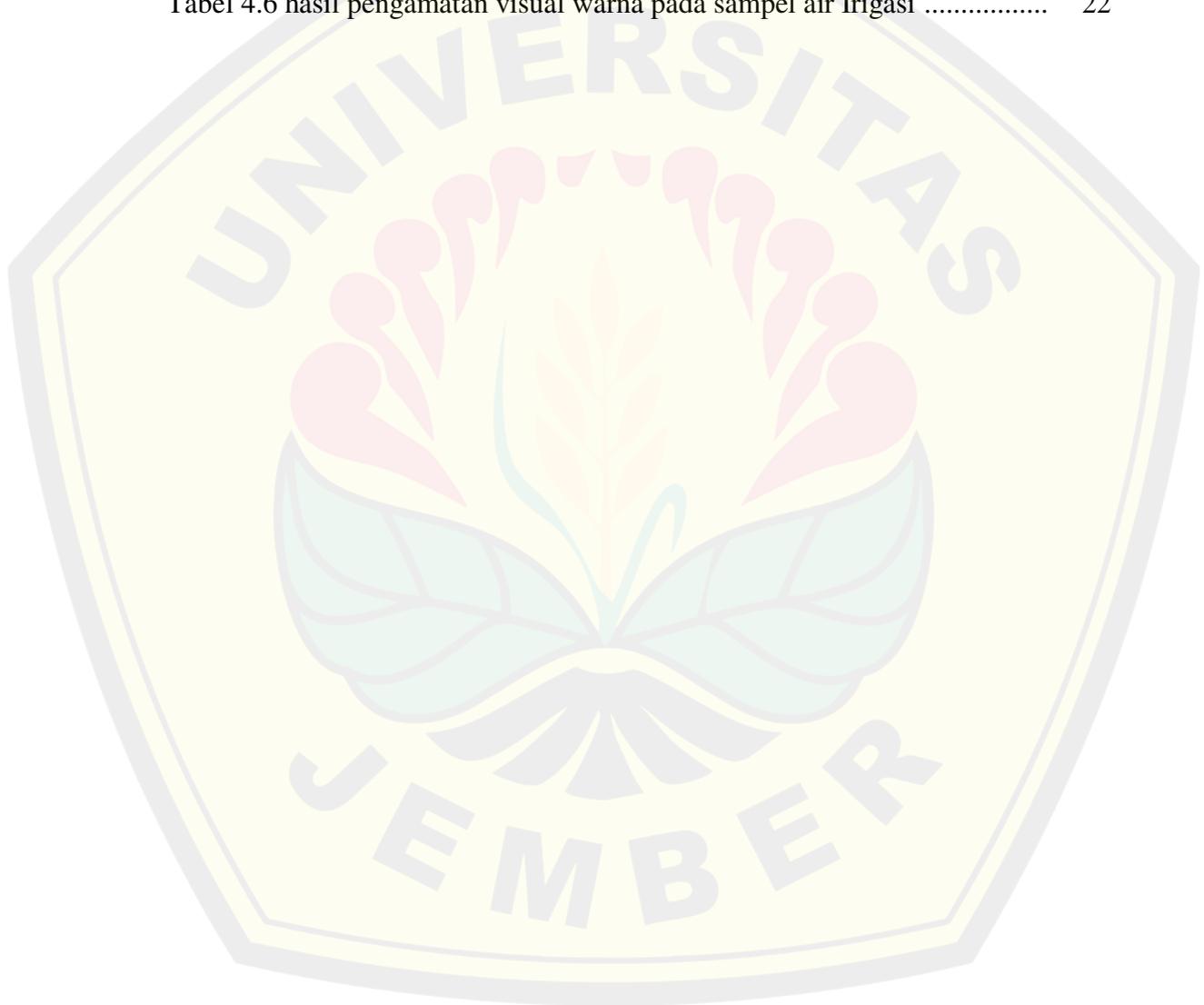
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Mekanisme rizofiltrasi, fitoekstraksi, fitotransformasi, dan fitovolatilisasi tanaman dalam menyerap kontaminan	8
Gambar 2.2 Tanaman Eceng Gondok	9
Gambar 3.1 Skema Reaktor K1 (Air irigasi tanpa perlakuan)	15
.....	
Gambar 3.2 Skema Reaktor K2 (Air irigasi dan tanaman eceng gondok)	15
.....	
Gambar 3.3 Skema Reaktor K3 (Air irigasi, media penyaring, dan tanaman eceng gondok)	15
Gambar 3.4 Media Filtrasi yang telah disusun pada Reaktor	15
Gambar 4.1 Perbedaan warna sampel air irigasi pada semua perlakuan (a) H0, (b) H7, (c) H14	23
Gambar 4.1 <i>Blooming</i> mikroalga	27



DAFTAR TABEL

Tabel 2. Baku Mutu air Lindi	6
Tabel 3.1 Hasil Kombinasi Perlakuan Pelaksanaan Penelitian	14
Tabel 3.2 Denah Pengacakan Satuan Percobaan menggunakan <i>Microsoft Excel</i>	14
Tabel 4.1 Rata-rata nilai TDS pada sampel air Irigasi	18
Tabel 4.2 Rata-rata pH pada sampel air irigasi	19
Tabel 4.3 Rata-rata DO pada sampel air irigasi	20
Tabel 4.4 Rata-rata BOD pada sampel air irigasi	21
Tabel 4.5 Rata-rata Konduktivitas pada sampel air irigasi	21
Tabel 4.6 hasil pengamatan visual warna pada sampel air Irigasi	22



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah penduduk di Kabupaten Jember berkembang sangat pesat setiap tahunnya. Menurut BPS, (2022), jumlah penduduk di Kabupaten Jember di tahun 2021 mencapai 2.332.726 jiwa. Peningkatan jumlah penduduk menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya volume sampah perkotaan. Penumpukan sampah di Kabupaten Jember berasal dari sampah rumah tangga dan kegiatan jasa, bisnis, dan industri yang sebagian besar langsung dibuang tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Sampah dalam jumlah besar yang tidak diolah dengan baik dan sesuai prosedur akan mengakibatkan pencemaran, salah satunya pencemaran air di sekitar pertanian yang akan berdampak pada pengairan sawah.

TPA Pakusari merupakan salah satu TPA terbesar di Kabupaten Jember dengan luas lahan 6,8 Ha. TPA Pakusari dalam setiap bulannya dapat menampung sekitar 4.024.429 ton sampah yang dihasilkan dari 7 kelurahan di Kabupaten Jember. TPA Pakusari menggunakan sistem *controlled landfill* atau pengelolaan sampah dengan teknik pemadatan menggunakan alat berat. Sistem ini dirancang untuk mengurangi bau, menghambat perkembangan organisme pengerat, dan mengurangi pelepasan gas metana dalam limbah (Isni dkk., 2019). Fasilitas Pengelolaan yang ada saat ini tidak berjalan dengan optimal membuat proses pengelolaan sampah menjadi berhenti. Proses pengelolaan sampah yang tidak optimal disebabkan karena banyaknya sampah yang ditampung oleh TPA Pakusari. Penumpukan sampah yang semakin banyak dan tidak diolah dengan baik dapat menyebabkan cemaran, salah satunya adalah pencemaran air tanah yang biasanya disebut dengan lindi. Lindi adalah limbah cair yang dihasilkan saat air hujan masuk ke TPA (Abrauw, 2019). Air lindi banyak mengandung logam berat dan polutan lain yang bersifat racun, jika lindi tercemar dan mengalir ke saluran irigasi dan lahan pertanian akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Menurut Direktorat Pengelolaan Air (2010), air merupakan salah satu faktor penentu dalam produksi pertanian karena air memiliki peranan yang penting dalam persawahan yang akan menentukan berhasil atau gagalnya panen. Air

irigasi di sekitar lahan pertanian digunakan untuk memenuhi kebutuhan usaha tani sehingga air harus diberikan dalam jumlah, waktu, dan mutu yang tepat. Apabila pemberian air yang diberikan tidak sesuai maka tanaman akan terganggu pertumbuhannya sehingga akan mempengaruhi produksi pertanian. Pengairan sawah yang tercemar akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman (Walid dkk., 2020).

Air lindi dari TPA Pakusari Jember langsung dialirkan pada saluran irigasi persawahan yang ada disekitarnya tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Hal tersebut menyebabkan air irigasi yang digunakan sebagai pengairan sawah tercampur dengan air lindi yang diduga menjadi pencemar untuk air dan tanah pada sawah. Akibat dari air irigasi yang tercemar tersebut menyebabkan tanaman yang ada di lahan sawah di sekitar TPA Pakusari tidak dapat tumbuh secara optimal sehingga menjadi pengaruh yang buruk dan akan mempengaruhi jumlah pada hasil produksi panen yang didapatkan. Cemar air yang mengalir ke sawah akan diserap oleh tanah dan masuk ke dalam tanaman pangan seperti padi, sehingga berpotensi mengganggu kesehatan manusia (Ifa dkk., 2019).

Salah satu cara yang dapat dilakukan mengatasi permasalahan lindi di TPA Pakusari yaitu dengan proses remediasi pencemar, baik menggunakan media penyaring maupun fitoremediasi. Media penyaring yang dapat digunakan antara lain arang aktif berbatu dasar batok kelapa, pasir zeolit, dan kerikil. Arang aktif berbatu dasar batok kelapa merupakan media penyaring yang memiliki sifat lunak apabila terkena air sehingga permukannya akan lebih mudah menyerap zat-zat dan mampu menurunkan TSS (*Total Suspended Solid*), BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan TDS (*Total Dissolved Solid*) air lindi (Anisa dkk., 2019). Pasir zeolit memiliki kemampuan sebagai adsorben atau dapat mengadsorpsi logam berat yang terkandung dalam lindi, selain itu pasir zeolit juga dapat digunakan sebagai katalis. (Ardiatma dkk., 2020). Kerikil memiliki kemampuan untuk menyaring kotoran seperti lumut yang tercampur oleh air sehingga air akan meningkatkan kejernihan air.

Fitoremediasi adalah pemanfaatan tanaman air untuk menghilangkan kontaminan dari tanah dan atau perairan yang tercemar. Eceng gondok

(*Eichhornia crassipes*) merupakan salah satu tumbuhan air yang dapat dimanfaatkan sebagai agen fitoremediasi. Eceng gondok merupakan tumbuhan air yang memiliki pertumbuhan sangat cepat dan mudah beradaptasi terhadap lingkungan baru. Eceng gondok memiliki kemampuan yang dapat memperbaiki kualitas air di daerah yang tercemar (Astuti dan Indriatmoko, 2018). Oleh karena itu, sangat penting untuk dilakukan studi terhadap kombinasi media penyaring dan eceng gondok sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas air irigasi di sekitar TPA Pakusari, sehingga air yang akan dialirkan ke lahan persawahan bebas dari polutan yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh kombinasi media penyaring dan eceng gondok dalam meningkatkan kualitas air irigasi di kawasan pertanian sekitar TPA Pakusari Jember?

1.3 Tujuan

1. Menganalisis efektivitas pengaruh kombinasi media penyaring dan eceng gondok dalam meningkatkan kualitas air irigasi di kawasan pertanian sekitar TPA Pakusari Jember secara exsitu

1.4 Manfaat

1. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan dijadikan sumber referensi terkait pemanfaatan media penyaring dan tanaman eceng gondok dalam meningkatkan kualitas air irigasi untuk pertanian serta sebagai bahan acuan dan pembanding pada penelitian terkait selanjutnya.

2. Bagi Petani

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif teknologi pemanfaatan media penyaring dan tanaman eceng gondok dalam meningkatkan kualitas air irigasi yang tercemar untuk lahan sawah sehingga dapat menghasilkan kualitas hasil panen yang lebih baik.

3. Bagi Pemerintah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan rujukan alternatif dalam menerapkan kebijakan kaitannya dengan aliran irigasi pada sawah guna mendukung program pertanian berkelanjutan.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Lindi

Air lindi merupakan cairan yang mengandung bahan organik dan non organik yang terbentuk akibat adanya air hujan yang masuk ke dalam sampah (Ali dan Ratni, 2018). Air lindi merupakan cairan yang berbahaya karena mengandung unsur logam berat dan bahan organik yang tinggi akibat dari penguraian sampah dan mengandung unsur logam berat. Air lindi yang tidak dilakukan pengolahan dengan benar akan menyebabkan kontaminasi yang dapat mencemari air permukaan maupun air tanah (Rezagama dkk., 2016).

Air lindi terbentuk dari setiap lokasi pembuangan sampah. Air lindi terbentuk dari proses filtrasi dan pembesaran air dalam tanah dari air hujan yang mengalir melalui pembuangan sampah. Air lindi memiliki karakteristik tertentu yang disebabkan karena sampah yang dibuang pada kawasan pembuangan akhir berasal dari sumber dan jenis limbah yang berbeda (Nagarajan *et al.*, 2012). Karakteristik air lindi juga dipengaruhi adanya proses yang terjadi di dalam limbah yang meliputi proses fisik, kimia, dan biologis (Larasati dkk., 2016). Air lindi memiliki karakteristik antara lain: (1) konsentrasi awal BOD dan COD yang tinggi, (2) kandungan nitrogen yang tinggi, (3) memiliki konduktivitas yang tinggi karena banyaknya mineral yang terlarut oleh air, (4) kandungan logam berat yang tinggi karena air lindi memiliki pH asam yang dapat melarutkan logam berat yang tercampur pada limbah, dan (5) memiliki warna yang sulit untuk dihilangkan.

Limbah sampah mengandung zat organik dan anorganik yang berbahaya dan beracun dalam konsentrasi yang tinggi. Logam berat non essential merupakan logam berat yang berada dalam tubuh dapat menimbulkan sifat racun seperti Hg yang banyak terkandung didalam lampu listrik bekas, Cd yang banyak terkandung didalam plastik dan bekas cat, Pb yang terkandung di dalam baterai, dan Cr yang banyak terkandung didalam pewarna pakaian (Irhamni dkk., 2017). Keberadaan logam non essential ini juga banyak ditemukan pada air lindi yang dapat menimbulkan racun apabila tidak dilakukan pengolahan dengan baik dan akan mencemari air tanah apabila air lindi merembes ke dalam tanah.

Logam berat yang terkandung di dalam air lindi cukup tinggi sehingga dapat menjadi racun apabila diserap oleh tanaman. Air lindi dapat menyebabkan tanaman menjadi mati apabila diserap secara berlebihan. Air lindi mengandung bahan organik bersifat racun sehingga akan memberikan dampak buruk untuk air tanah apabila diaplikasikan dalam jumlah yang besar. Salah satu contoh logam berat yang terkandung didalam air lindi yaitu Pb (timbal). Kadar Pb yang tinggi dan diserap oleh tanaman dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil karena terganggunya pembelahan sel, terhambatnya pertumbuhan akar dan tunas, dan rusaknya jaringan dinding sel pada tanaman (Dewi dan Setyawan, 2020).

Karakteristik air lindi dapat diukur melalui parameter fisika dan kimia. Parameter fisika yang diukur meliputi suhu dan TSS (*Total Suspended Solid*) dan parameter kimia yang diukur meliputi pH, BOD, COD, DO, Amonia total, dan kandungan logam berat yang ada di dalam air (Sari dan Afdal, 2017). Parameter juga berkaitan dengan baku mutu air lindi. Baku mutu lindi adalah batas atau kadar pencemar dan kandungan pencemar lindi yang dibuang ke sumber air. Baku mutu lindi ditunjukkan oleh tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Baku Mutu air Lindi

Parameter	Batas Maksimal
pH	6-9
TSS	100 mg/L
Cd	0,1 mg/L
Pb	0,5 mg/L
COD	200 mg/L
BOD	20 mg/L
Merkuri	0,005 mg/L
N total	60 mg/L

Sumber: (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016)

Air lindi yang tidak diolah dengan baik dapat mengganggu kesehatan manusia, mencemari lingkungan dan organisme perairan karena lindi mengandung bahan pencemar yang bersifat racun. Air lindi mengandung mikroorganisme parasit seperti kutu air (*Sarcoptes* sp) yang dapat menyebabkan gatal-gatal pada

kulit manusia (Anggraini dan Dinata, 2020). Logam berat yang terdapat pada air lindi yang apabila diserap oleh tanaman akan mengurangi kandungan gizi terhadap tanaman dan apabila dikonsumsi akan menyebabkan keracunan bagi manusia (Juhri, 2017).

2.2 Fitoremediasi

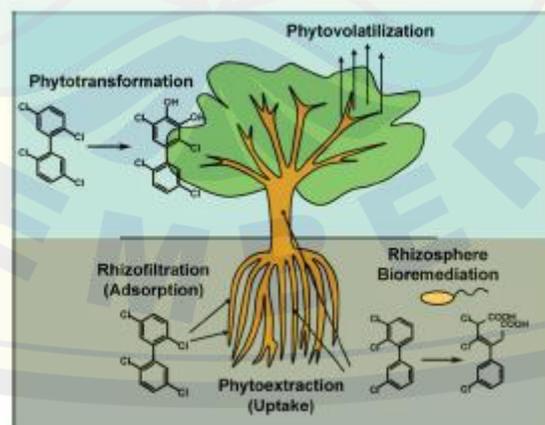
Fitoremediasi merupakan upaya untuk memurnikan masalah limbah dan pencemaran dengan menggunakan tanaman baik secara *exsitu* menggunakan kolam buatan maupun secara *insitu* yang dilakukan secara langsung dilakukan di daerah yang terkontaminasi (Juhriah dan Alam, 2016). Beberapa metode fitoremediasi yang telah digunakan yaitu metode berdasarkan kemampuan tanaman dalam mengakumulasi kontaminan, kemampuan untuk menyerap dan mengalirkan air dari dalam tanah, dan kemampuan akar untuk menyerap kontaminan di dalam jaringan. Menurut Corseuil dan Moreno (2000), tumbuhan dalam menghadapi cemaran memiliki beberapa mekanisme, antara lain:

1. Penghindaran fenologis. Mekanisme ini dilakukan ketika tanaman semusim dan tanaman dapat menyelesaikan siklus hidupnya pada musim yang bersangkutan.
2. Eksklusi. Eksklusi yaitu tanaman yang dapat mengenali ion beracun dan dapat mencegah penyerapan sehingga tidak menyebabkan keracunan.
3. Penanggulangan. Penanggulangan dilakukan dengan tanaman menyerap ion, tetapi berusaha meminimalkan pengaruhnya. Penanggulangan ini dapat dilakukan dengan pembentukan klelat, pengenceran, lokalisasi, dan ekskresi.
4. Toleransi. Adanya bantuan enzim, tanaman dapat mengembangkan sistem metabolisme yang berfungsi pada konsentrasi racun tertentu.

Tanaman memiliki beberapa metode untuk membersihkan dan memulihkan area yang terkontaminasi. Penyerapan polutan biasanya banyak terjadi melalui sistem perakaran. Sistem perakaran memiliki permukaan yang luas untuk menyerap dan mengakumulasi air dan nutrisi yang dibutuhkan tanaman dalam pertumbuhannya. Mekanisme tanaman dalam menyerap kontaminan mencakup proses fitoekstraksi, rhizofiltrasi, dan fitovolatilisasi. Kontaminan di dalam tanah

dan air tanah diambil di dalam jaringan tanaman melalui proses fitoekstraksi atau terserap ke akar melalui proses rizofiltrasi. Kontaminan yang telah diserap tanaman kemudian diubah oleh enzim tanaman seperti nitrodiktase, lakkase, dehalogenase, dan nitrilase melalui proses fitotransformasi dan atau diupkan menjadi atmosfer melalui proses fitovolatilisasi. Fitoekstraksi biasanya menggunakan bagian tanaman seperti daun, pucuk, batang, dan bagian tumbuhan lainnya untuk menyerap, berkonsentrasi, dan mengendapkan logam beracun dari tanah yang terkontaminasi ke bagian tanaman untuk menghilangkan kontaminan dari tanah. Tanaman akan mengekstraksi logam berat dalam jumlah yang cukup besar di dalam akar, kemudian logam berat akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman.

Rizofiltrasi umumnya digunakan untuk memulihkan air tanah yang tercemar oleh logam berat. Rizofiltrasi pada prinsipnya menggunakan metode adsorpsi atau penyerapan kontaminan yang berada di sekitar perakaran dan kemudian akan masuk ke dalam bagian akar tersebut (Zulkoni dkk., 2017). Rizofiltrasi biasanya digunakan untuk menghilangkan logam atau kontaminan lain dari air tanah, air permukaan, atau air limbah. Contoh tanaman yang dapat digunakan sebagai rizofiltrasi antara lain bunga matahari, gandum hitam, dan bayam. Fitovolatilisasi merupakan pemanfaatan tanaman sebagai agen fitoremediasi dengan mengambil kontaminan dari tanah dan mengubahnya menjadi gas yang mudah menguap yang dibawa uap air dari daun (Wang *et al.*, 2017).



Gambar 2.1 Skema Mekanisme rizofiltrasi, fitoekstraksi, fitotransformasi, dan fitovolatilisasi tanaman dalam menyerap kontaminan (Sumber Aken *et al.*, 2010)

2.3 Tanaman Eceng Gondok

Eceng gondok (*Eichhoenia crassipes*) adalah tanaman yang hidup mengapung di air dengan tinggi mencapai 0,4-0,8 meter. Pertumbuhan eceng gondok yang cepat menyebabkan tanaman ini dianggap menjadi gulma di beberapa daerah perairan. Eceng gondok memiliki sifat yang menyerap air sangat banyak karena adanya vakuola dan struksur sel pada bagian tangkai daun. Menurut Sembel (2015), salah satu faktor cepatnya perkembangan eceng gondok adalah terjadinya eutrofikasi. Eutrofikasi merupakan peningkatan kandungan mineral dan pengayaan nutrisi pada daerah perairan yang disebabkan karena cemaran ataupun aktivitas yang masuk ke perairan (Piranti dkk., 2012). Eceng gondok dapat beradaptasi dengan cepat di daerah perairan dengan perubahan ketinggian air, aliran, dan perubahan ketersediaan nutrisi, pH, suhu, dan racun di dalam air yang ekstrim. Menurut Sasaqi dkk., (2016), klasifikasi eceng gondok adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Alismatales
Famili	: Butomaceae
Genus	: Eichhornia
Spesies	: <i>Eichhoenia crassipes</i>



Gambar 2.2 Tanaman Eceng Gondok
(Sumber Vidyawati dan Fitrihidajati, 2019)

Eceng gondok merupakan salah satu jenis tumbuhan air yang tidak mempunyai batang dan berakar serabut yang tidak bercabang. Bagian akarnya

ditumbuhi rambut akar yang memiliki fungsi sebagai jangkar tanaman dan menyerap zat-zat yang dibutuhkan di dalam air (Herdiana dkk., 2018). Tanaman eceng gondok memiliki kantung akar yang akan berubah warna menjadi merah apabila terkena sinar matahari pada ujung akarnya. Daun tanaman eceng gondok berbentuk oval tunggal dengan rongga udara yang berfungsi agar tanaman dapat mengapung, ujung dan pangkal daun meruncing, pangkal tangkai daun menggelembung, dan terdapat rongga udara di dalamnya (Yuniar dkk., 2020). Daun tanaman eceng gondok memiliki permukaan yang licin dan halus. Eceng gondok memiliki bunga majemuk berupa bulir dan kelopak berbentuk tabung. Buahnya kotak beruang tiga dan berwarna hijau.

Syarat tumbuh tanaman eceng gondok adalah air yang dangkal. Kedalaman air yang optimal untuk pertumbuhan eceng gondok adalah 2-3 m dan kedalaman maksimal yaitu 5 m di bawah permukaan air. Kedalaman air akan mempengaruhi perkecambahan biji, dimana semakin dalam air maka proses perkecambahan biji tidak akan optimal (Nasution dkk., 2019). Eceng gondok membutuhkan ruang tumbuh yang luas dan air tenang untuk pertumbuhannya. Kondisi air yang bergejolak, berarus atau dipengaruhi angin dengan kecepatan tinggi dapat menghambat pertumbuhan eceng gondok. Eceng gondok juga membutuhkan penyinaran matahari yang cukup dan suhu yang optimum antara 20-30°C karena akan mempengaruhi perkecambahan biji eceng gondok. Eceng gondok merupakan tanaman yang sangat toleran dan tahan terhadap unsur hara yang rendah di dalam air, tetapi juga sangat merespon terhadap kadar hara yang tinggi (Salamia dan Indriani, 2017). Pertumbuhan eceng gondok dipengaruhi juga oleh pH. Eceng gondok dapat tumbuh dengan optimal di pH berkisar 7-7,5. Nilai pH yang terlalu rendah akan meracuni pertumbuhan eceng gondok sehingga mengakibatkan kematian eceng gondok (Indah dkk., 2014).

Eceng gondok biasanya digunakan untuk meningkatkan kualitas air yang tercemar, khususnya terhadap limbah rumah tangga dan komersial. Tanaman eceng gondok merupakan tanaman hiperakumulator karena tanaman eceng gondok memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat dan polutan yang terlarut di dalam air sehingga dapat dijadikan sebagai tanaman fitoremediasi.

Eceng gondok mampu menyerap zat organik, zat anorganik, dan logam pencemar. Kecepatan eceng gondok dalam menyerap polutan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah komposisi dan kandungan bahan pencemar di dalam limbah, kerapatan tanaman, dan durasi eceng gondok dalam air limbah. Eceng gondok merupakan tanaman dengan toleransi yang tinggi terhadap logam karena eceng gondok mampu membentuk fitokelatin yaitu senyawa peptida yang dihasilkan oleh tanaman untuk mengikat logam berat dalam jumlah banyak (Djo dkk., 2017).

Menurut Vidyawati dan Fitrihidayati, (2019), eceng gondok mampu menurunkan kadar NH_3 , NO_2 , NO_3 dan memperbaiki pH air yang semula asam menjadi netral karena cemaran limbah. Menurut Putra dkk., (2017), tanaman eceng gondok juga mampu menurunkan nilai BOD, TDS, COD, dan TSS pada air irigasi yang tercemar oleh limbah. Ujung akar eceng gondok dapat menyerap zat organik dalam limbah yang kemudian masuk ke dalam. Menurut Adewoye *et al*, (2021), tanaman eceng gondok mampu menekan cemaran logam berat seperti Mg, Cu, Zn, Pb dan beberapa jenis logam lain melalui penyerapan akarnya.

2.4 Filtrasi

Filtrasi merupakan proses penyaringan yang digunakan menghilangkan padatan tersuspensi dari air melalui media berpori. Filtrasi juga dapat diartikan sebagai proses pemisahan cairan dimana cairan melewati media atau bahan berpori untuk menghilangkan butiran halus padatan tersuspensi sebanyak mungkin (Rahayu dkk., 2015). Proses filtrasi biasanya banyak dilakukan di industri seperti pemurniaan air minum, pemisahan kristal garam dari campuran induknya, dan membantu dalam proses remediasi. Filtrasi biasanya dilakukan ketika jumlah padatan dalam suspensi relatif lebih sedikit daripada zat cairnya.

Prinsip kerja dari filtrasi yaitu mengalirkan air melalui serangkaian media penyaring hingga didapatkan air yang lebih jernih (Nurroisah dkk., 2014). Proses filtrasi dibagi menjadi dua macam, yaitu filtrasi dengan aliran vertikal dan horizontal. Filtrasi dengan aliran vertikal dilakukan dengan membagi limbah ke beberapa media penyaring secara bergantian. Filtrasi vertikal bekerja secara

anaerobik atau tidak terendam oleh air. Filtrasi aliran horizontal dilakukan dengan mengalirkan limbah melewati media penyaring secara horizontal. Prinsip kerja ini merupakan prinsip yang sederhana dan praktis karena tidak membutuhkan perawatan khusus, terutama jika telah dirancang dan dibangun dengan benar.

Tujuan dari proses penyaringan atau filtrasi adalah memanfaatkan limbah yang kotor agar dapat digunakan kembali, mengurangi resiko meluapnya limbah, mengurangi keterbatasan air bersih, dan mengurangi penyakit yang dapat disebabkan karena air yang kotor (Artiyani dan Firmansyah, 2016). Manfaat dilakukannya proses filtrasi ini antara lain dapat menghilangkan bau yang tidak sedap yang ditimbulkan, dapat mengubah air keruh menjadi bening, menghilangkan pencemar yang berada di dalam air maupun mengurangi kadarnya.

Untuk mendapatkan air yang jernih dengan hasil yang maksimal pada pengelolaan limbah harus didukung oleh media penyaring yang tepat. Media penyaring akan menentukan kualitas air yang akan diperoleh. Media penyaring yang tepat dapat menghilangkan bahan kimia dan zat organik yang ada di dalam air. Komposisi media filter sangat bervariasi tergantung pada jenis kontaminasi dan kondisi proses yang terjadi. Media penyaring yang sering digunakan yaitu pasir zeolit, pasir silika, karbon aktif, kerikil, dan lain sebagainya.

2.5 Hipotesis

Berdasarkan latar belakang, tujuan, dan tinjauan pustaka dapat dihasilkan sebuah hipotesis penelitian H1, yaitu:

1. Terdapat pengaruh perlakuan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok untuk meningkatkan kualitas air irigasi di Kawasan TPA Pakusari.

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan 26 Maret – 21 April 2022 di *Green house* Jl. Branjangan, Kecamatan Patrang, Kabupaten Jember dan uji laboratorium meliputi kandungan DO, BOD, TDS, Konduktivitas, warna, dan pH air di Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timba 20 liter sebagai wadah filtrasi, bak, botol penampung sampel, kamera digital, alat tulis, beaker glass, botol winkler, plastik wrap, dan multiparameter *water quality meter*.

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan ini antara lain tanaman eceng gondok, media penyaring kerikil, arang aktif dari batok kelapa, pasir zeolit, aquades, kertas label, kertas label, dan sampel air irigasi.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Percobaan dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 1 faktor dengan 6 ulangan. Adapun perlakuan dari masing-masing faktor adalah sebagai berikut:

1. Faktor yang digunakan adalah kombinasi media (K) yang terdiri dari 3 taraf perlakuan, yaitu:

K_1 = air irigasi tanpa perlakuan

K_2 = air irigasi dan tanaman eceng gondok

K_3 = air irigasi, campuran media penyaring (Kerikil dengan ketebalan 20 cm, Arang aktif dengan ketebalan 15 cm, dan pasir zeolit dengan ketebalan 10 cm (Gemala dan Ulfah, 2020)), dan eceng gondok.

Terdapat 3 kombinasi perlakuan dan setiap kombinasi diulang sebanyak 6 kali, sehingga dapat diperoleh 18 satuan percobaan.

Tabel 3.1 Hasil Kombinasi Perlakuan Pelaksanaan Penelitian

Perlakuan	Ulangan					
	U1	U2	U3	U4	U5	U6
K1	K1U1	K1U2	K1U3	K1U4	K1U5	K1U6
K2	K2U1	K2U2	K2U3	K2U4	K2U5	K2U6
K3	K3U1	K3U2	K3U3	K3U4	K3U5	K3U6

Tabel 3.2 Denah Pengacakan Satuan Percobaan menggunakan *Microsoft Excel*

K1U5	K3U3	K3U2
K2U4	K3U1	K2U3
K1U6	K2U6	K2U2
K2U1	K3U6	K2U5
K1U3	K1U1	K3U4
K1U4	K3U5	K1U2

3.3.2 Prosedur Penelitian

3.3.2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan dilakukan dengan menyiapkan alat dan bahan yang telah ditentukan. Pengadaan alat dan bahan disesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan, persiapan kebutuhan alat dan bahan dilakukan baik di *greenhouse* maupun untuk analisis laboratorium.

3.3.2.2 Proses Aklimitasi

Proses aklimitasi bertujuan agar tanaman eceng gondok dapat beradaptasi dengan lingkungan baru. Pada proses ini tanaman diari dengan menggunakan air biasa dan ditaruh di bak penampungan dengan waktu aklimatstasi selama 3 hari untuk menetralisasi tanaman (Hartanti dkk., 2014).

3.3.2.3 Pembuatan Reaktor

Reaktor dibuat dari ember dengan ukuran 20 L yang dilubangi dan dipasang kran pada permukaan dibawahnya untuk mengambil sampel.



Gambar 3.1 Skema Reaktor K1 (Air irigasi tanpa perlakuan)



Gambar 3.2 Skema Reaktor K2 (Air irigasi dan tanaman eceng gondok)



Gambar 3.3 Skema Reaktor K3 (Air irigasi, media penyaring, dan tanaman eceng gondok)

3.3.2.4 Menyusun Media Penyaring pada Reaktor

Media filtrasi disusun dari yang paling bawah hingga atas dengan urutan pasir zeolit, arang aktif, dan kerikil.



Gambar 3.4 Media Filtrasi yang telah disusun pada Reaktor

3.3.2.5 Pengambilan Sampel Air Irigasi

Air irigasi diambil langsung dari aliran irigasi yang ada di TPA Pakusari dengan titik pengambilan sampel yaitu aliran irigasi yang paling dekat dengan pembuangan limbah. Sampel air irigasi akan dimasukkan ke dalam 18 reaktor, dimana masing-masing reaktor akan menampung sekitar 18 liter sampel air.

3.3.2.6 Penempatan Air dan Tanaman ke Reaktor

Air irigasi yang telah diambil dari aliran irigasi di TPA Pakusari ditempatkan ke tempat reaktor yang sudah terisi media penyaring. Tanaman eceng gondok yang dipilih dengan memperhatikan kualitas tanaman. Tanaman eceng gondok yang diambil memiliki jumlah daun sebanyak 3-6 lembar, daun yang masih segar dan tidak kering, memiliki panjang daun sekitar 3-6 cm dan memiliki tinggi tanaman sekitar 10-14 cm (Hartanti dkk., 2014).

3.3.2.7 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali yaitu di hari ke 0, hari ke 7, dan hari ke 14. Pengambilan sampel dilakukan dengan membuka kran yang ada di bawah reaktor dan dimasukkan ke dalam botol penampung sampel.

3.3.2.8 Analisis Laboratorium

Sampel yang telah diambil kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui kadar DO, TDS, konduktivitas, BOD, dan pH air pada setiap

perlakuan. Uji DO, Konduktivitas, dan pH menggunakan alat multiparameter. Uji pH dilakukan setelah mengkalibrasikan dengan larutan standar pH 4, pH 7, dan pH 10. Menurut Prabowo dan Khoerudin (2018), fungsi kalibrasi adalah untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Nilai BOD didapatkan dari selisih antara DO awal sampel dan DO setelah hari kelima ($DO_0 - DO_5$) (Atima dkk., 2015).. Selisih dari DO awal dan DO akhir merupakan nilai BOD yang dinyatakan dalam Mg/L. Nilai TDS didapatkan dari konversi nilai konduktivitas ke *part per million* 700 scale. Pengamatan warna pada sampel air irigasi dilakukan secara visual dengan membandingkan perubahan warna yang terjadi selama 14 hari.

3.3.3 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan dalam penelitian ini adalah kadar DO, BOD, TDS, Konduktivitas, warna, dan pH air.

3.4 Analisis Data Penelitian

Data penelitian akan dianalisis dengan menggunakan sidik ragam pada taraf 5%. Apabila hasilnya berbeda nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT dengan taraf 5%.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter TDS (*Total Dissolved Solid*)

TDS (*Total Dissolved Solid*) merupakan pengukuran untuk mengetahui indikator dari jumlah partikel atau zat terlarut di dalam sampel air irigasi. Berdasarkan data hasil pengamatan yang dianalisis menggunakan *Analysis Of Varians* (ANOVA), menunjukkan hasil yang berbeda nyata di hari ke 7 dan hari ke 14, sedangkan hasil yang tidak berbeda nyata pada hari ke 0. Berikut merupakan hasil pengukuran kadungan TDS pada sampel air irigasi di sekitar TPA Pakusari.

Tabel 4.1 Rata-rata nilai TDS pada sampel air Irigasi

Perlakuan	Pengamatan Hari ke-		
	0	7	14
K1 (Kontrol)	837,90a	795,43b	748,88b
K2 (tanaman Eceng gondok)	837,20a	786,33b	718,78a
K3 (Media Penyaring dan Tanaman Eceng gondok)	837,08a	734,65a	712,48a
Sig.	0,419	0,018	0,034

Keterangan: angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 4.1, nilai TDS dalam sampel air irigasi di semua perlakuan mengalami penurunan di setiap hari pengamatan yang cukup baik. Terdapat perbedaan penurunan yang signifikan antara perlakuan kontrol dengan tanaman eceng gondok (K2) dan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok (K3). Perlakuan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok menunjukkan hasil yang efektif dalam menurunkan nilai TDS pada sampel air irigasi. Perbedaan penurunan nilai TDS belum terlihat nyata antara kontrol dan kedua perlakuan di hari ke 7, sedangkan sudah terlihat jelas perbedaannya di hari ke 14.

4.1.2 Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter pH

pH merupakan pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui derajat keasamaan atau kebasaaan pada sampel air irigasi. Berdasarkan data hasil pengamatan yang dianalisis menggunakan *Analysis Of Varians* (ANOVA), menunjukkan hasil berbeda nyata di hari ke 0 dan berbeda sangat nyata di hari ke 7 dan ke 14. Berikut merupakan rata-rata hasil pengukuran pH pada sampel air irigasi di sekitar TPA Pakusari Jember.

Tabel 4.2 Rata-rata pH pada sampel air irigasi

Perlakuan	Pengamatan Hari ke-		
	0	7	14
K1 (Kontrol)	8,30b	8,31b	8,35b
K2 (tanaman Eceng gondok)	8,29b	7,53a	7,42a
K3 (Media Penyaring dan Tanaman Eceng gondok)	8,18a	7,65a	7,57a
Sig.	0,019	0,00	0,00

Keterangan: angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 4.2, nilai pH untuk perlakuan tanaman eceng gondok (K2) dan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok (K3) mengalami penurunan di setiap hari pengamatan, sedangkan perlakuan kontrol (K1) tidak mengalami perubahan. Hal ini dapat dilihat dari hasil yang didapatkan bahwa pH pada sampel irigasi adalah basa dan selama waktu pengamatan pH berubah menjadi netral. Perlakuan tanaman eceng gondok menunjukkan hasil yang efektif dalam menurunkan nilai pH pada sampel air irigasi dibandingkan dengan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok.

4.1.3 Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter DO (*Dissolved Oxygen*)

DO (*Dissolved Oxygen*) merupakan jumlah oksigen yang terlarut di dalam air yang dibutuhkan dalam proses respirasi dan metabolisme mikroorganisme. Berdasarkan data hasil pengamatan yang dianalisis menggunakan *Analysis Of Varians* (ANOVA), menunjukkan hasil tidak berbeda nyata di hari ke 0 dan hari

ke 14 dan berbeda sangat nyata di hari ke 7. Berikut merupakan rata-rata hasil pengukuran DO pada sampel air irigasi di sekitar TPA Pakusari.

Tabel 4.3 Rata-rata DO pada sampel irigasi

Perlakuan	Pengamatan Hari ke-		
	0	7	14
K1 (Kontrol)	6,97a	6,83a	6,48a
K2 (tanaman Eceng gondok)	7,18a	7,43b	6,88a
K3 (Media Penyaring dan Tanaman Eceng gondok)	7,12a	7,75b	7,27a
Sig.	0,454	0,00	0,476

Keterangan: angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 4.3, nilai DO pada perlakuan tanaman eceng gondok (K2) dan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok (K3) mengalami peningkatan pada hari ke 7, sedangkan pada perlakuan kontrol (K1) nilai DO mengalami penurunan selama waktu pengamatan. Hal ini berarti kandungan oksigen dalam sampel air irigasi meningkat hingga hari ke 7. Peningkatan nilai DO tertinggi pada perlakuan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok dan terendah pada perlakuan kontrol. Nilai DO pada hari ke 14 mengalami penurunan disemua perlakuan yang diduga disebabkan karena *blooming* atau munculnya mikroalga pada reaktor pengamatan.

4.1.4 Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter BOD (*Biological Oxygen Demand*)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) merupakan jumlah oksigen terlarut di yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan dan mendekomposisi bahan organik di dalam air. Nilai BOD didapatkan dari selisih antara DO awal sampel dan DO setelah hari kelima ($DO_0 - DO_5$). Berdasarkan data hasil pengamatan yang dianalisis menggunakan *Analysis Of Varians* (ANOVA), menunjukkan hasil tidak berbeda nyata di hari ke 0, berbeda sangat nyata di hari ke 7, dan berbeda nyata di hari ke 14. Berikut merupakan rata-rata hasil pengukuran BOD pada sampel air irigasi di sekitar TPA Pakusari.

Tabel 4.4 Rata-rata BOD pada sampel air irigasi

Perlakuan	Pengamatan Hari ke-		
	0	7	14
K1 (Kontrol)	5,77a	5,43b	4,68b
K2 (tanaman Eceng gondok)	6,05a	5,13b	4,48b
K3 (Media Penyaring dan Tanaman Eceng gondok)	5,62a	4,45a	3,75a
Sig.	0,122	0,00	0,015

Keterangan: angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 4.4, nilai BOD untuk semua perlakuan mengalami penurunan yang cukup baik hingga hari ke 14. Menurunnya nilai BOD menunjukkan bahwa bahan organik yang ada di dalam sampel air irigasi telah menurun. Perlakuan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok menunjukkan hasil yang efektif dalam menurunkan nilai BOD pada air irigasi.

4.1.5 Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter Konduktivitas

Konduktivitas merupakan kemampuan suatu bahan atau cairan untuk menghantarkan energi yang dijadikan referensi dugaan jumlah ion serta konsentrasi padatan (TDS) yang terkandung didalamnya. Berdasarkan data hasil pengamatan yang dianalisis menggunakan *Analysis Of Varians* (ANOVA), menunjukkan hasil tidak berbeda nyata di hari ke 0 dan hari ke 7, dan berbeda nyata dihari ke 14. Berikut merupakan rata-rata hasil pengukuran konduktivitas pada sampel air irigasi di sekitar TPA Pakusari.

Tabel 4.5 Rata-rata Konduktivitas pada sampel air irigasi

Perlakuan	Pengamatan Hari ke-		
	0	7	14
K1 (Kontrol)	1197a	1136,33a	1069,83b
K2 (tanaman Eceng gondok)	1196a	1123,33a	1026,83a
K3 (Media Penyaring dan Tanaman Eceng gondok)	1195,83a	1092a	1017,83a
Sig.	0,419	0,611	0,034

Keterangan: angka yang diikuti dengan notasi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan Tabel 4.5, nilai konduktivitas dalam sampel air irigasi mengalami penurunan di setiap hari pengamatan yang cukup baik. Berdasarkan hasil pengamatan, penurunan terendah nilai konduktivitas terjadi di hari ke 14. Nilai konduktivitas dalam sampel air irigasi berdasarkan analisis laboratorium diperoleh hasil nilai konduktivitas terbesar sebesar 1197 μs di hari ke 0. Nilai konduktivitas mulai mengalami penurunan hingga hari ke 14. Perlakuan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok menunjukkan hasil yang efektif dalam menurunkan nilai TDS pada sampel air irigasi. Perbedaan penurunan belum terlihat nyata antara kontrol dan kedua perlakuan di hari ke 7, sedangkan sudah terlihat jelas perbedaannya di hari ke 14.

4.1.6 Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter Warna

Warna merupakan salah satu indikator dari air limbah yang tercemar. Warna air yang tidak normal biasanya menunjukkan adanya polusi. Pengamatan dilakukan langsung secara visual dan hasil pengamatan dinyatakan dengan jernih atau tidak jernih (kuning). Berikut merupakan hasil pengukuran visual warna pada sampel air irigasi di sekitar TPA Pakusari.

Tabel 4.6 hasil pengamatan visual warna pada sampel air Irigasi

Perlakuan	Pengamatan Hari ke-		
	0	7	14
K1 (Kontrol)	Kuning	Kuning	Kuning
K2 (tanaman Eceng gondok)	Kuning	Kuning	Kuning
K3 (Media Penyaring dan Tanaman Eceng gondok)	kuning	jernih	jernih

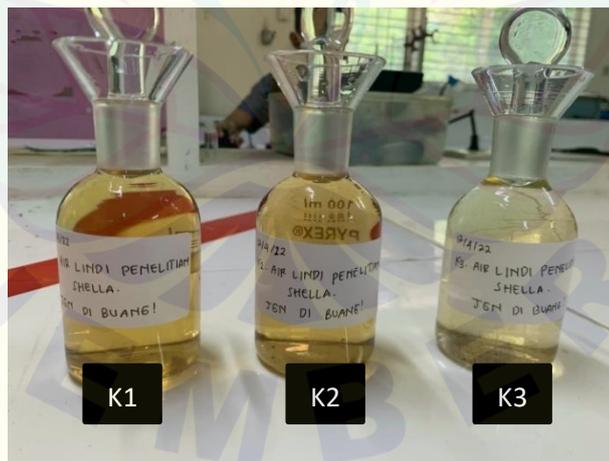
Berdasarkan tabel 4.6 warna sampel air irigasi yang dianalisis menunjukkan hasil berwarna kuning pada semua perlakuan di hari ke 0 serta pada perlakuan kontrol (K1) dan tanaman eceng gondok (K2) dihari ke 7 dan ke 14. Perlakuan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok (K3) menunjukkan perubahan warna menjadi jernih dihari ke 7 dan ke 14. Perubahan warna pada sampel air irigasi menunjukkan adanya zat kimia yang terkandung didalam air.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.1 Perbedaan warna sampel air irigasi pada semua perlakuan (a) H0, (b) H7, (c) H14

4.2 Pembahasan

Efektivitas kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok dapat dilihat dari peningkatan kualitas air irigasi setelah dilakukan pengamatan selama 14 hari. Proses fitoremediasi dengan kombinasi media penyaring dapat secara efektif meningkatkan kualitas air apabila terjadi perbedaan kualitas fisika dan kimia perairan antara air irigasi kontrol dan air irigasi yang telah diberikan perlakuan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 14 hari dapat dilihat bahwa proses fitoremediasi dengan mengkombinasikan media penyaring berupa kerikil, pasir zeolit, dan arang aktif efektif dalam menurunkan nilai pH, BOD, DO, TDS, dan konduktivitas pada air irigasi yang tercemar lindi dari TPA Pakusari.

4.2.1 Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter TDS (*Total Dissolve Solid*)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penggunaan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok efektif dalam menurunkan nilai TDS dalam air irigasi sawah yang tercemar oleh air lindi. Kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok menunjukkan penurunan nilai TDS yang paling rendah pada sampel air irigasi mencapai 712,48 mg/L (tabel 4.1). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Putra dkk., (2017) bahwa penggunaan tanaman eceng gondok dapat menurunkan nilai TDS pada air limbah hingga 900 mg/L. Menurut Febrianda dkk., (2018) menyatakan bahwa efektivitas penggunaan kombinasi biofilter dengan menggunakan arang aktif, kerikil, dan pasir ijuk dan tanaman eceng gondok dalam proses anaerob efektif dalam menurunkan nilai TDS pada air yang tercemar limbah dengan persentase penurunan sebesar 82,18%. Hasil lain menunjukkan bahwa kombinasi media penyaring arang aktif, kerikil, dan pasir zeolit dengan ketebalan media masing-masing 4 cm mampu menurunkan nilai TDS hingga mencapai 209 mg/L (Elma dkk., 2020).

Berdasarkan hasil nilai TDS yang didapatkan, diketahui bahwa nilai TDS pada sampel air irigasi masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh permentan LH-5/2014 yaitu sebesar 2000 mg/L. Penurunan nilai TDS dalam

sampel air irigasi diduga karena berkurangnya jumlah senyawa organik yang ada di dalam air. Menurut Widiyanti dkk., (2020), penurunan zat terlarut dalam sampel air irigasi disebabkan karena kemampuan akar tanaman eceng gondok dalam menahan partikel dan bahan organik yang terkandung dalam air yang tercemar. Penurunan nilai TDS dalam sampel air irigasi terjadi adanya aktivitas mikroorganisme yang ada di dalam air akan melakukan penguraian padatan bahan organik dan anorganik (Elisa dan Irawanto, 2020).

Mikroorganisme di akar tumbuhan memiliki kemampuan untuk menguraikan bahan organik dan anorganik menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga akar akan menyerap bahan-bahan tersebut lebih mudah. Penurunan jumlah bahan organik juga dapat terjadi karena kemampuan media penyaring yang cukup efektif dalam menyerap molekul yang lebih besar dari pori-pori filter (Leila dkk., 2019). Penurunan nilai TDS terbaik terlihat dalam kurun waktu 14 hari pengamatan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Elisa dan Irawanto (2020), bahwa hasil pengukuran TDS mengalami penurunan dalam kurun waktu 14 hari berkisar antara 746-779 mg/L dengan rentang persentase penurunan 2,09%-4,02%.

4.2.2 Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter pH

pH merupakan pengukuran yang dilakukan untuk mengetahui derajat keasamaan atau kebasaaan pada sampel air irigasi. Nilai pH pada sampel air irigasi selama 14 hari mengalami penurunan yang cukup signifikan pada perlakuan tanaman eceng gondok (K2) dan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok (K3), sedangkan perlakuan kontrol (K1) tidak mengalami perubahan (Tabel 4.2). Berdasarkan hasil penelitian, pH air irigasi sebelum diberikan perlakuan menunjukkan nilai pH yang basa mencapai 8,30. Tingginya nilai pH pada sampel air irigasi disebabkan karena tercemarnya air lindi pada TPA Pakusari. Sampah yang terus menerus menumpuk akan menyebabkan terjadinya fermentasi metana sebagai hasil dekomposisi biologis anaerobik yang menyebabkan pH menjadi basa (Angrianto dkk., 2021).

Dekomposisi merupakan proses penguraian pada bahan organik dan organisme hidup yang ada di dalam air. Apabila proses dekomposisi berhasil maka sejumlah besar karbon akan dilepaskan ke dalam air, salah satunya adalah CO₂. pH yang basa dihasilkan akibat proses dekomposisi secara anaerob yang menghasilkan gas CO₂ dan logam berat seperti besi, mangan, dan lain sebagainya sehingga menyebabkan pH menjadi naik. Hasil terbaik penurunan pH pada sampel air irigasi selama 14 hari mencapai 7,42 pada perlakuan air irigasi dan tanaman eceng gondok dan diikuti dengan penurunan pH pada perlakuan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok sebesar 7,57. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Vidyawati dan Fitrihidajati (2019), bahwa penggunaan tanaman eceng gondok sebagai agen fitoremediasi mampu meningkatkan pH limbah cair tahu dari 4,21 menjadi 7,34. Menurut Ilmannafian dkk., (2020), dalam penelitiannya, penggunaan kombinasi media penyaring kerikil, pasir, dan tanaman eceng gondok mampu menaikkan pH pada limbah cair pabrik dari 4 menjadi 7.

Perlakuan tanaman eceng gondok saja lebih efektif dalam menurunkan pH sampel air irigasi dibandingkan dengan perlakuan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok. Menurut Apriyani dan Novrianti, (2020), karbon aktif merupakan bahan padat yang berpori yang berasal dari pembakaran secara pirolisis yang mengandung 85-95% karbon dengan sebagian pori-porinya masih tertutup hidrokarbon dan senyawa organik lainnya, sedangkan pasir zeolit merupakan pasir yang memiliki pori-pori yang sangat kecil dan seragam dan hanya mampu menyerap molekul berdiameter sama sehingga belum cukup efektif dalam menurunkan nilai pH. Nilai pH air irigasi sebelum perlakuan maupun sesudah proses fitoremediasi selama 14 hari masih memenuhi baku mutu standar air limbah yang ditetapkan oleh Permen LHK no 59 tahun 2016 sebesar 6-9.

Nilai pH sampel air irigasi setelah diberikan perlakuan menunjukkan hasil pH yang netral dan optimum untuk perairan. Hal ini menunjukkan bahwa pH yang diperoleh merupakan pH yang optimal bagi mikroorganisme dalam mendegradasi senyawa organik dan anorganik dalam sampel air irigasi. Menurut Felani dan Hamzah (2007), perubahan pH sampel air irigasi menjadi netral disebabkan

karena adanya aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik dan adanya aktivitas fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman untuk mengambil CO_2 yang terlarut dalam bentuk H_2CO_3 .

4.2.3 Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter DO (*Dissolved Oxygen*)

Hasil penelitian menunjukkan nilai DO meningkat setelah 7 hari pengamatan dengan peningkatan tertinggi sebesar 7,75 mg/L pada perlakuan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok, tetapi nilai DO mengalami penurunan di hari ke 14 dengan nilai penurunan terendah sebesar 6,68 mg/L pada perlakuan kontrol dan 6,88 mg/L pada perlakuan tanaman eceng gondok saja. Meningkatnya nilai DO menunjukkan bahwa banyaknya oksigen yang terlarut dalam air dan menunjukkan bahwa kualitas air semakin baik. Oksigen yang terlarut di dalam air digunakan oleh mikroorganisme untuk melakukan respirasi, metabolisme dan kemudian menghasilkan energi. Oksigen dalam air juga dibutuhkan untuk mendegradasi bahan organik dan anorganik yang ada. Menurut Ningrum dkk., (2020) tanaman eceng gondok mampu menaikkan nilai DO selama 7 hari pada limbah cair tahu dari 0,17 mg/L menjadi 2,9 mg/L. meningkatnya nilai DO pada air irigasi menunjukkan bahwa oksigen yang terlarut di dalam air semakin meningkat akibat berkurangnya polutan karena terserap oleh tanaman eceng gondok. Nilai DO di hari pengamatan ke 14 mengalami penurunan, hal tersebut diduga karena *blooming* atau munculnya mikroalga pada reaktor pengamatan.



Gambar 4.2 *Blooming* mikroalga

Menurut Khinanty dan Retnaningdyah (2017), munculnya mikroalga dapat menyebabkan nilai DO menjadi menurun karena adanya proses dekomposisi alga yang mati akibat tidak mampu bersaing dalam perebutan oksigen dalam jumlah yang terbatas. Sama seperti tanaman pada umumnya, Alga tumbuh melalui proses fotosintesis dengan memanfaatkan sinar matahari dan karbondioksida dan melepaskan oksigen, tetapi pada malam hari alga membalikkan proses fotosintesis dan mengonsumsi oksigen yang terlarut dalam air secara terus menerus untuk berkembang biak sehingga menyebabkan nilai DO menjadi menurun. Rendahnya nilai DO pada sampel air irigasi juga dipengaruhi oleh air lindi dari TPA Pakusari.

Munculnya alga pada reaktor penelitian diduga karena adanya peningkatan suhu dalam air reaktor yang dapat memicu aktivitas metabolisme alga, selain itu adanya polutan yang terkandung di dalam air irigasi seperti fosfat dan nitrogen dalam jumlah yang banyak dapat memicu pertumbuhan alga pada reaktor. Intensitas cahaya juga berpengaruh dalam pertumbuhan alga pada media reaktor. Adanya intensitas cahaya akan menyebabkan siklus gelap dan terang yang merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan alga. Peningkatan jumlah nutrisi akibat dari eutrofikasi dan intensitas cahaya yang cukup akan memicu pertumbuhan alga menjadi semakin cepat. Pertumbuhan alga akan sangat cepat terjadi di siang hari karena adanya penyinaran matahari yang cukup, begitupun sebaliknya pertumbuhan alga akan menjadi lambat atau bahkan tidak terjadi pada saat malam hari karena tidak ada sinar matahari yang masuk.

Air lindi yang dihasilkan oleh sampah merupakan dekomposisi bahan organik sebagai pencemar yang artinya proses yang melibatkan mikroorganisme yang terkandung di dalamnya dapat mengurangi kandungan oksigen atau bahan anorganik yang bersifat reduktor yang mampu mengurangi oksigen dalam air. Nilai DO dalam sampel air irigasi masih memenuhi baku mutu air limbah menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 dan memenuhi standar DO untuk aktivitas pertanian. Menurut Retnaningdyah, dan Arisoesilaningsih (2018), oksigen terlarut minimal yang dibutuhkan untuk aktivitas pertanian adalah 3 mg/L.

4.2.4 Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur jumlah oksigen terlarut dalam air yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan zat organik yang terlarut dalam air. Nilai BOD didapatkan dari selisih antara DO awal sampel dan DO setelah hari kelima ($DO_0 - DO_5$) Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, nilai BOD mengalami penurunan yang signifikan selama 14 hari pengamatan. Nilai BOD sebelum diberikan perlakuan menunjukkan hasil sebesar 5,81 mg/L dan selama waktu pengamatan 14 hari menunjukkan perlakuan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok menunjukkan hasil terbaik dengan penurunan nilai BOD sebesar 3,75 mg/L. Menurunnya nilai BOD menunjukkan bahwa tingkat bahan organik yang ada di dalam sampel air irigasi juga telah menurun, sehingga jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk proses penguraian bahan organik juga menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Audiyanti dkk., (2019), bahwa tanaman eceng gondok mampu menurunkan nilai BOD pada limbah sungai sebesar 16,25 mg/L selama 14 hari dengan penurunan mencapai 8,96%. Menurut Gemala dan Ulfah (2020), kombinasi media penyaring kerikil, pasir zeolit, dan arang aktif juga mampu menurunkan nilai BOD pada air lindi dari 45 mg/L menjadi 29 mg/L.

Penurunan nilai BOD terjadi karena berkurangnya kebutuhan oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme dalam mendegradasi bahan organik dan meningkatnya oksigen terlarut dalam air akibat aktivitas fotosintesis yang dilakukan oleh tanaman eceng gondok. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penurunan BOD pada perlakuan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok mengalami penurunan yang signifikan dibandingkan dengan perlakuan tanaman eceng gondok saja. Hal tersebut terjadi karena adanya penggunaan media penyaring di dalam perlakuan Kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok yang membuat sampel air irigasi menjadi lebih bersih dan diduga dapat menurunkan kandungan polutan di dalamnya. Semakin sedikit kandungan polutan

di dalam air, maka oksigen terlarut yang dibutuhkan mikroorganisme dalam menguraikan zat organik di dalam polutan juga semakin rendah.

Menurut Khinanty dan Retnaningdyah (2017), menurunnya nilai BOD menunjukkan bahwa kandungan bahan organik yang ada di dalam sampel air irigasi juga telah menurun sehingga kebutuhan oksigen yang diperlukan mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik juga menurun. Tanaman eceng gondok merupakan tanaman remediator yang efektif dan efisien dalam menurunkan nilai BOD pada limbah. Tanaman eceng gondok memiliki akar serabut dan rambut akar yang mampu menyerap bahan organik pada air irigasi, selain itu aktivitas mikroorganisme mampu merombak bahan organik menjadi senyawa yang lebih sederhana yang selanjutnya akan dimanfaatkan oleh tanaman sebagai nutrisi sedangkan perakaran tanaman eceng gondok akan menghasilkan oksigen yang digunakan sebagai sumber energi mikroorganisme untuk proses metabolisme (Widiyanti dkk., 2020). Menurut Nindra dan Hartini (2015), pengukuran sampel dan lama inkubasi juga berpengaruh terhadap nilai penurunan BOD karena proses biologis di dalam botol sampel terus berlangsung.

4.2.5 Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter Konduktivitas

Konduktivitas merupakan kemampuan air irigasi dalam menghantarkan listrik yang dihantarkan oleh ion yang terkandung di dalamnya. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, nilai konduktivitas pada sampel air irigasi mengalami penurunan selama 14 hari. Penurunan nilai konduktivitas terendah yaitu pada perlakuan kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok yaitu dari 1195,83 μs menjadi 1017,83 μs . Penurunan nilai konduktivitas dalam penelitian terjadi karena jumlah ion di dalam sampel air irigasi selama 14 hari mengalami penurunan. Menurut Sidek *et al*, (2018), penggunaan kombinasi media penyaring pasir zeolit dan tanaman eceng gondok memiliki efektivitas dalam menurunkan nilai konduktivitas pada limbah dari 265 μs menjadi 206,2 μs . Menurut Apriyani dan Novrianti, (2020), salah satu yang mempengaruhi jumlah ion di dalam larutan adalah padatan terlarut di dalamnya. Semakin besar jumlah

padatan terlarut yang terkandung di dalam air irigasi maka semakin banyak ion yang ada sehingga akan meningkatkan nilai konduktivitas dalam air irigasi. Menurut Irwan dan Afdal (2016), hubungan antara jumlah zat terlarut dinyatakan dalam TDS dengan nilai konduktivitas. Semakin besar nilai konduktivitas yang dihasilkan, maka semakin besar pula nilai TDS.

4.2.6 Pengaruh Media Penyaring dan Tanaman Eceng Gondok pada Parameter Warna

Warna kekeruhan pada sampel air irigasi berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan selama 14 hari, kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok menunjukkan hasil yang efektif dalam menurunkan kekeruhan sampel air irigasi yang awalnya keruh menjadi bening. Menurut Kurniasih dan Fadhillah (2016), warna sampel air irigasi dapat berubah menjadi lebih bening dikarenakan proses filtrasi dengan menggunakan media penyaring arang aktif, pasir zeolit, dan kerikil. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ilmannafian dkk., (2020), bahwa kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok mampu mengubah warna limbah yang semua berwarna hitam pekat menjadi coklat, hal tersebut dikarenakan kemampuan media penyaring dalam menyerap dan menyaring air limbah dari padatan yang tercampur. Keruhnya air irigasi diduga karena air irigasi mengandung zat besi atau mangan dalam air yang umumnya dalam bentuk ion Fe^{2+} atau Mn^{2+} yang larut dalam air dan tidak berwarna yang kemudian secara perlahan akan teroksidasi menjadi senyawa Fe^{3+} atau senyawa Mn^{4+} yang tidak larut di dalam air. senyawa inilah yang menyebabkan air irigasi berwarna coklat keruh dan menimbulkan bau dan rasa yang kurang enak. Menurut Sarengat dkk., (2015) warna air yang keruh akan mempengaruhi kandungan oksigen terlarut yang ada di dalam air, semakin keruh air, maka akan semakin rendah kandungan oksigen yang terlarut di dalamnya.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kombinasi media penyaring dan tanaman eceng gondok sebagai agen fitoremediasi menunjukkan hasil yang paling efektif dalam menurunkan nilai BOD, TDS, dan konduktivitas , perubahan warna sampel air irigasi dari coklat keruh menjadi bening, dan menurunkan nilai DO. Sedangkan perlakuan tanaman eceng gondok menunjukkan hasil yang efektif dalam menurunkan nilai pH sampel air irigasi.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan agar penelitian ini lebih relevan adalah untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengamatan setiap harinya selama rentang waktu yang telah ditentukan agar dapat mengetahui perubahan dari setiap parameter secara signifikan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh, maka metode ini dapat digunakan sebagai rekomendasi untuk meningkatkan kualitas air irigasi dan produktivitas hasil pertanian di sekitar TPA Pakusari Jember.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrauw, A. E. S. 2019. Studi Operasional Pengelolaan Limbah Cair Lindi (*Leachate*) pada TPA *Control Landfill* Koya Koso. *Dinamis*, 1(12): 1-10.
- Adewoye, S. O., V. O. Adenigba, dan A. O. Adewoye. 2020. Phycoremediation of Heavy Metals from a Point Source in Asa Drainage Systems using Water Hyacinth (*Eichornia crassipes*). *The Electrochemical Society*, 65(5): 1-14.
- Aken, B. V., P. A. Correa, and J. L. Schnoor. 2010. Phytoremediation of Polychlorinated Biphenyls: New Trends and Promises. *NIH Public Access*, 44(8): 2767-2776.
- Ali, Y. T dan N. Ratni. 2018. Ikan Patin (*Pengasius Sp*) untuk Uji Toksisitas Akut Air Lindi. *Envirotek*, 9(1): 56-62.
- Angrianto, N. L., J. Manusawai, dan A. S. Sinery. 2021. Analisis Kualitas Air Lindi dan Permukaan diareal TPA Sowi Gunung dan Sekitarnya di Kabupaten Manokwari, Papua Barat. *Cassowary*, 4(2): 221-233.
- Anggraini, L dan M. Dinata. 2020. Akumulasi Logam Berat pada Batang *Eichhornia crassipes* Solms pada Variasi Media Penyaring selama Remedasi Air Lindi. *Pendidikan Biologi*, 7(1): 77-88.
- Anisa, S., Darwin, dan M. Yasar. 2019. Pengaruh Aplikasi Moving Bed Biofilm Reactor (Mbbr) untuk Pengolahan Limbah Air Lindi (*Leachate*) secara Aerobik terhadap Kualitas Air. *Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(3): 125-134.
- Apriyani, N dan Novrianti. 2020. Penggunaan Karbon Aktif dan Pasir Zeolit Tak Teraktivasi dalam Alat Penyaring Air Limbah Laundry. *Teknik Lingkungan*, 6(1): 66-76.
- Ardiatma, D., N. I. Ilyas, dan Hanif. 2020. Pengaruh Diameter Media Filtrasi Zeolit terhadap Turbidity, Total Disolved Solids dan Total Suspended Solids pada Reaktor Filter. *Pelita Teknologi*, 15(2): 99-105.
- Artiyani, A dan N. H. Firmansyah. 2016. Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen Air Limbah Domestik. *Industri Inovatif*, 6(1): 8-15.

- Astuti, L. P dan Indriatmoko. 2018. Kemampuan beberapa Tumbuhan Air dalam Menurunkan Pencemaran Bahan Organik dan Fosfat untuk Memperbaiki Kualitas Air. *Teknologi Lingkungan*, 19(2): 183-190.
- Audiyanti, S., Z. Hasan, H. Hamdani, dan H. Herawati. 2019. Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Dan Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) Sebagai Agen Fitoremediasi Limbah Sungai Citarum. *Perikanan dan Kelautan*, 10(1):111-116.
- Atima, W. 2015. BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Biologi Science and Education*, 4(1): 65-93.
- Badan Pusat Statistik. 2021. Hasil Sensus Penduduk 2020. <https://jemberkab.bps.go.id/publication/download.html> diakses pada tanggal 5 Mei 2022.
- Dewi, A. A dan H. B. Setyawan. 2020. Pengaruh Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria Strifasciata*) Sebagai Fitoremediator Logam Berat Timbal (Pb) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Ciplukan (*Physalis Angulata L.*). *Berkala Ilmiah Pertanian*, 3(1): 22-26.
- Djo, Y. H. W., D. A. Susastuti, I. E. Suprihatin, dan W. D. Sulihingtyas. 2017. Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Untuk Menurunkan Cod Dan Kandungan Cu Dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana. *Cakra Kimia*, 5(2): 137-144.
- Elisa, K dan R. Irawanto. 2020. Pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam Fitoremediasi Detergen dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(1): 143-148.
- Elma, M., A. Rahma, A. E. Pratiwi, M. Zainuddin, E. Munandar, Z. L. Assyaifi, E. L. A. Rampun, dan S. Gesit. 2020. Pengaruh Ketebalan Lapisan Zeolit sebagai Filter dalam Proses Filtrasi Air Rawa Asin. *Pro Sejahtera*, 2:82-86.
- Febrianda, E., S. Harahap, dan E. Purwanto. 2018. Efektivitas Penggunaan Biofilter dengan Proses Anaerob, Aerob, Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk Menurunkan Kadar TSS, TDS pada Limbah Cair Laundry. *Jurnal Online Mahasiswa*, 5(1): 1-10.
- Felani, M dan A. Hamzah. 2007. Fitoremediasi Limbah Cair Industri Tapioka dengan Tanaman Eceng Gondok. *Buana Sains*, 7(1):11-20.
- Gemala, M dan N. Ulfah. 2020. Efektifitas Metode Kombinasi Pasir Zeolit dan Arang Aktif dalam Pengolahan Air Lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). *Teknik Kimia Lingkungan*, 4(2): 162-167.

- Hardiani, H. 2009. Potensi Tanaman Dalam Mengakumulasi Logam Cu Pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas. *BS*, 44(1): 27-40.
- Hartanti, P. I., A. T. S. Haji, dan R. Wirosodarmo. 2014. Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) terhadap Penurunan Logam Chromium pada Limbah Cair Penyamakan Kulit. *Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(2): 31-37.
- Herdiana, S. P., Budiyono, dan Suhartono. 2018. Efektivitas Variasi Lama Kontak Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Dalam Menurunkan Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr6+) Pada Limbah Industri Pelapisan Logam. *Kesehatan Masyarakat*, 6(6): 315-324.
- Ifa, L., M. A. Agus, K. Kasmudin, dan A. Artiningsih. 2019. Pengaruh Penambahan Volume Kitosan dari Cangkang Bekicot terhadap Penurunan Kadar Tembaga Air Lindi. *Media Pengembangan Ilmu dan Aplikasi Teknik*, 18(2): 109-113.
- Ilmannafian, A. G., E. Lestari, dan F. Khairunisa. 2020. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Metode Filtrasi dan Fitoremediasi menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Teknologi Lingkungan*, 21(2):244-253.
- Indah, L. S., B. Hendranto, dan P. Soedarsono. 2014. Kemampuan Eceng Gondok (*Eichhornia Sp.*), Kangkung Air (*Ipomea Sp.*), dan Kayu Apu (*Pistia Sp.*) Dalam Menurunkan Bahan Organik Limbah Industri Tahu (Skala Laboratorium). *Diponegoro journal of Maquares*, 3(1): 1-6.
- Irhamni., A. Pandia, E. Purba, dan W. Hasan. 2017. Kandungan Logam Berat pada Air Lindi tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Kota Banda Aceh. *Prosiding Seminar Nasional Pasca Sarjana Unsyiah*: 14-22.
- Irwan F dan Afdal. 2016. Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik dengan *Total Dissolved Solid* (TDS) dan Temperatur pada beberapa Jenis Air. *Fisika Unand*, 5(1):85-93.
- Isni, N. N., A. Sungkowo, dan I. W. Widiarti. 2019. Upaya Teknis Rehabilitasi TPA Sampah Kopi Luhur dengan Sistem Lahan Urug Terkendali. *Ilmiah Lingkungan Kebumihan*, 2(1): 24-33.
- Juhri, D. A. 2017. Pengaruh Logam Berat (Kadmium, Kromium, Dan Timbal) Terhadap Penurunan Berat Basah Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica Forsk*) Sebagai Bahan Penyuluhan Bagi Petani Sayur. *Lentera Pendidikan Pusat Penelitian LPPM UM Metro*. 2(2): 219-229.

- Juhriah, dan M. Alam. 2016. Fitoremediasi Logam Berat Merkuri (Hg) pada Tanah dengan Tanaman *Celosia Plumosa* (Voss) Burv. *Biologi Makassar*, 1(1): 1-8.
- Khinanti, R. D dan C. Retnaningdyah. 2017. Potensi beberapa Hidromakrofitia Lokal untuk Meningkatkan Kualitas Air Lindi Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Talangagung, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang. *Biotropika*, 1(1):1-8.
- Kurniasih, D dan R. Fadhilah. 2016. Pelatihan Pembuatan Alat Penjernihan Air pada Masyarakat Kecamatan Sebawi Kabupaten Sambas. *Buletin Al Ribaath*, 13(1):11-14.
- Larasari, A. I., L. D. Susanawati, dan B. Suharto. 2016. Efektivitas Adsorpsi Logam Berat pada Air Lindi menggunakan Media Karbon Aktif, Zeolit, dan Silika Gel Di TPA Tlekung, Batu. *Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(2): 44-48.
- Leila, K., Anerasari, A. Zikri, Y. Tanjung, Y. Oktavia, A. Aulia, Lismayani, dan Arinda. 2019. Kinerja Sistem Filtrasi dalam menurunkan Kandungan TDS, Fe, dan Organik dalam Pengolahan Air Minum. *Kinetika*, 10(1):46-49.
- Mumtahanah, M., Pujiati, dan C. N. Primiani. 2017. Pengolahan Limbah Lindi TPA Kota Madiun melalui Kombinasi Metode Filtrasi dan Fitoremediasi Sistem Lahan Basah Buatan menggunakan Tumbuhan Bambu Air(*Equisetum hyemale*). *Prosiding SNST*, 103-109.
- Mustari, S., S. Suryaningsih, dan M. Kartawidjaja. 2017. Analisa Sifat Adsorpsi Logam Berat pada Eceng Gondok dalam Pengelolaan Air Limbah Elektroplating. *Material dan energi Indonesia*, 7(1): 44-48.
- Nagarajan, R., S. Thirumalaisamy, and E. Lakshumanan. 2012. Impact of leachate on groundwater pollution due to non-engineered municipal solid waste landfill sites of erode city, Tamil Nadu, India. *Research Article*, 9(35): 1-12.
- Nasution, A. S., Windarti, dan Efawani. 2019. Identification Of Macrophyta In The Swamp Area Of The Sawah Village, Kampar Regency, Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*. 2(2): 95-106.
- Nindra, D. Y dan E. Hartini. 2015. Efektivitas Tanaman Teratai (*Nymphaea Firecrest*) Dan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Dalam Menurunkan Kadar Bod (*Biochemical Oxygen Demand*) Pada Limbah Cair Industri Tahu. *Visikes*, 14(2): 123-130.

- Ningrum, Y. D., A. Ghofar, dan Haeruddin. 2020. Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai Fitoremediator pada Limbah Cair Produksi Tahu. *Maquares*, 9(2): 97-106.
- Nurroisah, E., S. In Darjo, dan A. S. Wahyuningsih. 2014. Kefektifan Aerasi Sistem Tray dan Filtrasi sebagai Penurun Chemical Oxygen Demand dan Padatan Tersuspensi pada Limbah Cair Batik. *Public Health*, 3(4): 56-64.
- Pangaribowo, T dan Khoerudin. 2018. Sistem Monitoring Kualitas Air pada Kolam Ikan melalui Pengukuran Kadar pH Berbasis Android. *Teknik Elektro*, 10(10): 1-4.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/7/2016. https://peraturan.go.id/peraturan/lembaga_tahun.html?id=108&tahun=2016 . diakses pada tanggal 16 Mei 2021.
- Piranti, A. S., Sudarmadji, A. Maryono, S. Hadisusanto. 2012. Penentuan Kriteria Nutrien untuk Penilaian Status Trofik Perairan Waduk Mrica Banjarnegara, Indonesia. *Manusia dan Lingkungan*, 19(2): 184-192.
- Putra, A. F. A., I. W. Diara, dan Wiyanti. 2017. Fitoremediasi Air Irigasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan Teratai (*Nymphae sp.*) di Subak Sembung Kelurahan Peguyangan Denpasar Utara. *Agroekoteknologi Tropika*, 6(2): 206-217.
- Rahayu, A., Masturi, dan I. Yulianti. 2015. Pengaruh Perubahan Massa Zeolit terhadap Kadar Ph Limbah Pabrik Gula Melalui Media Filtrasi. *Fisika*, 1(2): 1-5.
- Retnaningdyah C dan E. Arisoelaningsih. 2018. Efektivitas Proses Fitoremediasi Air Irigasi Tercemar Bahan Organik melalui Sistem *Batch Culture* menggunakan Hidromkrofit Lokal. *Biologi Indonesia*, 14(1):33-41.
- Rezagama, A., M. Hadiwidodo, P. Purwono, N. F. Ramadhani, dan M. Yustika. 2016. Penyisihan Limbah Organik Air Lindi TPA Jatibarang menggunakan Koagulasi-Flokulasi Kimia. *Teknik*, 37(2): 78-83.
- Said, N. I dan D. R. K. Hartaja. 2015. Pengolahan Lindi dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob dan Denitrifikasi. *Air Indonesia*, 8(1): 1-20.
- Salamia, I. A dan S. Indriani. 2017. Bioteknik Pengolahan Limbah Industri Daur Ulang Plastik Dengan Enceng Gondok Secara Bertingkat. *Teknik Industri*, 8(2): 36-41.

- Samar, Y. S., A. Marriwy, dan J. B. Manuhutu. 2019. Fitoremediasi Merkuri (Hg) menggunakan Tanaman Kacang Kalopo (*Calopogonium Mucunoides*). *Scie Map J*, 1(2): 93-98.
- Sari, R. N dan Afdal. 2017. Karakteristik Air Lindi (*Leachate*) di Tempat Pembuangan Akhir Sampah Air Dingin Kota Padang. *Fisika Unand*, 6(1): 93-99.
- Sasaqi, D., Yahdi, dan L. Krismayanti. 2016. Pengaruh Tingkat Ph, Fosfat, Nitrat, dan Ammonium Terhadap Pertumbuhan Eceng Gondok Di Perairan Bendungan Batujai, Kabupaten Lombok Tengah. *Biologi dan Pendidikan Biologi*, 8(1): 156-174.
- Sidek, N. M., S. R. S. Abdullah, N. U. Ahmad, S. F. S. Draman, M. M. M. Rosli, and M. F. Sanusi. 2018. Phytoremediation of Abandoned Mining Lake by Water Hyacinth and Water Lettuces in Constructed Wetlands. *Technology Journal*, 80:5: 87-93.
- Setyobudiarso, H dan E. Yuwono. 2014. Rancang Bangun Alat Penjernih Air Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Media Penyaring Kombinasi Pasir – Arang Aktif. *Neutrino*, 6(2): 84-90.
- Vidyawati, D. S dan H. Fitrihidajati. 2019. Pengaruh Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) melalui Pengenceran terhadap Kualitas Limbah Cair Industri Tahu. *Lentera Bio*, 8(2): 113-119.
- Walid, A., R. G. T. Kesumah, E. P. Putra, P. Suciarti, dan W. Herlina. 2020. Pengaruh Keberadaan TPA terhadap Kualitas Air Bersih di Wilayah Pemukiman Warga Sekitar: Studi Literatur. *Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 20(3): 1075-1078.
- Wang, L., B. Ji, Y. Hu, r. Liu, and W. Sun. 2017. A Review on In Situ Phytoremediation of Mine Tailings. *Chemosphere*, 184: 594-600.
- Widiyanti, A., L. Oktavia, dan A. Setiawan. 2020. Fitoteknologi Pengolahan Limbah Cair Depo Pemasaran Ikan (DPI) Kabupaten Sidoarjo Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Kangkung Air (*Ipomoea aquatic*). *Research and technology*, 6:227-236.
- Widyawati, E. 2009. Kajian Fitoremediasi Sebagai Salah Satu Upaya Menurunkan Akumulasi Logam Akibat Air Asam Tambang Pada Lahan Bekas Tambang Batubara. *Tekno Hutan Tanaman*, 2(2): 67-75.
- Wulandari, T., R. Budihastuti, dan E. D. Hastuti. 2018. Kemampuan Akumulasi Timbal (Pb) Pada Akar Mangrove Jenis *Avicennia Marina* (Forsk.) Dan

Rhizophora Mucronata (Lamk.) Di Lahan Tambak Mangunharjo Semarang. *Biologi*, 7(1): 89-96.

Yuniar, E., S. Eddy, dan D. Rosanti. 2020. Tipe-tipe Morfologi Tumbuhan Rawa Lebak di Kelurahan Sei Selayur Kecamatan Kalidoni Sumatera Selatan. *Indobiosains*, 12(1): 29-35.

Zulkoni, A., D. Rahyuni, dan Nasirudin. 2017. Pengaruh Pemangkasan Akar Jati dan Inokulasi Jamur Mikoriza Arbuskula terhadap Fitoremediasi Tanah Tercemae Merkuri di Kokap Kulonprogo Yogyakarta. *Manusia dan Lingkungan*, 24(1): 17-22.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Asli Pengamatan Sampel Air Irigasi Variabel Hari ke 0, 7, dan 14

a. pH

Perlakuan	Data Hasil Pengamatan		
	H0	H7	H14
K1U1	8.35	8.14	8.43
K1U2	8.32	8.67	8.46
K1U3	8.38	8.27	8.31
K1U4	8.3	8.21	8.3
K1U5	8.21	8.32	8.32
K1U6	8.23	8.3	8.32
Rata-rata	8.30	8.32	8.36
K2U1	8.27	7.65	7.4
K2U2	8.2	7.69	7.42
K2U3	8.3	7.59	7.55
K2U4	8.18	7.3	7.18
K2U5	8.18	7.42	7.51
K2U6	8.1	7.56	7.47
Rata-rata	8.20	7.53	7.42
K3U1	8.1	7.18	7
K3U2	8.3	7.73	7.73
K3U3	8.12	7.79	7.82
K3U4	8.23	7.69	7.68
K3U5	8.23	7.8	7.67
K3U6	8.1	7.74	7.6
Rata-rata	8,88	7,16	7.58

b. Konduktivitas

Perlakuan	Data Hasil Pengamatan		
	H0	H7	H14
K1U1	1197	1104	1088
K1U2	1197	1204	1010
K1U3	1197	1103	1069
K1U4	1198	1202	1089
K1U5	1195	1046	1047
K1U6	1198	1159	1116
Rata-rata	1197	1136	1070
K2U1	1194	1139	1050
K2U2	1198	1090	1037
K2U3	1197	1124	977
K2U4	1194	1125	1033
K2U5	1197	1122	1051
K2U6	1196	1140	1013
Rata-rata	1196	1123	1027
K3U1	1197	1110	1037
K3U2	1196	1048	1037
K3U3	1198	985	975
K3U4	1197	1116	1030
K3U5	1193	988	978
K3U6	1194	1305	1050
Rata-rata	1196	1092	1018

c. DO

Perlakuan	Data Hasil Pengamatan		
	H0	H7	H14
K1U1	7.6	7.3	7
K1U2	6.3	6	5.8

K1U3	6.9	6.9	6.9
K1U4	7	7	6.9
K1U5	6.9	6.7	6
K1U6	7.1	7.1	7.5
Rata-rata	6.97	6.83	6.68
K2U1	7.1	7	7.2
K2U2	6.8	7.5	7
K2U3	7.5	7.5	6.7
K2U4	7.3	7.7	6.6
K2U5	7.4	7.6	7.5
K2U6	7	7.3	6.3
Rata-rata	7.18	7.43	6.88
K3U1	7.1	7.9	7.2
K3U2	7	7.8	7.8
K3U3	7.3	7.8	7
K3U4	7.2	7.6	6.8
K3U5	7.2	7.7	6.8
K3U6	6.9	7.7	6.7
Rata-rata	7.12	7.75	7.05

d. TDS

Perlakuan	Data Hasil Pengamatan		
	H0	H7	H14
K1U1	837.9	772.8	761.6
K1U2	837.9	842.8	707
K1U3	837.9	772.1	748.3
K1U4	838.6	841.4	762.3
K1U5	836.5	732.2	732.9
K1U6	838.6	811.3	781.2
Rata-rata	837.9	795.4	748.9

K2U1	835.8	797.3	735
K2U2	838.6	763	725.9
K2U3	837.9	786.8	683.9
K2U4	835.8	787.5	723.1
K2U5	837.9	785.4	735.7
K2U6	837.2	798	709.1
Rata-rata	837.2	786.3	718.8
K3U1	837.9	777	725.9
K3U2	837.2	733.6	725.9
K3U3	838.6	689.5	682.5
K3U4	837.9	781.2	721
K3U5	835.1	691.6	684.6
K3U6	835.8	913.5	735
Rata-rata	837.0	764.4	712.4

e. BOD

Perlakuan	Data Hasil Pengamatan		
	H0	H7	H14
K1U1	6.4	5.9	5
K1U2	5.2	4.6	3.8
K1U3	5.7	5.5	4.9
K1U4	5.8	5.6	4.9
K1U5	5.7	5.3	4
K1U6	5.9	5.7	5.5
Rata-rata	5.77	5.43	4.68
K2U1	5.8	4.7	4.8
K2U2	5.5	5.2	4.6
K2U3	6.2	5.2	4.3
K2U4	6	5.4	4.2
K2U5	6.1	5.3	5.1

K2U6	5.7	5	3.9
Rata-rata	5.88	5.13	4.48
K3U1	5.6	4.6	3.9
K3U2	5.5	4.5	4.5
K3U3	5.8	4.5	3.7
K3U4	5.7	4.3	3.5
K3U5	5.7	4.4	3.5
K3U6	5.4	4.4	3.4
Rata-rata	5.62	4.45	3.75

Lampiran 2. Analisis Anova pH Sampel Air Irigasi H0

ANOVA						
PH						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F		Sig.
Between Groups	0.058	2	0.029	5.208		0.019
Within Groups	0.084	15	0.006			
Total	0.143	17				

Lampiran 3. Analisis Anova pH Sampel Air Irigasi H7

ANOVA						
PH						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F		Sig.
Between Groups	2.136	2	1.068	28.701		0.000
Within Groups	0.558	15	0.037			
Total	2.694	17				

Lampiran 4. Analisis Anova pH Sampel Air Irigasi H14

ANOVA					
PH	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.022	2	1.511	42.764	0.000
Within Groups	0.530	15	0.035		
Total	3.552	17			

Lampiran 5. Analisis Anova Konduktivitas H0

ANOVA					
Cd	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.778	2	2.389	0.923	0.419
Within Groups	38.833	15	2.589		
Total	43.611	17			

Lampiran 6. Analisis Anova konduktivitas Sampel Air Irigasi H7

ANOVA					
Cd	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6232.444	2	3116.222	0.509	0.611
Within Groups	91830.667	15	6122.044		
Total	98063.111	17			

Lampiran 7. Analisis Anova Konduktivitas Sampel Air Irigasi H14

ANOVA					
Cd	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9268.000	2	4634.000	4.289	0.034
Within Groups	16206.500	15	1080.433		
Total	25474.500	17			

Lampiran 8. Analisis Anova DO Sampel Air Irigasi H0

ANOVA						
DO						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	0.148	2	0.074	0.833	0.454	
Within Groups	1.330	15	0.089			
Total	1.478	17				

Lampiran 9. Analisis Anova DO Sampel Air Irigasi H7

ANOVA						
DO						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	2.601	2	1.301	13.918	0.000	
Within Groups	1.402	15	0.093			
Total	4.003	17				

Lampiran 10. Analisis Anova DO Sampel Air Irigasi H14

ANOVA						
DO						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	0.404	2	0.202	0.779	0.476	
Within Groups	3.892	15	0.259			
Total	4.296	17				

Lampiran 11. Analisis Anova TDS Sampel Air Irigasi H0

ANOVA						
TDS						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	2.341	2	1.171	0.923	0.419	
Within Groups	19.028	15	1.269			
Total	21.369	17				

Lampiran 12. Analisis Anova TDS Sampel Air Irigasi H7

ANOVA					
TDS					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	12897.181	2	6448.591	5.280	0.018
Within Groups	18320.202	15	1221.347		
Total	31217.383	17			

Lampiran 13. Analisis Anova TDS Sampel Air Irigasi H14

ANOVA					
TDS					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4541.320	2	2270.660	4.289	0.034
Within Groups	7941.185	15	529.412		
Total	12482.505	17			

Lampiran 14. Analisis Anova BOD Sampel Air Irigasi H0

ANOVA					
BOD					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.581	2	0.291	2.426	0.122
Within Groups	1.797	15	0.120		
Total	2.378	17			

Lampiran 15. Analisis Anova BOD Sampel Air Irigasi H7

ANOVA					
BOD					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.048	2	1.524	16.308	0.000
Within Groups	1.402	15	0.093		
Total	4.449	17			

Lampiran 16. Analisis Anova BOD Sampel Air Irigasi H14

ANOVA					
BOD					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2.898	2	1.449	5.585	0.015
Within Groups	3.892	15	0.259		
Total	6.789	17			

Lampiran 17. Uji Lanjut DMRT pH Sampel Air Irigasi H0

PH				
Duncan ^a				
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	
3.00	6	8.1800		
2.00	6		8.2983	
1.00	6		8.3033	
Sig.		1.000	0.910	
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.				

Lampiran 18. Uji Lanjut DMRT pH Sampel Air Irigasi H7

PH				
Duncan ^a				
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	
2.00	6	7.5350		
3.00	6	7.6550		
1.00	6		8.3183	
Sig.			0.298	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.				

Lampiran 19. Uji Lanjut DMRT pH Sampel Air Irigasi H14

PH			
Duncan^a			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2.00	6	7.4217	
3.00	6	7.5733	
1.00	6		8.3567
Sig.		0.183	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.			

Lampiran 20. Uji Lanjut DMRT Konduktivitas Sampel Air Irigasi H0

Cd			
Duncan^a			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
3.00	6		1195.8333
2.00	6		1196.0000
1.00	6		1197.0000
Sig.			0.252
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.			

Lampiran 21. Uji Lanjut DMRT Konduktivitas Sampel Air Irigasi H7

Cd			
Duncan^a			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
3.00	6		1092.0000
2.00	6		1123.3333
1.00	6		1136.3333
Sig.			0.367
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.			

Lampiran 22. Uji Lanjut DMRT Konduktivitas Sampel Air Irigasi H14

Cd			
Duncan^a			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	6	1017.8333	
2.00	6	1026.8333	
1.00	6		1069.8333
Sig.		0.642	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.			

Lampiran 23. Uji Lanjut DMRT DO Sampel Air Irigasi H0

DO			
Duncan^a			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
1.00	6		6.9667
3.00	6		7.1167
2.00	6		7.1833
Sig.			0.250
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.			

Lampiran 24. Uji Lanjut DMRT DO Sampel Air Irigasi H7

DO			
Duncan^a			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1.00	6	6.8333	
2.00	6		7.4333
3.00	6		7.7500
Sig.		1.000	0.093
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.			

Lampiran 25. Uji Lanjut DMRT DO Sampel Air Irigasi H14

DO			
Duncan^a			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
1.00	6	6.6833	
2.00	6	6.8833	
3.00	6	7.0500	
Sig.		0.255	
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.			

Lampiran 26. Uji Lanjut DMRT TDS Sampel Air Irigasi H0

TDS			
Duncan^a			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
3.00	6	837.0833	
2.00	6	837.2000	
1.00	6	837.9000	
Sig.		0.252	
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.			

Lampiran 27. Uji Lanjut DMRT TDS Sampel Air Irigasi H7

TDS				
Duncan^a				
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	
3.00	6	734.6500		
2.00	6	786.3333		
1.00	6	795.4333		
Sig.		1.000	0.658	
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.				

Lampiran 28. Uji Lanjut DMRT TDS Sampel Air Irigasi H14

Duncan^a			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	6	712.4833	
2.00	6	718.7833	
1.00	6		748.8833
Sig.		0.642	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

Lampiran 29. Uji Lanjut DMRT BOD Sampel Air Irigasi H0

BOD			
Duncan^a			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
3.00	6	5.6167	
1.00	6	5.7667	
2.00	6	6.0500	
Sig.		0.056	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

Lampiran 30. Uji Lanjut DMRT BOD Sampel Air Irigasi H7

BOD			
Duncan^a			
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3.00	6	4.4500	
2.00	6		5.1333
1.00	6		5.4333
Sig.		1.000	0.110

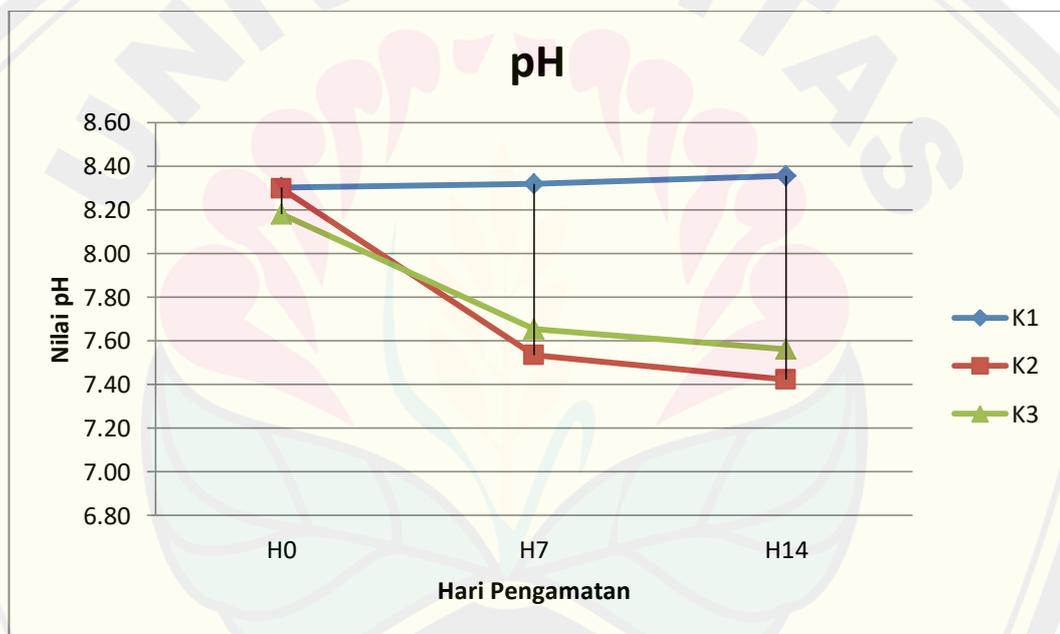
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

Lampiran 31. Uji Lanjut DMRT BOD Sampel Air Irigasi H14

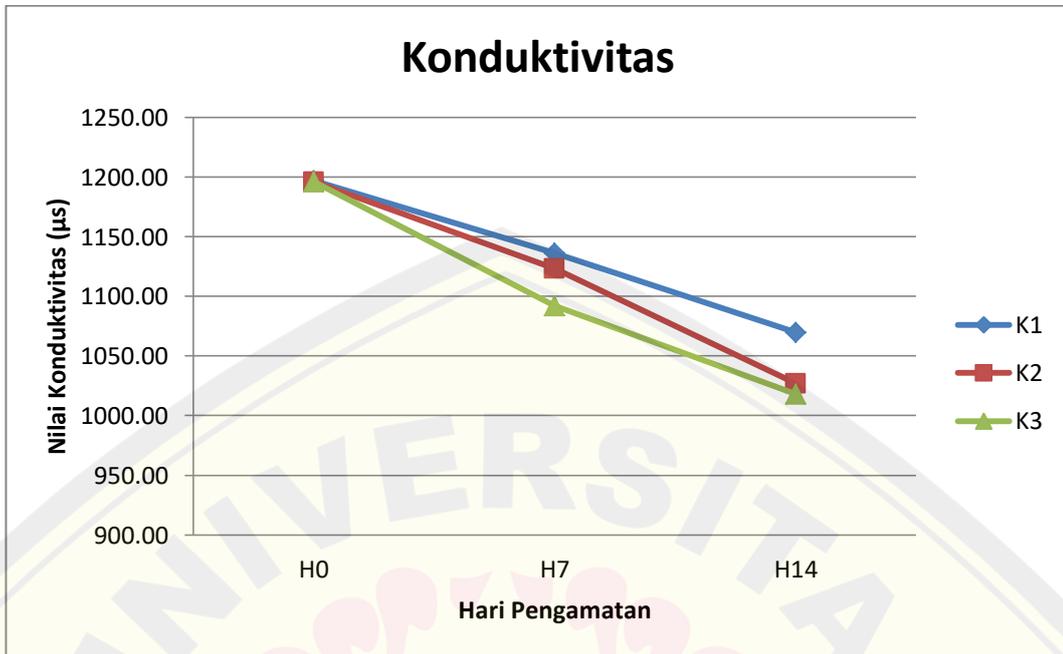
BOD				
Duncan ^a				
PERLAKUAN	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	
3.00	6	3.7500		
2.00	6		4.4833	
1.00	6		4.6833	
Sig.		1.000	0.507	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
 a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6.000.

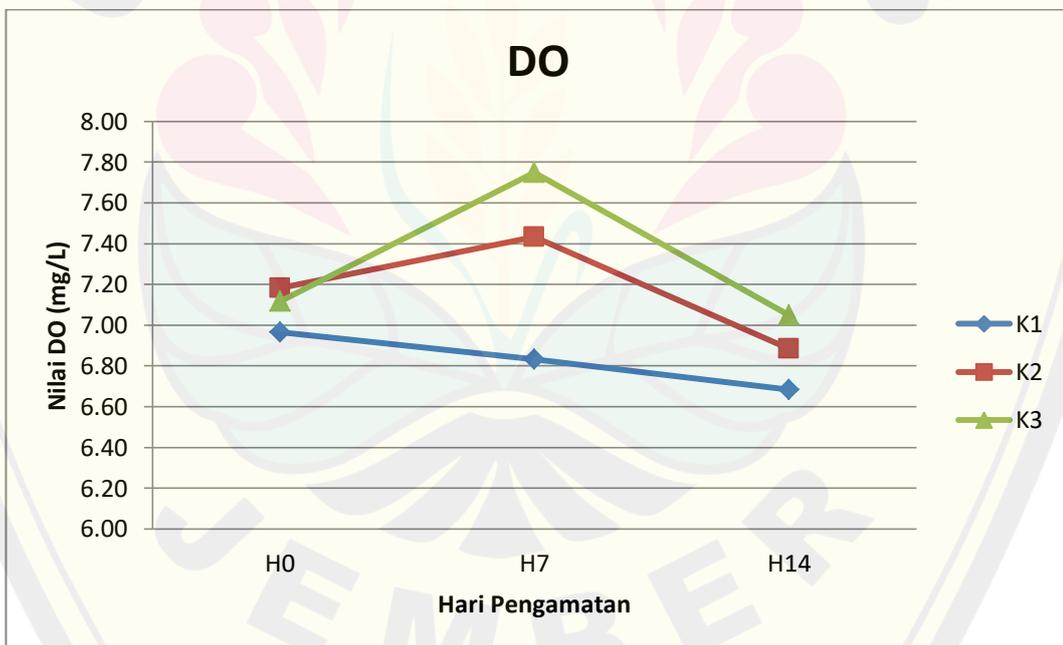
Lampiran 32. Grafik pH Sampel Air Irigasi



Lampiran 33. Grafik Konduktivitas Sampel Air Irigasi



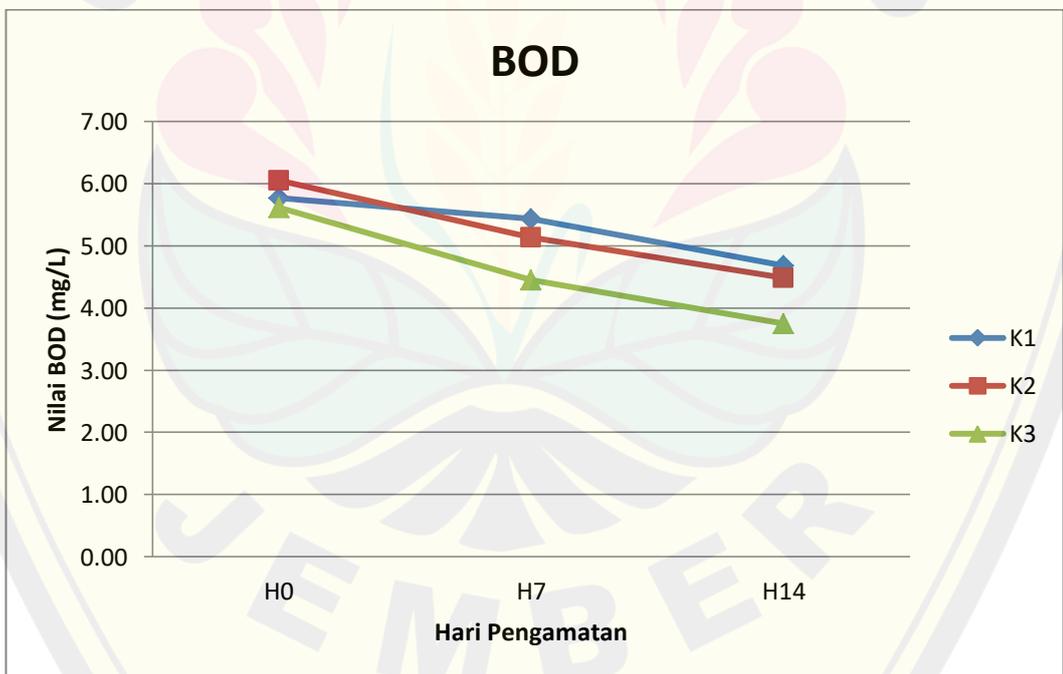
Lampiran 34. Grafik DO Sampel Air Irigasi



Lampiran 35. Grafik TDS Sampel Air Irigasi



Lampiran 36. Grafik BOD Sampel Air Irigasi



Lampiran 37. Dokumentasi Penelitian



Pengambilan sampel air irigasi



Lahan sawah di sekitar TPA pakusari yang tercemar



Reaktor penelitian



Aklimatisasi tanaman eceng gondok



Sampel air irigasi yang telah diambil



Media penyaring kerikil



Media penyaring arang aktif



Media penyaring pasir zeolit



Pengambilan sampel pada media reaktor



Kalibrasi pH pada *water quality meter* dengan menggunakan larutan standar



Water quality meter



Sampel air irigasi yang akan diuji



Menguji pH sampel air irigasi



Menguji DO sampel air irigasi



Menguji konduktivitas sampel air irigasi



Memindahkan sampel air irigasi pada
botol winkler untuk mengukur nilai
BOD



Larutan standar untuk mengkalibrasi pH



Sampel air irigasi pada hari ke 0



Sampel air irigasi pada hari ke 7



Sampel air irigasi pada hari ke 14



Blooming pada reaktor penelitian



Blooming pada reaktor penelitian