

## **DESAIN PENANGANAN AIR TAWAR TERCEMAR MINYAK BUMI JENIS *LIGHT* DENGAN PROSES FITOREMEDIASI MENGGUNAKAN TANAMAN *Lemna minor***

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, perulisan 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.

**MARSHANDA CAESARIA**



**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**





## PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Desain Penanganan Air Tawar Tercemar Minyak Bumi Jenis *Light* dengan Proses Fitoremediasi Menggunakan 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 saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Marshanda Caesaria  
F3401211015

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, perulisan 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

MARSHANDA CAESARIA. Desain Penanganan Air Tawar Tercemar Minyak Bumi Jenis *Light* dengan Proses Fitoremediasi Menggunakan Tanaman *Lemna minor*. Dibimbing oleh ANAS MIFTAH FAUZI.

Tumpahan minyak bumi jenis *light* menjadi permasalahan lingkungan yang signifikan di perairan tawar sehingga diperlukan metode penanganan yang efektif dan terintegrasi. Proyek desain ini bertujuan merancang sistem penanganan air tawar yang tercemar minyak bumi jenis *light* dengan mengintegrasikan penambahan *Bio-Oil Spill Dispersant* (Bio OSD) dan proses fitoremediasi menggunakan Tanaman *Lemna minor* pada sistem lahan basah buatan skala pilot. Metode yang digunakan adalah eksperimental dengan pendekatan desain keteknikan yang meliputi fase eksplorasi, pendefinisian masalah, ideasi, pengembangan prototipe, dan validasi. Sistem lahan basah buatan dirancang dengan dua perlakuan yaitu dengan dan tanpa penambahan Bio OSD untuk mengevaluasi efektivitasnya. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem lahan basah buatan dengan Tanaman *Lemna minor* efektif menurunkan kadar cemaran hidrokarbon dan senyawa organik, yang ditunjukkan dengan penurunan parameter *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) hingga memenuhi standar baku mutu dengan waktu tinggal 4 hari. Penambahan Bio OSD bersifat toksik menghambat pertumbuhan awal *Lemna minor*, tetapi tanaman juga menunjukkan kemampuan adaptasi dan tetap mampu melakukan fitoremediasi. Proyek ini menghasilkan sebuah desain sistem lahan basah buatan kontinyu yang efektif dan aplikatif untuk penanganan pencemaran minyak bumi di perairan tawar.

Kata kunci: Fitoremediasi, *Lemna minor*, minyak bumi *light*, *oil spill dispersant*, sistem lahan basah buatan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, perulisan 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

*MARSHANDA CAESARIA. Treatment Design for Freshwater Contaminated by Light Crude Oil Using Phytoremediation with Lemna minor. Supervised by ANAS MIFTAH FAUZI.*

*Light crude oil spills pose a significant environmental problem in freshwater, necessitating an effective and integrated treatment method. This design project aims to design a treatment system for freshwater contaminated with light crude oil by integrating the addition of a Bio-Oil Spill Dispersant (Bio OSD) and the phytoremediation process using Lemna minor in a pilot-scale constructed wetland system. An experimental method with an engineering design approach was employed, encompassing exploration, problem definition, ideation, prototype development, and validation phases. The constructed wetland system was designed with two treatments, with and without the addition of Bio OSD, to evaluate its effectiveness. The results indicate that the constructed wetland system with Lemna minor effectively reduced hydrocarbon and organic compound contaminant levels, as demonstrated by the decrease in Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) and Chemical Oxygen Demand (COD) parameters to meet quality standards within a 4-day residence time. Although the addition of Bio OSD was toxic and initially inhibited the growth of Lemna minor, the plant demonstrated adaptability and still performed phytoremediation. This project results in an effective and applicable design for a continuous constructed wetland system to treat crude oil contamination in freshwater.*

**Keywords:** Constructed wetland, Lemna minor, light crude oil, oil spill dispersant, phytoremediation



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 2025  
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.*



**DESAIN PENANGANAN AIR TAWAR TERCEMAR MINYAK  
BUMI JENIS *LIGHT* DENGAN PROSES FITOREMEDIASI  
MENGGUNAKAN TANAMAN *Lemna minor***

**MARSHANDA CAESARIA**

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, perulisan 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.

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, perulisan 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.

Tim Pengaji pada Ujian Tugas Akhir:

Prof. Dr. Ir. Tajuddin Bantacut, M.Sc.

2 Prof. Dr. Ono Suparno, S.T.P., M.T.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, perulisan 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

: Desain Penanganan Air Tawar Tercemar Minyak Bumi  
Jenis *Light* Dengan Proses Fitoremediasi Menggunakan  
Tanaman *Lemna minor*

: Marshanda Caesaria  
: F3401211015

Nama  
NIM

@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 keperluan pendidikan, penelitian, perulisan 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.

Disetujui oleh



Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng.

Diketahui oleh



Ketua Departemen:

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



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, penerjemahan, penyusunan laporan, penulisan kritis 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 Subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga laporan akhir Proyek Desain Utama (*capstone*) ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Bulan Februari 2025 hingga Bulan Juli 2025 yaitu “Desain Penanganan Air Tawar Tercemar Minyak Bumi Jenis *Light* Menggunakan Proses Fitoremediasi Dengan Tanaman *Lemna minor*”. Penyusunan laporan ini dilakukan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi di Program Sarjana di Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan tersusun atas bimbingan dan kerja sama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ungkapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Orang tua penulis, Bapak Ir. Moh. Agus Mauladi, M.Sc. dan Ibu Dra. Inka Yanti, yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis selama masa perkuliahan, serta kakak penulis, Kak Sasaki dan Kak Ica, yang turut memberikan dukungan dan perhatian selama pelaksanaan Proyek Desain Utama (*Capstone*) ini.
2. Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng., Prof. Dr. Ir. Mohammad Yani M. Eng., IPM, dan Prof. Dr. Ono Suparno, S.TP., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama pelaksanaan Proyek Desain Utama (*Capstone*) ini.
3. Ibu Ir. Dwi Febriantini, M.T., selaku pembimbing lapang selama penelitian di PT. Pertamina (Persero) *Research and Technology Innovation*.
4. PT. Pertamina (Persero) *Research and Technology Innovation, Surfactant and Bioenergy Research Center* (SBRC), dan Kedaireka yang telah memfasilitasi penelitian.
5. Seluruh Dosen, Tenaga Pendidik, Teknisi, Laboran Departemen TIN, dan Tenaga Pendidik Rumah Kaca Departemen Teknik Mesin dan Biosistem (TMB) yang telah mengajarkan banyak hal dan memfasilitasi penulis sampai dapat menempuh gelar sarjana di Institut Pertanian Bogor.
6. Devia Nur Fauziah, Salsabila Khalishah Indrayanto, Ferry Fernando, Ichsan Kamil, dan Erizka Febiazni selaku rekan kelompok proyek penelitian.
7. CRB, P2N, Sensi, BPH Simpul Karya dan BBgurls selaku sahabat penulis yang selalu memberikan dukungan selama masa perkuliahan.
8. Seluruh sahabat dan teman yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.
9. Jennie, Lisa, Chaeyoung, Jisoo, dan LANY selaku idola penulis yang karya nya selalu menemani penulis dalam penyusunan laporan ini.

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

Bogor, Juli 2025

*Marshanda Caesaria*



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	11
DAFTAR GAMBAR	11
DAFTAR LAMPIRAN	11
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    Pencemaran Minyak Bumi	16
2.2    Oil Spill Dispersant (OSD)	17
2.3    Proses Fitoremediasi	17
2.4    Tanaman <i>Lemna minor</i>	18
2.5    Sistem Lahan Basah Buatan	19
III METODE	20
3.1    Waktu dan Tempat	20
3.2    Tahapan Desain Keteknikan	20
3.3    Jenis dan Sumber Data	24
3.4    Metode Pengumpulan dan Pengolahan Data	24
3.5    Analisis Data	27
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1    Hasil Eksplorasi dan Verifikasi Permasalahan	29
4.2    Hasil Ideasi	29
4.3    Pengembangan Prototipe	43
4.4    Validasi Prototipe	53
V SIMPULAN DAN SARAN	54
5.1    Simpulan	54
5.2    Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	58
RIWAYAT HIDUP	75

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian, perulisan 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.