

PENANGANAN AIR TAWAR TERCEMAR HIDROKARBON MENGUNAKAN *CONSTRUCTED WETLAND* DENGAN TANAMAN *Pistia stratiotes*

SHANDYKA YUDHA PRATAMA



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

@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.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

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 *Pistia stratiotes*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. 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 ini.

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

Bogor, Agustus 2024

Shandyka Yudha Pratama
F3401201033

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.



ABSTRAK

SHANDYKA YUDHA PRATAMA. Penanganan Air Tawar Tercemar Hidrokarbon Menggunakan *Constructed Wetland* dengan Tanaman *Pistia stratiotes*. Dibimbing oleh PURWOKO dan MOHAMAD YANI.

Industri minyak dan gas berpotensi menghasilkan limbah hidrokarbon dari kegiatan eksplorasi, pengolahan, dan distribusi minyak bumi. Risiko tumpahan minyak bumi dengan adanya senyawa *polycyclic aromatic hydrocarbon* (PAH) dapat mencemari lingkungan. Penelitian ini mencoba menangani air tawar tercemar hidrokarbon melalui simulasi *constructed wetland* menggunakan rancangan acak lengkap dengan faktor *dispersant to oil ratio* (DOR) Bio-OSD yang merupakan produk surfaktan dari minyak sawit dan waktu kontak dengan *Pistia stratiotes* sebagai fitoremediator. Parameter simulasi meliputi kualitas air dan pertumbuhan tanaman sesuai Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan *Pistia stratiotes* memiliki daya tahan terbaik selama 7 hari dengan DOR maksimum 0,2 : 1. *Constructed wetland* dengan *Pistia stratiotes* memenuhi baku mutu kualitas air tawar dengan derajat keasaman 6 - 9 (kecuali perlakuan dengan 0 : 0, 0,1 : 1, 0,2 : 1, dan 0,3 : 1 pada hari ke-3), suhu 26 - 32 °C, *dissolved oxygen* (DO) > 1 mg/L, *total dissolved solid* (TDS) < 1000 mg/L, *total suspended solid* (TSS) < 400 mg/L, dan *chemical oxygen demand* (COD) < 80 mg/L (perlakuan DOR 0 : 0, 0,1 : 1, dan 0,3 : 1 pada hari ke-3). Efektivitas penyisihan COD mencapai 100% pada DOR 0,1 : 1 dan 0,3 : 1 dengan waktu kontak 3 hari. Berdasarkan hasil tersebut, tanaman *Pistia stratiotes* berpotensi menjadi fitoremediator pada *constructed wetland* untuk menangani cemaran hidrokarbon di air tawar dengan penambahan DOR Bio-OSD sebesar 0,1 : 1 dan waktu kontak 3 hari.

Kata kunci: *constructed wetland*, minyak sawit, OSD, *Pistia stratiotes*, surfaktan

@Hak cipta milik IPB University

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.



ABSTRACT

SHANDYKA YUDHA PRATAMA. Treatment of Hydrocarbon-Contaminated Freshwater Using Constructed Wetland with *Pistia stratiotes* Plants. Supervised by PURWOKO and MOHAMAD YANI.

The oil and gas industry can potentially produce hydrocarbon waste from petroleum exploration, processing, and distribution activities. The risk of petroleum spills in the presence of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) compounds can pollute the environment. This study tried to treat hydrocarbon-contaminated freshwater through constructed wetland simulation using a completely randomized design with the factors of dispersant to oil ratio (DOR) Bio-OSD which is a surfactant product from palm oil and contact time with *Pistia stratiotes* as a phytoremediator. Simulation parameters include water quality and plant growth according to Government Regulation No. 22 of 2021. The results showed that *Pistia stratiotes* had the best durability for 7 days with a maximum DOR of 0.2 : 1. Constructed wetland with *Pistia stratiotes* meets the quality standards of freshwater quality with acidity degree 6 - 9 (except treatments with 0 : 0, 0.1 : 1, 0.2 : 1, and 0.3 : 1 on day 3), temperature 26 - 32 °C, dissolved oxygen (DO) > 1 mg/L, total dissolved solid (TDS) < 1000 mg/L, total suspended solid (TSS) < 400 mg/L, and chemical oxygen demand (COD) < 80 mg/L (DOR treatments 0 : 0, 0.1 : 1, and 0.3 : 1 on day 3). The effectiveness of COD removal reached 100.00% in DOR 0.1 : 1 and 0.3 : 1 with a contact time of 3 days. Based on these results, *Pistia stratiotes* plant has the potential to be a phytoremediator in constructed wetland to treat hydrocarbon contamination in freshwater with the addition of Bio-OSD DOR of 0.1 : 1 and contact time of 3 days.

Keywords: constructed wetland, OSD, palm oil, Pistia stratiotes, surfactant



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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024^[1]
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.

PENANGANAN AIR TAWAR TERCEMAR HIDROKARBON MENGUNAKAN *CONSTRUCTED WETLAND* DENGAN TANAMAN *Pistia stratiotes*

SHANDYKA YUDHA PRATAMA

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





@Hak cipta milik IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:
Dr. Ir. Muslich, M.Si.
Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng.

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
Pistia stratiotes
Nama : Shandyka Yudha Pratama
NIM : F3401201033

Disetujui oleh

Pembimbing I:
Dr. Drs. Purwoko, M.Si.

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

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

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 akhir Proyek Desain Utama Agroindustri (*Capstone*) 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 *Pistia stratiotes*". Penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Ungkapan terima kasih penulis sampaikan kepada

1. Prof. Dr. Ir. Mohamad Yani, M.Eng., IPM, Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng., Dr. Drs. Purwoko, M.Si., dan Prof. Dr. Ir. Erliza Hambali M.Si., selaku dosen yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama pelaksanaan Proyek Desain Utama (*Capstone*) ini.
2. PT Pertamina (Persero), Surfactant and Bioenergy Research Center (SBRC) IPB University, dan Kedaireka yang telah memfasilitasi penelitian.
3. Para pakar yang memberikan penilaian dan saran pada pelaksanaan Proyek Desain Utama Agroindustri (*Capstone*) ini.
4. Seluruh Dosen, Tenaga Pendidik, Teknisi, dan Laboran Departemen TIN yang telah mengajarkan banyak hal kepada saya serta menyediakan fasilitas bagi saya sampai dapat menempuh gelar sarjana di IPB University.
5. Bapak Sugiono dan Ibu Suprapti selaku ayah dan ibu serta keluarga besar yang selalu memberikan doa dan dukungan.
6. Sayidah Aisyah selaku *significant other* yang selalu memberikan dukungan moral dan motivasi.
7. Rekan tim 46 Bio-OSD, BNC, YCCA, Tintisari 57 serta seluruh sahabat dan teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Shandyka Yudha Pratama



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	13
1.1 Latar Belakang	13
1.2 Rumusan Masalah	14
1.3 Tujuan	14
1.4 Manfaat	14
1.5 Ruang Lingkup	15
TINJAUAN PUSTAKA	16
2.1 Minyak Bumi	16
2.2 Pencemaran Minyak Bumi	16
2.3 <i>Oil Spill Dispersant</i>	17
2.4 Fitoremediasi	17
2.5 <i>Pistia stratiotes</i>	19
2.6 <i>Constructed Wetland</i>	19
III METODOLOGI	21
3.1 Waktu dan Tempat	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Tahapan Desain Keteknikan	21
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Eksplorasi dan Uji Masalah Desain	24
4.2 Pemunculan Konsep Ide	24
4.3 Konsep Ide	25
4.4 Pengembangan Prototipe	26
4.5 Validasi Prototipe	45
V SIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Simpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	52
RIWAYAT HIDUP	58

Hak cipta milik IPB University

- 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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.