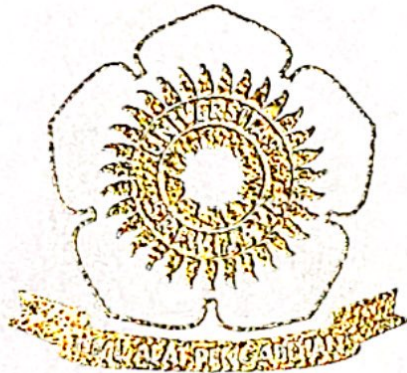


TUGAS AKHIR
ANALISIS PENGARUH VARIASI SUBSTRAT PADA
DESAIN *CONSTRUCTED WETLAND* TIPE *FREE*
***WATER SURFACE (FWS)* DI SUNGAI PENJEMURAN,**
KECAMATAN SUKARAMI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



TAMARA NURILAH SAFITRI

03011282126039

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH VARIASI SUBSTRAT PADA DESAIN
CONSTRUCTED WETLAND TIPE FREE WATER SURFACE
(FWS) DI SUNGAI PENJEMURAN, KECAMATAN
SUKARAMI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

TAMARA NURILAH SAFITRI

03011282126039

Palembang, Maret 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,

Puteri Kusuma Wardhani S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198806112019032013

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis haturkan kepada Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul: **"Analisis Pengaruh Variasi Substrat Pada Desain *Constructed Wetland Tipe Free Water Surface (FWS)* di Sungai Penjemuran, Kecamatan Sukarami"**.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis juga mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya sehingga bisa menghantarkan dan melanjutkan perjalanan hingga saat ini.
2. Bapak Anton Tobing dan Ibu Almh. Lidyana Pane, orang tua tercinta yang selalu menemani perjalanan penulis diiringi do'a dan motivasi yang selalu diberikan, serta Tante Desi Satria yang senantiasa memberikan semangat dan dukungan.
3. Selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
4. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T, M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Puteri Kusuma Wardhani, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan masukan dan saran dalam proses penyusunan tugas akhir ini.
7. Segenap dosen prodi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan memberikan ilmunya.
8. Najwa Karenina, Calvin Andyansa, dan Sultan Baihaqi selaku saudara tersayang yang telah memberikan dukungan dan semangat.
9. Nenek dan bunda tercinta, Nuraini Siregar dan Sari Yuni Astuti.
10. Rizki Hafizhan yang telah membantu dan membersamai penulis selama melaksanakan pengujian dan penulisan laporan tugas akhir.
11. Kak Nanda, Afifah, Rana, Winda, dan teman-teman terdekat lainnya yang telah menemani masa perkuliahan penulis.

12. Quena, Mutia, Nadira, Yesi, Putri, dan Sonia yang telah memberikan dukungan, masukan, dan semangat kepada penulis.
13. Teman-teman Teknik Sipil 2021 Universitas Sriwijaya dan Semua pihak yang terlibat.

Penulisan proposal masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan agar dapat memberikan manfaat bagi penulis serta civitas akademika Program Studi Teknik Sipil.

Palembang, Februari 2025



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
ABSTRAK	x
ABSTRACT.....	xi
RINGKASAN	xii
SUMMARY	xiii
PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xiv
HALAMAN PERSETUJUAN	xv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xvi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Pencemaran Air Sungai.....	7
2.3 Parameter Penilaian Kualitas Air.....	8
2.4 Instalasi Pengolahan Air (IPA)	11
2.5 <i>Constructed Wetland</i>	11
2.5.1 <i>Free Water Surface (FWS)</i>	12
2.5.2 <i>Sub Surface Flow (SSF)</i>	12
2.6 Kelebihan dan Kekurangan <i>Constructed Wetland</i>	14
2.7 Kriteria Desain	15
2.7.1 Kriteria Desain Skala Laboratorium.....	15
2.7.2 Kriteria Desain Skala Lapangan	16
2.8 Melati Air (<i>Echinodorus Palaefolius</i>)	20
2.9 Substrat	21
2.9.1 Pasir dan Kerikil	21
2.9.2 <i>Biocharcoal</i>	23

2.9.3 Zeolite.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Gambaran Umum.....	27
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian	31
3.3 Sampel Penelitian.....	32
3.4 Variabel Penelitian.....	32
3.5 Konsep Desain	33
3.5.1 Desain Skala Laboratorium	33
3.5.2 Desain Skala Lapangan	34
3.6 Alat dan Bahan Penelitian.....	35
3.7 Analisa Data.....	36
BAB IV PEMBAHASAN.....	38
4.1 Kondisi Awal Kualitas Air Sungai Tercemar Limbah.....	38
4.2 Data Parameter Uji.....	39
4.3 Pengaruh Variasi Substrat.....	39
4.3.1 Pengaruh Variasi Substrat Terhadap Penyisihan BOD	40
4.3.2 Pengaruh Variasi Substrat Terhadap Penyisihan COD	42
4.3.3 Pengaruh Variasi Substrat Terhadap Penyisihan TSS.....	43
4.3.4 Pengaruh Variasi Substrat Terhadap Penyisihan Amonia Total ...	45
4.3.5 Pengaruh Variasi Substrat Terhadap Nilai pH Air	47
4.4 Substrat Optimal	48
4.5 Perencanaan Unit Pengolahan Air	49
4.5.1 <i>Intake</i>	50
4.5.2 Bak Filtrasi	51
4.5.3 Bak Pengumpul dan Sedimentasi	51
4.5.4 Bak <i>Constructed Wetland</i>	53
4.5.5 Bak Penampung.....	56
4.6 Gambar Rencana Desain Unit Pengolahan Air.....	56
4.7 Rencana Anggaran Biaya.....	57
4.7.1 <i>Intake</i>	57
4.7.2 Bak Filtrasi Mekanis.....	57
4.7.3 Bak Pengumpul dan Sedimentasi	58

4.7.4 Bak <i>Constructed Wetland</i>	58
4.7.5 Tangki Penampung.....	58
4.7.6 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Unit Pengolahan Air	58
BAB V PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Free Water Surface Constructed Wetland</i>	12
Gambar 2.2 <i>Horizontal Sub-Surface Flow Constructed Wetland</i>	13
Gambar 2.3 <i>Vertical Sub-Surface Flow Constructed Wetland</i>	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3.2 Peta Lokasi Pengambilan Sampel	31
Gambar 3.4 Desain <i>Constructed Wetland</i>	33
Gambar 3.5 Desain Ukuran <i>Constructed Wetland</i>	34
Gambar 4.1 Variasi Substrat yang Digunakan.....	40
Gambar 4.2 Grafik Hasil Uji BOD Terhadap Variasi Substrat.....	41
Gambar 4.3 Grafik Hasil Uji COD Terhadap Variasi Substrat.....	42
Gambar 4.4 Grafik Hasil Uji TSS Terhadap Variasi Substrat	44
Gambar 4.5 Air Sungai Penjemuran Sebelum Diolah	45
Gambar 4.6 Air Sungai Penjemuran Setelah Pengolahan dengan Zeolite	45
Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji Amonia Terhadap Variasi Substrat	46
Gambar 4.8 Grafik Hasil Uji pH Terhadap Variasi Substrat	47
Gambar 4.9 Skema Aliran Air Instalasi Pengolahan Air	50
Gambar 4.10 Tangki Penampung yang Digunakan	56
Gambar 4.11 Bak <i>Constructed Wetland</i>	57
Gambar 4.12 Tampak Atas Unit Pengolahan Air	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Kelas II	10
Tabel 2.2 Kriteria Desain	16
Tabel 2.3 Kriteria Desain Bak Pengumpul	17
Tabel 2.4 Kriteria Desain Bak Sedimentasi	18
Tabel 2.5 Kelebihan dan Kekurangan Tiap Substrat	26
Tabel 4.1 Nilai Awal Parameter Penelitian.....	38
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Parameter Penelitian.....	39
Tabel 4.3 Hasil Uji BOD.....	41
Tabel 4.4 Hasil Uji COD.....	42
Tabel 4.5 Hasil Uji TSS	44
Tabel 4.6 Hasil Uji Kandungan Amonia.....	46
Tabel 4.7 Kelebihan dan Kekurangan Substrat pada Penelitian	49
Tabel 4.8 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pembangunan IPA.....	58

Analisis Pengaruh Variasi Substrat pada Desain *Constructed Wetland* Tipe *Free Water Surface* (FWS) di Sungai Penjemuran, Kecamatan Sukarami

Tamara Nurilah Safitri¹, Puteri Kusuma Wardhani²

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: ira.tamara56@gmail.com

² Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: puterikusumawardhani@unsri.ac.id

Abstrak

Sungai Penjemuran mengalami pencemaran akibat limbah TPA Sukawinatan, menurunkan kualitas air dan menghambat budidaya perikanan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi substrat terhadap efektivitas *constructed wetland* tipe *Free Water Surface* (FWS) dalam menyisihkan polutan. Pengujian dilakukan menggunakan model skala laboratorium berdimensi 60 cm × 30 cm × 50 cm, diisi dengan air Sungai Penjemuran yang telah disaring menggunakan kapas. Sistem diuji dengan tiga variasi substrat yaitu pasir dan kerikil, biochar, serta zeolit, dengan menggunakan tanaman melati air. Waktu tinggal hidrolik (HRT) ditetapkan 24 jam. Hasil pengujian menunjukkan bahwa substrat biochar memiliki efektivitas tertinggi dalam menurunkan amonia total sebesar 83,2%. Zeolit lebih unggul dalam menurunkan COD sebesar 81,9% dan TSS 75%. Sementara itu, pasir dan kerikil menunjukkan efektivitas dalam mengurangi BOD sebesar 89,4%. Nilai pH tetap stabil dalam kisaran 6–8 sesuai dengan baku mutu air kelas II berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021. Berdasarkan hasil tersebut, desain skala lapangan dirancang dengan kombinasi substrat biochar dan zeolit untuk mencapai efisiensi optimal. Estimasi biaya pembangunan sistem juga dihitung guna mendukung implementasi di lapangan. Penelitian ini memberikan solusi inovatif dan berkelanjutan dalam pengolahan air sungai guna mendukung ekosistem perairan dan sektor perikanan.

Kata Kunci: *Constructed Wetland*, *Free Water Surface* (FWS), variasi substrat, kualitas air, Sungai Penjemuran.

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan
Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

Palembang, Maret 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,

Puteri Kusuma Wardhani S.T., M.Sc.,
Ph.D.
NIP. 198806112019032013

Analysis of the Effect of Substrate Variations on the Design of Free Water Surface (FWS) Constructed Wetlands in the Penjemuran River, Sukarami District

Tamara Nurilah Safitri, Puteri Kusuma Wardhani²

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: ira.tamara56@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: puterikusumawardhani@unsri.ac.id

Abstract

Penjemuran River is polluted by Sukawinatan Landfill waste, reducing water quality and hampering fisheries cultivation. This study aims to analyze the effect of substrate variations on the effectiveness of Free Water Surface (FWS) constructed wetland in removing pollutants. Testing was held using a laboratory scale model by 60 cm × 30 cm × 50 cm, filled with Penjemuran River water that was filtered using cotton. The system was tested with three substrates, sand and gravel, biochar, and zeolite, using water jasmine. The hydraulic residence time (HRT) was set at 24 hours. The results showed that the biochar substrate had the highest effectiveness in reducing ammonia by 83.2%. Zeolite was superior in reducing COD by 81.9% and TSS by 75%. Meanwhile, sand and gravel showed effectiveness in reducing BOD by 89.4%. The pH value remained stable in the range of 6–8 in accordance with class II water quality standards based on PP No. 22 of 2021. For these results, a field-scale was designed with a biochar and zeolite substrates combined to achieve optimal efficiency. The estimated building system cost was calculated to support implementation in the field. This research provides an innovative and sustainable solution in river water treatment to support aquatic ecosystems and the fisheries sector.

Keywords: Constructed Wetland, Free Water Surface (FWS), substrate variation, water quality, Penjemuran River.

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan
Perencanaan,



Palembang, Maret 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing,

Puteri Kusuma Wardhani S.T., M.Sc.,
Ph.D.
NIP. 198806112019032013

RINGKASAN

Analisis Pengaruh Variasi Substrat pada Desain *Constructed Wetland* Tipe *Free Water Surface* (FWS) di Sungai Penjemuran, Kecamatan Sukarami

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, 10 Maret 2025

Tamara Nurilah Safitri : Dibimbing oleh Puteri Kusuma Wardhani, S.T., M.Sc., Ph.D.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

vii + 61 halaman, 22 gambar, 13 tabel, 6 lampiran

Sungai Penjemuran mengalami pencemaran akibat limbah dari TPA Sukawinatan, yang menyebabkan penurunan kualitas air dan mengancam ekosistem perairan serta sektor budidaya perikanan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah sistem *constructed wetland* tipe *Free Water Surface* (FWS), yang meniru proses alami lahan basah dalam menyaring polutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi substrat dalam sistem FWS terhadap efektivitas penyisihan polutan utama dalam air Sungai Penjemuran. Eksperimen dilakukan pada skala laboratorium dengan model bak berukuran 60 cm × 30 cm × 50 cm. Air Sungai Penjemuran yang telah disaring dialirkan ke dalam sistem dengan tiga variasi substrat yaitu, pasir dan kerikil, biochar, serta zeolit. Tanaman *Echinodorus palaefolius* (melati air) digunakan sebagai agen fitoremediasi, dengan waktu tinggal hidrolis (HRT) selama 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substrat biochar memiliki efektivitas tertinggi dalam menurunkan amonia total sebesar 83,2%. Zeolit lebih unggul dalam menurunkan Chemical Oxygen Demand (COD) sebesar 81,9% dan Total Suspended Solid (TSS) 75%. Sementara itu, pasir dan kerikil menunjukkan efektivitas dalam mengurangi Biochemical Oxygen Demand (BOD) sebesar 89,4%. Nilai pH tetap stabil dalam kisaran 6–8, sesuai dengan baku mutu air kelas II berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021. Berdasarkan hasil ini, desain skala lapangan dirancang dengan kombinasi biochar dan zeolit untuk meningkatkan efisiensi sistem. Selain itu, estimasi biaya pembangunan juga dihitung sebagai pertimbangan implementasi di lapangan. Penelitian ini memberikan wawasan dalam pemanfaatan *constructed wetland* sebagai solusi berkelanjutan guna meningkatkan kualitas air Sungai Penjemuran, mendukung ekosistem perairan, serta menunjang keberlanjutan sektor budidaya perikanan.

Kata Kunci: *Constructed Wetland*, *Free Water Surface* (FWS), variasi substrat, kualitas air, Sungai Penjemuran.

SUMMARY

Analysis of the Effect of Substrate Variations on the Design of Free Water Surface (FWS) Constructed Wetlands in the Penjemuran River, Sukarami District

Scientific papers in form of Final Projects, March 10th, 2025

Tamara Nurilah Safitri : guided by Puteri Kusuma Wardhani S.T., M.Sc ., Ph.D.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

vii + 61 pages, 22 images, 13 tables, 4 attachments

Penjemuran River is polluted by waste from Sukawinatan Landfill, which causes a decrease in water quality and threatens the aquatic ecosystem and fisheries cultivation sector. One solution that can be applied is the Free Water Surface (FWS) type constructed wetland system, which imitates the natural process of wetlands in filtering pollutants. This study aims to analyze the effect of substrate variations in the FWS system on the effectiveness of removing major pollutants in Penjemuran River water. The experiment was conducted on a laboratory scale with a 60 cm × 30 cm × 50 cm tank model. The filtered Penjemuran River water was flowed into the system with three substrate variations, namely, sand and gravel, biochar, and zeolite. *Echinodorus palaefolius* (water jasmine) plants were used as phytoremediation agents, with a hydraulic residence time (HRT) of 24 hours. The results showed that the biochar substrate had the highest effectiveness in reducing total ammonia by 83.2%. Zeolite is superior in reducing Chemical Oxygen Demand (COD) by 81.9% and Total Suspended Solid (TSS) by 75%. Meanwhile, sand and gravel showed effectiveness in reducing Biochemical Oxygen Demand (BOD) by 89.4%. The pH value remained stable in the range of 6–8, in accordance with class II water quality standards based on PP No. 22 of 2021. Based on these results, a field-scale design was designed with a combination of biochar and zeolite to increase system efficiency. In addition, the estimated construction cost was also calculated as a consideration for implementation in the field. This study provides insight into the use of constructed wetland as a sustainable solution to improve the water quality of the Penjemuran River, support aquatic ecosystems, and support the sustainability of the fisheries cultivation sector.

Keywords: Constructed Wetland, Free Water Surface (FWS), substrate variation, water quality, Penjemuran River.

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tamara Nurilah Safitri

NIM : 03011282126039

Judul : Analisis Pengaruh Variasi Substrat pada Desain *Constructed Wetland Tipe Free Water Surface (FWS)* di Sungai Penjemuran, Kecamatan Sukarami

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Maret 2025



Tamara Nurilah Safitri
NIM. 03011282126039


HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Pengaruh Variasi Substrat pada Desain *Constructed Wetland Tipe Free Water Surface (FWS)* di Sungai Penjemuran, Kecamatan Sukarami” yang disusun oleh Tamara Nurilah Safitri, 03011282126039 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 10 Maret 2025.


Palembang, 10 Maret 2025.

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

1. Puteri Kusuma Wardhani S.T., M.Sc., Ph.D. ()
NIP. 198806112019032013

Anggota:

2. Nyimas Septi Rika Putri, S.T., M.Si., Ph.D. ()
NIP. 198009112008122001



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM.
NIP.197502112003121002



Ketua Jurusan Teknik Sipil
Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tamara Nurilah Safitri

NIM : 03011282126039

Judul : Analisis Pengaruh Variasi Substrat pada Desain *Constructed Wetland Tipe Free Water Surface* (FWS) di Sungai Penjemuran, Kecamatan Sukarami

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Maret 2025



Tamara Nurilah Safitri
NIM. 03011282126039

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Tamara Nurilah Safitri
Jenis Kelamin : Perempuan
E-mail : ira.tamara56@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
MI Adabiyah II Palembang	-	-	SD	2009 -2015
SMP Negeri 8 Palembang	-	-	SMP	2015 -2018
SMA Negeri 5 Palembang	-	IPA	SMA	2018 -2021
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2021-2025

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Tamara Nurilah Safitri

NIM.03011282126039

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Palembang, ibu kota Sumatera Selatan, memiliki potensi besar dalam budidaya perikanan berkat Sungai Musi. Namun, kualitas air sungai di kota ini telah menurun khususnya di Sungai Penjemuran yang menjadi salah satu sumber budidaya perikanan. Sungai ini menurun kualitasnya akibat limbah dari TPA Sukawinatan yang letaknya dekat dengan sungai tersebut. Penurunan ini menyebabkan kadar oksigen terlarut menurun serta bahan organik dan logam berat meningkat, sehingga menghambat pertumbuhan ikan, memicu kematian massal, dan menurunkan produktivitas perikanan. Menurut Susanto, dkk. (2021) pencemaran air berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi bagi petani ikan dan masyarakat yang bergantung pada perikanan. Selain itu, menurut Nugroho, dkk. (2022) konsumsi ikan terkontaminasi juga menimbulkan risiko kesehatan masyarakat.

Untuk mengatasi pencemaran ini, diperlukan solusi yang efektif dan berkelanjutan, seperti *constructed wetland*. Teknologi ini memiliki potensi besar untuk memperbaiki kualitas air sungai. Namun, implementasinya masih jarang karena biaya pembangunan dan pemeliharaan yang tinggi, kurangnya pengetahuan dan teknologi, serta persepsi negatif masyarakat yang menganggapnya dapat memicu masalah baru, seperti menjadi sarang nyamuk.

Salah satu elemen krusial dalam merancang sistem *constructed wetland* adalah pemilihan jenis substrat karena berfungsi sebagai media tumbuh tanaman dan tempat proses biogeokimia untuk pengolahan air. Substrat seperti kerikil dan pasir memiliki karakteristik berbeda yang memengaruhi filtrasi, retensi air, dan penghilangan kontaminan. Substrat yang baik harus mendukung pertumbuhan akar, menyediakan pori untuk sirkulasi udara, dan memungkinkan aliran air optimal. Selain itu, substrat berperan dalam penyimpanan nutrisi dan mikroorganisme untuk degradasi bahan organik. Pemilihannya harus mempertimbangkan jenis limbah, karakteristik polutan, dan ketersediaan material agar sistem efektif dan berkelanjutan.

Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan pasir dan kerikil sebagai salah satu substrat pembanding dan kontrol, substrat ini telah banyak digunakan dalam sistem *constructed wetland* dikarenakan ketersediaannya yang mudah didapat, harganya yang relatif murah, dan mempunyai stabilitas fisik yang tinggi sehingga dapat menjaga struktur sistem *constructed wetland* untuk jangka panjang. Pasir dan kerikil juga telah terbukti sebagai salah satu substrat yang baik dalam penghilang polutan dan menaikkan kadar oksigen terlarut lewat penurunan kadar BOD dan COD.

Zeolite digunakan sebagai substrat pembanding dalam sistem *constructed wetland* untuk budidaya perikanan karena sudah dikenal sebagai bahan filtrasi kolam ikan. Zeolite mampu menyerap nutrisi seperti amonia dan fosfat. Penelitian Warisaura, dkk. (2019) menunjukkan bahwa sistem *constructed wetland* dengan zeolite memiliki stabilitas baik dan mampu menurunkan kadar logam Hg hingga 98,99%. Namun, efisiensi ini belum maksimal sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut.

Biochar digunakan sebagai substrat dalam sistem *constructed wetland* untuk budidaya perikanan karena mampu meningkatkan kadar oksigen terlarut. Bahan ini dihasilkan melalui pirolisis biomassa sehingga memiliki struktur porus yang mendukung sirkulasi udara dan aliran air, serta menyerap polutan seperti logam berat dan nutrisi berlebih. Penelitian Al Kholif, dkk. (2020) menunjukkan bahwa *biochar* lebih efektif daripada pasir dalam menurunkan kadar BOD dan COD. Meski ramah lingkungan dan berkelanjutan, penggunaan substrat berbahan organik seperti *biochar* ini masih jarang dilakukan.

Penelitian ini bertujuan merancang, mengembangkan, dan menguji *constructed wetland* skala laboratorium yang sesuai dengan pencemaran di Sungai Penjemuran. Fokusnya adalah mengoptimalkan desain dan membandingkan variasi substrat untuk meningkatkan kapasitas pengolahan air tercemar. Penelitian ini juga mengevaluasi kinerja sistem dalam mengurangi polutan, memperbaiki kualitas air, dan mendukung budidaya perikanan. Diharapkan hasilnya dapat menjadi solusi efektif yang dapat diterapkan di lapangan, berkontribusi pada pemulihan ekosistem, peningkatan produktivitas perikanan, serta kesejahteraan masyarakat Kota Palembang.

Kualitas air sungai yang semakin menurun akibat aktivitas domestik, industri, dan pertanian memerlukan solusi pengolahan yang efektif dan berkelanjutan. *Constructed wetland* tipe *free water surface* menawarkan alternatif ramah lingkungan yang meniru proses alami untuk mengurangi polutan, tetapi studi mengenai efektivitasnya dalam mengolah air sungai masih terbatas. Selain itu, pemilihan substrat yang tepat dalam sistem ini dapat meningkatkan efisiensi penyisihan polutan. Dengan memahami pengaruh variasi substrat terhadap kinerja *constructed wetland*, penelitian ini dapat memberikan wawasan bagi perencanaan dan penerapan sistem pengolahan air yang lebih efektif, terutama untuk perairan yang terpengaruh oleh pencemaran seperti Sungai Penjemuran. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar bagi pengambil kebijakan dan praktisi lingkungan dalam mengembangkan strategi rehabilitasi sungai dengan pendekatan berbasis ekosistem.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang telah diuraikan mengenai permasalahan sumber air sungai yang telah tercemar limbah serta alternatif yang diharapkan dapat menangani permasalahan tersebut, maka rumusan masalah yang didapat adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik kualitas air Sungai Penjemuran sebelum dilakukan pengolahan menggunakan sistem *constructed wetland* tipe *free water surface*?
2. Bagaimana variasi substrat mempengaruhi mekanisme penyisihan polutan dalam sistem *constructed wetland* tipe *free water surface* pada air Sungai Penjemuran, serta substrat mana yang paling direkomendasikan untuk meningkatkan kualitas air Sungai Penjemuran?
3. Bagaimana efektifitas variasi substrat pada sistem *constructed wetland* tipe *free water surface* terhadap penyisihan kadar *Total Suspended Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), Amonia, dan pH pada air Sungai Penjemuran?
4. Bagaimana desain instalasi pengolahan air dengan sistem *constructed wetland* skala lapangan dalam pengolahan air Sungai Penjemuran agar dapat

digunakan kembali untuk budidaya perikanan, serta bagaimana estimasi biaya yang diperlukan berdasarkan Rencana Anggaran Biaya (RAB)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik kualitas awal air Sungai Penjemuran yang tercemar limbah sebelum dilakukan pengolahan menggunakan sistem *constructed wetland*.
2. Menganalisis pengaruh variasi substrat terhadap mekanisme penyisihan polutan dalam sistem *constructed wetland* pada air Sungai Penjemuran serta mengidentifikasi substrat yang paling direkomendasikan untuk meningkatkan kualitas air.
3. Menganalisa efektivitas variasi substrat pada sistem *constructed wetland* dalam menyisihkan *Total Suspended Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), amonia, dan pH pada air Sungai Penjemuran.
4. Merancang desain instalasi pengolahan air dengan sistem *constructed wetland* skala lapangan untuk pengolahan air Sungai Penjemuran agar dapat digunakan kembali dalam budidaya perikanan serta menyusun estimasi biaya yang diperlukan berdasarkan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian diberikan agar penelitian yang dilakukan memiliki batasan dan menjadi lebih terarah sesuai dengan tujuan penelitian. Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian pengolahan air sungai ini menggunakan sistem *constructed wetland* skala laboratorium berukuran 60 cm x 30 cm x 50 cm. Hal ini berdasarkan perbandingan 1 : 300.000 terhadap debit air sungai dan asumsi rasio panjang lebar sebesar 2 : 1.
2. Perencanaan dari *constructed wetland* ini menggunakan sistem *free water surface* dengan pertimbangan ekonomis.

3. Sampel penelitian berupa air sungai Penjemuran tercemar limbah yang diambil pada tanggal 9,10, dan 11 desember 2024 pada pukul 10.00 WIB yang mengacu pada standar SNI 6989.59:2008 dengan menggunakan metode *grab sample*.
4. Penelitian ini menggunakan 3 sampel uji yaitu dengan jenis substrat yang berbeda, yaitu agregat, *biochar*, dan zeolite. Penentuan jenis substrat tersebut berdasarkan pada ketersediaan bahan dan karakteristik penghilangan polutan yang diinginkan.
5. Pengukuran kadar parameter air Sungai Penjemuran yang tercemar limbah ini adalah pH, Amonia, *Total Suspended Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Pertahanan Provinsi Sumatera Selatan.
6. Tanaman yang dipilih untuk pengujian dalam sistem *constructed wetland* ini adalah melati air (*Echinodorus palaefolius*) dan HRT yang digunakan adalah 24 jam, yang dipilih untuk mencapai keseimbangan yang optimal antara efisiensi pengolahan dan kebutuhan ruang dalam sistem.
7. Standar kualitas air yang dijadikan acuan dalam penelitian ini mengacu pada baku mutu air kelas II sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
8. Perencanaan desain skala lapangan hanya meliputi perhitungan perencanaan operasional dari *intake*, bak pengumpul, bak sedimentasi, bak *constructed wetland*, dan bak penampung, tanpa mencakup aspek implementasi lapangan seperti topografi wilayah atau pemilihan lokasi pembangunan dan aspek hidrologi seperti curah hujan, dll.
9. Perancangan desain *constructed wetland* skala lapangan dalam penelitian ini didasarkan pada hasil pengujian skala laboratorium. Pertimbangan utama dalam perancangan ini adalah bahwa sistem skala laboratorium dan skala lapangan memiliki dimensi yang proporsional, sehingga dalam perbandingan yang sama, jumlah substrat dan tanaman yang digunakan juga akan setara serta mengolah jumlah air yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedi, Tayebeh & Mojiri, Amin, (2019). *Constructed wetland modified by biochar/zeolite addition for enhanced wastewater treatment. Environmental Technology & Innovation*, 16.
- Arni, Amira, & Susilawati, (2022). Pencemaran air sungai akibat pembuangan sampah di desa bagan kuala tanjung beringin Kabupaten Serdang Bedagai. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(4), 241-245.
- Asdak, Chay, (2023). *Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada. *University Press*, Yogyakarta.
- Al Kholif, Muhammad, dkk. (2020). Pengaruh Waktu Tinggal dan Media Tanam pada *Constructed Wetland* untuk Mengolah Air Limbah Industri Tahu. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(2), 107-115.
- Al Kholif, Muhammad, dkk. (2023). Penerapan Teknologi *Constructed Wetland* (CW) dalam Menurunkan Kadar Cemar pada Air Limbah Domestik. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 10(1), 2-4.
- Darmawan, D. Rizki, dkk. (2023). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum di Kecamatan Bandung Kidul, Kota Bandung. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(2), 5729-5738.
- Hdidou, Meryem, dkk., (2022). *Potential Use of Constructed Wetland Systems for Rural Sanitation and Wastewater Reuse in Agriculture in the Moroccan Context. Energies*, 156(15), 4.
- Hoffmann, H., Fuchs, R., & Bock, M. (2019). *Performance of constructed wetlands for treating agricultural runoff in tropical climates. Journal of Environmental Management*, 236, 349-359.2
- Juniarti, H., & Pratama, F. (2021). Analisis Potensi Pengembangan Budidaya Perikanan di Sungai Musi, Palembang. *Jurnal Perikanan Indonesia*, 21(2), 55-65.
- Kadlec, R. H. & Wallace S. D. (2008). *Treatment Wetlands (Second Edition)*, Taylor & Francis Group, United States of America.

- Kapoh, Kristoffel R.P., dkk. (2024). Pengaruh Lahan Basah (*Wetland*) Terhadap Kualitas Air di Sungai Toubek Kelurahan Masarang, Kabupaten Minahasa. *TEKNO*, 22(89) 1683-1689.
- Kuswoyo, A. & Ulimaz, A. (2022). Pengaruh Jenis dan Ketebalan Karbon Aktif pada Sistem *Constructed Wetlands* untuk Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga. *Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1), 173-181.
- Mardhiati, L., dkk. (2021). Variasi Bahan Organik pada Media Lahan Basah Buatan Aliran Permukaan dalam Mengolah Air Asam Tambang. *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan*, 4(1), 57-68.
- Masriyanto, P. W., Anie Y., & Dian A. (2023). *Application of Free Water Surface Constructed Wetland for Reduction of Brantas River Pollutants*. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 20(1), 93-103.
- Metcalf & Eddy, (2003). *Wastewater Wngineering : Treatment, Disposal and Reuse*. McGraw-Hill, Inc: USA.
- Nugroho, B., Suryono, H., & Aisyah, N. (2022). *The impact of water pollution on public health in Indonesia*. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(16), 23932-23945.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 1-13.
- Pratiwi R. Septi, (2015). Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kelurahan Keputih Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Putra, I Gede A. G. (2020). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Minum dengan Air Baku dari Bendung Gerak Sembayat Kabupaten Gresik, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Saab, M. T. Abi, dkk. (2018). *Assessing the performance of constructed wetland for water quality management of a Southern Mediterranean river*. *Water and Environment Journal*, 1-11.

- Samad, A. Sophia, dkk. (2024). Analisis *Constructed Wetlands* sebagai Teknologi Pemulihan Pencemaran Air Permukaan Menggunakan Tanaman *Hydrilla Verticillata* dan Kangkung Air. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(4), 10707-10713.
- Setiadewi, N., dkk. (2023). Uji Variasi Media Tanam pada Sistem Pengolahan Tersier *Constructed Wetland* Skala Laboratorium dalam Mengolah Limbah Domestik. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 13(1), 64-71.
- Siswoyo, S. P. dkk. (2024). Evaluasi dan Pemilihan Desain Alternatif Instalasi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu – Tempe. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(3), 9282-9293.
- Susanto, H., Widiyanto, B., & Setiawan, E. (2021). *Effects of water quality on aquaculture productivity in Indonesian freshwater systems. Aquaculture Research*, 52(6), 2851-2865.
- Suwahdendi, M. Pasek Arya, & Purnama, I Gede H., (2018). Uji Efektivitas Batu Vulkanik dan Arang Sebagai Media Filter Pengolahan Air Limbah *Laundry* dengan Menggunakan Sistem Pengolahan *Constructed Wetland*. *Arc. Com. Health*, 5(1), 67-76.
- Vymazal, J. (2008). *Constructed wetlands for wastewater treatment. Applied Water Science*, 1(1), 1-17.
- Warisaura, A. D., dkk., (2019) *Study of Sub Constructed Wetland (SSF-CW) System Using Echinodorus Palaefolius Plant and Zeolit Plant Media in Reducing Hg Metals*. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan*, 1(1), 17-26.
- Wibowo, T., Hadi, P., & Surya, D. (2019). *Assessment of water pollution in urban rivers. Environmental Monitoring and Assessment*, 191(2), 132.