

- 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.

ANALISIS EFEKTIVITAS *OIL SPILL DISPERSANT* DALAM PENANGGULANGAN TUMPAHAN MINYAK DI PERAIRAN LAUT

AULIA SUNDARI



**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Efektivitas *Oil Spill Dispersant* dalam Penanggulangan Tumpahan Minyak di Perairan Laut” 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 tesis ini.

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

Bogor, Juli 2025

Aulia Sundari
P0502211052

- 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.

RINGKASAN

AULIA SUNDARI. Analisis Efektivitas *Oil Spill Dispersant* dalam Penanggulangan Tumpahan Minyak di Perairan Laut. Dibimbing oleh MOH YANI dan ANAS MIFTAH FAUZI.

Tumpahan minyak di perairan laut merupakan salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang berdampak signifikan terhadap ekosistem laut dan aktivitas manusia. Salah satu metode penanggulangan yang banyak digunakan adalah aplikasi *Oil Spill Dispersant* (OSD), yaitu bahan kimia yang berfungsi untuk memecah lapisan minyak menjadi droplet kecil agar terdispersi dalam kolom air. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas Bio-OSD yang diformulasikan dari olein sawit sebagai alternatif dispersan ramah lingkungan dibandingkan Non-Bio OSD komersial, dengan mempertimbangkan aspek fisikokimia dan kriteria keberlanjutan.

Penelitian dilakukan secara *ex-situ* melalui simulasi laboratorium menggunakan air laut alami yang dikontaminasi minyak mentah. Perlakuan remediasi menggunakan variasi rasio dispersan terhadap minyak (*Dispersant-to-Oil Ratio* atau DOR) yaitu 0,1:1; 0,25:1; 0,5:1; dan 1:1. Parameter yang diamati meliputi efisiensi dispersi, ukuran droplet, kualitas air (DO, pH, TDS, dan COD), serta analisis senyawa hidrokarbon menggunakan GC-MS. Penilaian menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan alternatif terbaik berdasarkan kriteria efektivitas, biaya, ketersediaan bahan baku, dan keamanan lingkungan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Bio-OSD pada DOR 0,25:1 menghasilkan efektivitas tertinggi (62,79%), ukuran droplet lebih kecil dibandingkan Non-Bio OSD. Berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021, nilai pH pasca remediasi telah memenuhi baku mutu. Analisis GC-MS menunjukkan penurunan kelimpahan senyawa hidrokarbon. Bio-OSD menunjukkan efektivitas penurunan rantai sedang (C10-C19) lebih tinggi. Non-Bio OSD menunjukkan efektivitas lebih tinggi dalam menurunkan hidrokarbon rantai panjang. Penurunan kelimpahan diindikasikan karena terdapat efek sinergi oleh aktivitas mikroorganisme pada air laut alami yang berperan dalam proses biodegradasi.

Hasil AHP menunjukkan Bio-OSD dipilih sebagai alternatif terbaik karena memiliki nilai tertinggi pada kriteria efektivitas dan keamanan lingkungan, serta mendukung penggunaan bahan baku lokal. Bio-OSD memiliki potensi untuk diterapkan dalam strategi penanggulangan tumpahan minyak yang adaptif, efisien, dan ramah lingkungan, sekaligus mendukung peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) dalam sektor lingkungan dan energi.

Kata kunci : Efektivitas dispersan, olein sawit, kualitas air, *oil spill dispersant*, remediasi



SUMMARY

AULIA SUNDARI. Analysis of the Effectiveness of Oil Spill Dispersants in Mitigating Marine Oil Spills. Supervised by MOH YANI and ANAS MIFTAH FAUZI.

Oil spills in marine environments represent a major form of environmental pollution with significant impacts on marine ecosystems and human activities. One of the most commonly used mitigation methods is the application of Oil Spill Dispersants (OSDs), which are chemical agents designed to break oil slicks into smaller droplets, allowing them to disperse into the water column. This study aims to evaluate the effectiveness of a Bio-OSD formulated from palm olein as an environmentally friendly alternative to commercial Non-Bio OSD, taking into account physicochemical properties and sustainability criteria.

The research was conducted ex-situ through laboratory simulations using natural seawater contaminated with crude oil. Remediation treatments employed varying Dispersant-to-Oil Ratios (DORs) of 0.1:1, 0.25:1, 0.5:1, and 1:1. Observed parameters included dispersion efficiency, droplet size, water quality parameters (DO, pH, TDS, and COD), and hydrocarbon compound analysis using Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS). The Analytical Hierarchy Process (AHP) method was used to determine the most suitable alternative based on effectiveness, cost, raw material availability, and environmental safety.

The results showed that Bio-OSD at a DOR of 0.25:1 performed the highest dispersion efficiency (62.79%) and produced smaller droplet sizes than Non-Bio OSD. According to Government Regulation No. 22 of 2021, post-remediation pH levels met the seawater quality standards. GC-MS analysis indicated a decrease in hydrocarbon abundance, with Bio-OSD demonstrating higher effectiveness in degrading medium-chain hydrocarbons (C10–C19), while Non-Bio OSD was more effective in dispersed long-chain hydrocarbons. The reduction in hydrocarbon abundance is attributed to a synergistic effect involving natural seawater microorganisms contributing to the biodegradation process.

The AHP analysis showed that Bio-OSD was the most favorable alternative due to its highest score in the effectiveness and environmental safety criteria, while supporting the use of locally sourced raw materials. Bio-OSD holds great potential to be adopted as a sustainable, adaptive, and environmentally responsible strategy for marine oil spill mitigation, while contributing to enhancing domestic content (TKDN) in the environmental and energy sectors.

Keywords: *dispersant effectiveness, oil spill dispersant, palm olein, seawater quality, remediation*



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.

PEMANFAATAN *OIL SPILL DISPERSANT* DALAM PENANGGULANGAN TUMPAHAN MINYAK DI PERAIRAN SECARA KIMIA FISIK

AULIA SUNDARI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan

**ILMU PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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.



Judul Tesis : Analisis Efektivitas *Oil Spill Dispersant* dalam Penanggulangan
Tumpahan Minyak di Perairan Laut

Nama : Aulia Sundari

NIM : P0502211052

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Moh. Yani, M.Eng



Pembimbing 2:

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



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Hadi Susilo Arifin, M.S.

NIP 195911061985011001



Dekan Sekolah Pascasarjana:

Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop.

NIP 197003291996081001



Tanggal Ujian: 29 Juli 2025

Tanggal lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas karunia dan rahmat-Nya, sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Judul yang dipilih dalam penelitian tesis yang dilaksanakan sejak bulan September 2023 sampai bulan September 2024 ini ialah “Pemanfaatan *Oil Spill Dispersant* dalam Penanggulangan Tumpahan Minyak di Perairan Secara Kimia Fisik” ini berhasil diselesaikan. Tesis ini merupakan salah satu syarat dalam penyelesaian studi Magister di Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (PSL), Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Moh. Yani, M.Eng dan Prof. Dr. Ir. Anas Miftah Fauzi, M.Eng. selaku pembimbing tugas akhir yang telah mengarahkan serta membimbing selama penulisan karya ilmiah ini.
2. Prof. Dr. Ir. Hadi Susilo Arifin, M.S. dan Prof. Dr. Efi Yulianti Yovi, S.Hut, M.Life.Env.Sc. selaku Ketua dan Sekretaris Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (PSL), serta jajarannya Subur, S.E. dan Herlin Anggreayani, S.P. yang telah membimbing dan memberikan banyak kemudahan dalam penyelesaian pendidikan magister ini.
3. Orangtua terkasih, yaitu Wardi dan Sri Mulat, serta adik tersayang, yaitu M. Ilham Adi Yoga, yang telah menjadi motivasi dalam penyelesaian karya ilmiah ini.
4. Sahabat sejawat Ummi Sajidah dan Refina Mahargita yang selalu memberikan dukungan selama pendidikan magister ini.
5. Rekan-rekan satu tim OSD serta rekan-rekan pascasarjana PSL yang telah banyak memberikan dukungan dan semangat dalam penelitian ini.

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

Bogor, Juli 2025

Aulia Sundari



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.6 Kerangka Pikir Penelitian	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian dan Karakteristik Minyak Bumi	5
2.2 Sifat Minyak Bumi di Perairan	6
2.3 Limbah Minyak Bumi sebagai Limbah B3	7
2.4 Pencemaran Minyak Bumi	8
2.5 <i>Oil Spill Dispersant</i>	9
METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Jenis dan Sumber Data	11
3.4 Analisis Sifat Fisiko-Kimia Bio-OSD dan Non-Bio OSD	11
3.5 Analisis Efektivitas Bio-OSD dan Non-Bio OSD	12
3.6 Analisis Uji Kinerja Bio-OSD dan Non-Bio OSD	13
3.7 Analisis Ukuran Droplet	14
3.8 Rancangan Penelitian	15
3.9 Analisis Strategi Pemilihan OSD dalam Penanggulangan Tumpahan Minyak	15
HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Karakteristik sifat fisiko-kimia produk <i>Oil Spill Dispersant</i> (OSD)	18
4.2 Efektivitas Dispersan (<i>EPA Swirling Flask Test</i>)	20
4.3 Analisis Uji Kinerja <i>Oil Spill Dispersant</i>	23
4.4 Analisis Ukuran Droplet Minyak	38
4.5 Analisis AHP Pemilihan OSD dalam Penanggulangan Tumpahan Minyak	41
4.6 Strategi Pemilihan <i>Oil Spill Dispersant</i> dalam Penanggulangan Tumpahan Minyak di Perairan	51
SIMPULAN & SARAN	53
5.1 Simpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	61

DAFTAR TABEL

1	Komponen organik dalam minyak bumi (Speight 2014).	5
2	Klasifikasi minyak bumi berdasarkan nilai API <i>gravity</i> dan <i>specific gravity</i> (Dahhan dan Mahmood 2019).	6
3	Matriks data, sumber data, metode/analisis, dan tujuan penelitian	12
4	Parameter uji dan metode analisis yang digunakan	12
5	Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap	15
6	Skala penilaian perbandingan berpasangan	16
7	Karakteristik sifat fisiko-kimia produk OSD	18
8	Hasil uji efektivitas dispersan Bio-OSD dan Non-Bio OSD	21
9	Analisis parameter lingkungan pada blanko air laut, air laut dengan tumpahan minyak dan air laut dengan OSD	24
10	Komposisi relatif area (%) hidrokarbon rantai rendah (C1-C9) pada sampel kontrol dan setelah perlakuan dispersan	36
11	Komposisi relatif area (%) hidrokarbon rantai sedang (C10-C19) pada sampel kontrol dan setelah perlakuan dispersan	37
12	Komposisi relatif area (%) hidrokarbon berat (C>20) pada sampel kontrol dan setelah perlakuan dispersan	38
13	Ahli pakar dalam analisis perbandingan berpasangan	41
14	Karakteristik responden dalam analisis AHP	42
15	Definisi kriteria pemilihan OSD dalam tumpahan minyak	44
16	Definisi subkriteria pemilihan OSD dalam tumpahan minyak	44
17	Peringkat nilai kriteria penilaian AHP	44
18	Peringkat nilai subkriteria dari kriteria efektivitas dispersan	45
19	Peringkat nilai subkriteria dari kriteria biaya	46
20	Peringkat nilai subkriteria dari ketersediaan bahan baku	46
21	Peringkat nilai subkriteria dari aman bagi lingkungan	47
22	Peringkat nilai alternatif dari subkriteria stabilitas dispersi dan perubahan senyawa hidrokarbon	48
23	Peringkat nilai alternatif dari subkriteria biaya produksi dan harga jual	49
24	Peringkat nilai alternatif dari subkriteria ketersediaan bahan baku dipasar lokal dan ketergantungan pada impor	49
25	Peringkat nilai alternatif dari subkriteria kualitas air pasca remediasi dan toksisitas pada biota laut	50
26	Skor alternatif pemilihan OSD dalam penanggulangan tumpahan minyak di perairan	52

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka Pikir Penelitian	4
2	Ilustrasi cara kerja Oil spill dispersant.	10
3	Desain reaktor penelitian	14
4	Hirarki strategi pemilihan osd dalam penanggulangan tumpahan minyak di perairan	17
5	Nilai absorbansi <i>crude oil</i> dengan Bio-OSD pada 340, 370, dan 400 nm	20



6	Nilai absorbansi <i>crude oil</i> dengan Non-Bio OSD pada 340, 370, dan 400 nm	21
7	Efektivitas dispersan Bio-OSD dan Non-Bio OSD terhadap medium <i>crude oil</i>	22
8	Perubahan nilai COD pada air laut setelah pencampuran dengan produk Bio-OSD selama pengamatan diberbagai variasi DOR. Data COD telah dikurangi dengan nilai COD dari produk Bio-OSD.	25
9	Perubahan nilai COD pada air laut setelah penampuran dengan produk Non-Bio OSD selama pengamatan diberbagai variasi DOR. Data COD telah dikurangi dengan nilai COD dari produk Non-Bio OSD.	26
10	Laju dispersi produk Bio-OSD selama waktu pengamatan	27
11	Laju dispersi produk Non-Bio OSD selama waktu pengamatan	28
12	Perubahan nilai DO pada produk Bio-OSD selama waktu pengamatan	29
13	Perubahan nilai DO pada produk Non-Bio OSD selama waktu pengamatan	30
14	Perubahan nilai pH pada produk Bio-OSD dan Non-Bio OSD selama waktu pengamatan	32
15	Perubahan nilai TDS pada produk Bio-OSD dan Non-Bio OSD waktu pengamatan	34
16	Kromatogram GCMS pada sampel <i>crude oil</i>	35
17	Kromatogram profil hidrokarbon setelah perlakuan: (A) Bio-OSD (B) Non-Bio OSD	35
18	Hasil analisis ukuran droplet pada awal dan akhir pengamat	39
19	Droplet minyak hasil dispersi Bio-OSD (a) DOR 0,1:1 (b) DOR 0,25:1 (c) DOR 0,5:1 (d) DOR 1:1	40
20	Droplet minyak hasil dispersi Non-Bio OSD (a) DOR 0,1:1 (b) DOR 0,25:1 (c) DOR 0,5:1 (d) DOR 1:1	40

DAFTAR LAMPIRAN

1	Prosedur kerja pengujian efektivitas dispersan (ASTM F2059-17)	62
2	Standar baku mutu air laut menurut PP No. 21 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	63
3	Hasil uji ANOVA pada efektivitas dispersan	64
4	Hasil uji Tukey pada efektivitas dispersan	64
5	Hasil uji ANOVA pada parameter pH setelah aplikasi dispersan	64
6	Hasil uji Tukey pada parameter pH setelah aplikasi dispersan	64
7	Hasil uji ANOVA pada parameter COD setelah aplikasi dispersan	65
8	Hasil uji Tukey pada parameter COD setelah aplikasi dispersan	65
9	Hasil uji ANOVA pada parameter DO setelah aplikasi dispersan	65
10	Hasil uji Tukey pada parameter DO setelah aplikasi dispersan	65
11	Hasil uji ANOVA pada parameter TDS setelah aplikasi dispersan	66
12	Hasil uji Tukey pada parameter TDS setelah aplikasi dispersan	66
13	Foto sampel selama masa pengamatan	66
14	Kuesioner strategi pemilihan OSD dalam penanggulangan tumpahan minyak	67