



PENANGANAN AIR TAWAR TERCEMAR HIDROKARBON MENGUNAKAN *CONSTRUCTED WETLAND* DENGAN TANAMAN *Lemna minor*

MEIKA WIDYASTUTI



**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Penanganan Air Tawar Tercemar Hidrokarbon Menggunakan *Constructed Wetland* dengan Tanaman *Lemna minor*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tugas akhir ini.

Dengan ini kami melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Meika Widyastuti
F3401201086



ABSTRAK

MEIKA WIDYASTUTI. Penanganan Air Tawar Tercemar Hidrokarbon Menggunakan *Constructed Wetland* dengan Tanaman *Lemna minor*. Dibimbing oleh MOHAMAD YANI dan ANAS MIFTAH FAUZI.

Permintaan minyak bumi yang semakin meningkat seiring berjalannya waktu dan beragamnya aktivitas membuat kegiatan eksplorasi kerap dilakukan. Kegiatan eksploitasi, pengolahan, transportasi, dan distribusi minyak bumi selain eksplorasi untuk memenuhi kebutuhan juga cenderung mencemari lingkungan akibat tumpahan minyak pada perairan. Penelitian ini mengolah air tawar tercemar hidrokarbon melalui simulasi *constructed wetland* menggunakan rancangan acak lengkap dengan faktor DOR Bio-OSD untuk dispersi minyak dan waktu kontak dengan *Lemna minor* sebagai fitoremediator. Parameter simulasi meliputi kualitas air dan pertumbuhan tanaman dengan baku mutu sesuai Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Lemna minor* memiliki daya tahan terbaik pada *constructed wetland* selama 7 hari dengan DOR maksimum 0,75:1. Efektivitas penyisihan COD menggunakan *Lemna minor* mencapai efisiensi sebesar 87,54% dengan DOR 0,75:1 selama 7 hari pengamatan.

Kata kunci: *constructed wetland*, fitoremediasi, *Lemna minor*, *oil spill dispersant*, pencemaran minyak bumi,

ABSTRACT

MEIKA WIDYASTUTI. Treatment of Hydrocarbon-Contaminated Freshwater Using Constructed Wetland with *Lemna minor*. Supervised by MOHAMAD YANI and ANAS MIFTAH FAUZI.

The increasing demand for crude oil over time and diverse activities necessitate frequent exploration efforts. Activities such as exploitation, processing, transportation, and distribution of crude oil, aside from exploration to meet demand, also tend to pollute the environment due to oil spills in water bodies. This study focuses on treating hydrocarbon-contaminated fresh water through simulated constructed wetlands using a completely randomized design with the DOR Bio-OSD factor for oil dispersion and contact time with *Lemna minor* as the phytoremediator. Simulation parameters include water quality and plant growth adhering to Government Regulation No. 22 of 2021. The research findings indicate that *Lemna minor* exhibits the best resilience in the constructed wetland over 7 days with a maximum DOR of 0.75:1. The COD removal efficiency using *Lemna minor* reached 87.54% with a DOR of 0.75:1 over a 7-day observation period.

Keywords: constructed wetland, *Lemna minor*, oil pollute, oil spill dispersant, phytoremediation



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



IPB University
Bogor Indonesia



PENANGANAN AIR TAWAR TERCEMAR HIDROKARBON MENGUNAKAN *CONSTRUCTED WETLAND* DENGAN TANAMAN *Lemna minor*

@Hak cipta milik IPB University

MEIKA WIDYASTUTI

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Muslich, M.Si.
2. Dr. Drs. Purwoko, M.Si.



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tugas Akhir : Penanganan Air Tawar Tercemar Hidrokarbon
Menggunakan *Constructed Wetland* dengan Tanaman
Lemna minor
Nama : Meika Widyastuti
NIM : F3401201086

Disetujui oleh :

Pembimbing I :
Prof. Dr. Ir. Mohamad Yani, M.Eng., IPM

Pembimbing II :
Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng.

Diketahui oleh :

Ketua Departemen:
Prof. Dr. Ono Suparno, S.TP., M.T.
NIP. 197212031997021001

Tanggal Ujian :
17 Juli 2024

Tanggal Lulus :



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga laporan tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2024 sampai bulan Juli 2024 yaitu "Penanganan Air Tawar Tercemar Hidrokarbon Menggunakan *Constructed Wetland* dengan Tanaman *Lemna minor*". Penyusunan laporan ini dilakukan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi di Program Sarjana di Departemen Teknik Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Keluarga, khususnya kedua orang tua penulis, yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat.
2. Prof. Dr. Ir. Mohamad Yani, M.Eng., IPM, Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng., dan Dr. Drs. Purwoko, M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama pelaksanaan penelitian ini.
3. PT Pertamina (Persero), Surfactant and Bioenergy Research Center (SBRC) IPB University, dan Kedaireka yang telah memfasilitasi penelitian.
4. Seluruh Dosen, Tenaga Pendidik, Teknisi, Laboran Departemen TIN, dan Tenaga Pendidik Rumah Kaca yang telah mengajarkan banyak hal kepada penulis serta menyediakan fasilitas bagi penulis sampai dapat menempuh gelar sarjana di IPB University.
5. Rekan-rekan proyek penelitian Bio-OSD, terkhususnya Muhammad Nurran Azka, Raissa Ghina Amalia, Beltsazar Amethyst Marviradi Prandaka, dan Muhammad Ridho Fitrisyah.
6. Seluruh sahabat dan teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Meika Widyastuti



@Hak cipta milik *IPB University*

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	iii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pencemaran Minyak Bumi	3
2.2 <i>Oil Spill Dispersant</i>	3
2.3 Fitoremediasi	4
2.4 <i>Lemna minor</i>	4
2.5 <i>Constructed Wetland</i>	5
III METODOLOGI	6
3.1 Lokasi dan Waktu	6
3.2 Tahapan Desain Keteknikan	6
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1 Hasil Eksplorasi	10
4.2 Verifikasi Permasalahan dan Pernyataan Desain	11
4.3 Hasil Ideasi	11
4.4 Pengembangan Prototipe	11
4.5 Validasi Prototipe	32
V SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	39
RIWAYAT HIDUP	50



DAFTAR TABEL

1 Hasil eksplorasi permasalahan	10
2 Formulasi rancangan percobaan iterasi I	12
3 Formulasi rancangan percobaan iterasi II	13
4 Hasil Uji TSS pada <i>constructed wetland</i> iterasi I	26
5 Hasil Uji TSS pada <i>constructed wetland</i> iterasi II	26
6 Hasil Uji COD pada <i>constructed wetland</i> iterasi I	27
7 Hasil Uji COD pada <i>constructed wetland</i> iterasi II	27
8 Perbandingan hasil analisis parameter kritis setiap tanaman	29
9 Validasi prototipe	33

DAFTAR GAMBAR

1 Diagram kerangka desain keteknikan	6
2 Uji kinerja <i>constructed wetland</i> dengan <i>Lemna minor</i> iterasi I	14
3 Uji kinerja <i>constructed wetland</i> dengan <i>Lemna minor</i> iterasi II	15
4 Pengaruh perlakuan tanpa tanaman terhadap pH air	17
5 Pengaruh perlakuan iterasi I dengan tanaman <i>Lemna minor</i> terhadap pH air	17
6 Pengaruh perlakuan iterasi II dengan tanaman <i>Lemna minor</i> terhadap pH air	17
7 Pengaruh perlakuan tanpa tanaman terhadap suhu air	19
8 Pengaruh perlakuan iterasi I dengan tanaman <i>Lemna minor</i> terhadap suhu air	19
9 Pengaruh perlakuan iterasi II dengan tanaman <i>Lemna minor</i> terhadap suhu air	19
10 Pengaruh perlakuan tanpa tanaman terhadap DO	20
11 Pengaruh perlakuan iterasi I dengan tanaman <i>Lemna minor</i> terhadap DO	21
12 Pengaruh perlakuan iterasi II dengan tanaman <i>Lemna minor</i> terhadap DO	21
13 Pengaruh perlakuan tanpa tanaman terhadap TDS	22
14 Pengaruh perlakuan iterasi I dengan tanaman <i>Lemna minor</i> terhadap TDS	22
15 Pengaruh perlakuan iterasi II dengan tanaman <i>Lemna minor</i> terhadap TDS	23
16 Pengaruh perlakuan tanpa tanaman terhadap OD	24
17 Pengaruh perlakuan iterasi I dengan tanaman <i>Lemna minor</i> terhadap OD	24
18 Pengaruh perlakuan iterasi II dengan tanaman <i>Lemna minor</i> terhadap OD	24
19 Desain <i>constructed wetland</i> skala pilot	30
20 Bak dispersi	30
21 Bak remediasi	31
22 Bak indikator	32

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR LAMPIRAN

1	Prosedur kerja uji kinerja <i>constructed wetland</i> iterasi I	40
2	Prosedur kerja uji kinerja <i>constructed wetland</i> iterasi II	41
3	Standar baku mutu air tawar	42
4	Prosedur kerja pengujian COD	43
5	Uji ANOVA pengaruh faktor terhadap DO	44
6	Uji ANOVA pengaruh faktor terhadap COD	45
7	Detail perhitungan komponen <i>constructed wetland</i> skala pilot	45

