

**BIOREMEDIASI TANAH TERCEMAR  
HIDROKARBON LIMBAH OLI MENGGUNAKAN  
*Pseudomonas aeruginosa* DAN *BIOSTIMULANT*  
ORGANIC WASTE (BOW)**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagai persyaratan  
Mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Disusun oleh  
Gilang Cahya  
NIM. 19106040012

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UIN SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2024**



## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1542/Un.02/DST/PP.00.9/08/2024

Tugas Akhir dengan judul : Bioremediasi Tanah Tercemar Hidrokarbon Limbah Oli menggunakan Pseudomonas aeruginosa dan Biostimulan Organic Waste(BOW)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : GILANG CAHYA  
Nomor Induk Mahasiswa : 19106040012  
Telah diujikan pada : Rabu, 31 Juli 2024  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 66c7ea51e07b0



Penguji I

Siti Aisah, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 66c3d079e2d08



Penguji II

Agessty Ika Nurlita, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 66c695a1a73d7



Yogyakarta, 31 Juli 2024  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 66c7fc4f90384

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 20 Agustus 2024



**Gilang Cahya**  
19106040012

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Kepada:

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
Di Yogyakarta

*Assalamualaikum wr.wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka saya selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Gilang Cahya

NIM : 19106040012

Judul Skripsi : Bioremediasi Tanah Tercemar Hidrokarbon Limbah Oli menggunakan *Pseudomonas aeruginosa* dan *Biostimulant Organic Waste (BOW)*

Sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Biologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang sosial.

Dengan ini saya berharap agar skripsi tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya saya ucapkan terimakasih.

Yogyakarta, 18 Juli 2024

Pembimbing,



Dr. Arifah Khusnuryani, S.Si., M.Si.

NIP. 19750515 200003 2 001

## PERSEMBAHAN

*Bismillahirrahmanirrahim,*

Penulis persembahkan karya ini kepada:

Diri pribadi, Orang Tua, Keluarga

dan

Almamater UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya..."  
(Q.S Al Baqarah: 286)

"Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan bersama  
kesempitan, dan kesulitan bersama kemudahan." -HR Tirmidzi





## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, Penulis akhirnya dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Bioremediasi Tanah Tercemar Hidrokarbon Limbah Oli menggunakan *Pseudomonas aeruginosa* dan *Biostimulant Organic Waste (BOW)*”**. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta umat muslim yang mengikuti ajaran hingga akhir jaman.

Dalam penyusunan skripsi ini Penulis banyak mengalami hambatan, namun berkat bantuan, bimbingan, dan kerjasama dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Dengan penuh kerendahan hati dan rasa hormat Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof., Dr., Dra., Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Najda Rifqiyati, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
3. Ibu Dr. Arifah Khusnuryani, M.Si. selaku dosen pembimbing skripsi atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada Penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Ibu Siti Aisah, S.Si., M.Si. dan Ibu Agesty Ika Nurlita, M.Si. selaku dosen penguji.
5. Orang tua dan keluarga yang selalu mendukung selalu serta mendoakan saya agar dipermudah dalam pengerjaan skripsi ini.
6. Dosen-dosen Program Studi Biologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
7. Kepala Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

8. Ibu Ethik Susiawati P, S.Si., M.Si. selaku PLP Pendamping yang telah membantu mempersiapkan kebutuhan penelitian sehingga skripsi ini bisa diselesaikan.
9. Teman-teman yang sudah membantu Penulis dalam mengambil data penelitian

Terimakasih Penulis juga haturkan untuk semua pihak yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu. Akhir kata Penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna, Penulis masih melakukan kesalahan dalam penyusunan skripsi. Oleh karena itu, Penulis meminta maaf yang sedalam-dalamnya atas kesalahan yang dilakukan Penulis.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik. Kebenaran datangnya dari Allah dan kesalahan datangnya dari diri Penulis. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan Rahmat dan Ridho-Nya kepada kita semua.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Penulis



**Bioremediasi Tanah Tercemar Hidrokarbon Limbah Oli menggunakan  
*Pseudomonas aeruginosa* dan *Biostimulant Organic Waste* (BOW)**

Gilang Cahya  
19106040012

**Abstrak**

Tanah tercemar hidrokarbon limbah oli banyak terjadi pada bengkel dengan sistem pengolahan limbah yang kurang baik. Bioremediasi menggunakan *Pseudomonas aeruginosa* dan *Biostimulant Organic Waste* (BOW) potensial menjadi metode untuk mengurangi kadar hidrokarbon pada tanah yang tercemar. *Pseudomonas aeruginosa* yang ditumbuhkan pada *Nutrient Broth* diaplikasikan langsung pada tanah tercemar, sedangkan BOW yang dihasilkan dari limbah buah-buahan digunakan sebagai sumber nutrisi *Pseudomonas aeruginosa* dengan variasi pemberian 0%, 15%, 30%, dan 50%. Proses bioremediasi berlangsung selama 40 hari. Setiap 10 hari dilakukan pengukuran pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*, total mikroba, dan kadar *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan BOW belum memenuhi standart mutu dengan hanya memiliki N 0,54%; P 0,58%; K 0,37%. Walaupun begitu, penambahan BOW tetap dapat digunakan sebagai nutrisi mikroba untuk mempercepat proses pertumbuhan. *Pseudomonas aeruginosa* pada hari ke-10 mengalami pertumbuhan lebih tinggi dibandingkan mikroba total, ini menunjukkan bahwa *Pseudomonas aeruginosa* memiliki proses adaptasi yang lebih baik. Pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* dan mikroba total tertinggi pada akhir bioremediasi (hari ke-40) terdapat pada pemberian BOW 50% yaitu sebanyak  $2,02 \times 10^8$  CFU/mL dan  $2,45 \times 10^{12}$  CFU/mL. Hasil tersebut didukung dengan kondisi lingkungan, yaitu rentang suhu 29-31 °C, kadar air 12-55% dan pH .6,8-7,1 sehingga dapat menurunkan kadar TPH hingga 0,6 %. *Pseudomonas aeruginosa* memiliki proses adaptasi yang cepat pada lingkungan yang tercemar hidrokarbon, kemudian pemberian BOW dengan kadar 50% dapat menjadi stimulan yang baik bagi pertumbuhan mikroba.

*Kata kunci:* Bioremediasi, biostimulan, hidrokarbon, *Pseudomonas aeruginosa*, *total petroleum hydrocarbon*

## **Bioremediation of Polluted Soil Hydrocarbons Oil Waste using *Pseudomonas aeruginosa* and Biostimulant Organic Waste (BOW) Manufactured**

Gilang Cahya  
19106040012

### **Abstract**

Soil polluted by hydrocarbons of oil waste often occurs in workshops with poor waste treatment systems. Bioremediation using *Pseudomonas aeruginosa* and Biostimulant Organic Waste (BOW) could potentially be a method of reducing hydrocarbon levels in contaminated soil. *Pseudomonas aeruginosa* struck in Nutrient Broth is applied directly to contaminated soil, while BOW produced from fruit waste is used as a source of nutrition for *Pseudomonas aeruginosa* with yield variations of 0%, 15%, 30%, and 50%. The bioremediation process lasts for 40 days. Every 10 days a growth measurement of *Pseudomonas aeruginosa*, total microbes, and Total Petroleum Hydrocarbon levels is performed. (TPH). The results of the research show that the BOW content has not yet met the quality standard with only N 0.54%; P 0.58%; K 0.37%. Nevertheless, the addition of BOW can still be used as a microbial nutrient to accelerate the growth process. *Pseudomonas aeruginosa* and total microbes at the end of the bioremediation (day 40) was found at the administration of 50% BOW, which is  $2,02 \times 10^8$  CFU/mL and  $2,45 \times 10^{12}$  CFU/mL. These results are supported by environmental conditions, namely the temperature range 29-31 °C, the water level 12-55% and the pH 6,8-7,1 so it can lower the level of TPH to 0.6%.

**Keywords:** Bioremediation, biostimulants, hydrocarbons, *Pseudomonas aeruginosa*, total petroleum hydrocarbons

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME</b> .....	<b>iii</b>
<b>SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Bekalang.....	1
B. Rumusan Masalah .....	4
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
A. Kendaraan Bermotor di Indonesia.....	7
B. Oli Bekas .....	9
C. Senyawa Hidrokarbon .....	10
D. Tanah .....	13
1. Sifat Fisik Tanah.....	14
2. Sifat Kimia Tanah .....	15
3. Sifat Biologi Tanah .....	16
E. Bioremediasi.....	16
F. <i>Biostimulant Organic Waste (BOW)</i> .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>21</b>
A. Waktu dan Tempat .....	21
B. Alur Penelitian.....	21
C. Alat dan Bahan .....	22

1.	Alat.....	22
2.	Bahan .....	22
D.	Prosedur Penelitian.....	22
1.	Pengambilan Sampel Tanah Tercemar Limbah Oli Bekas .....	22
2.	Pembuatan <i>Biostimulant Organic Waste</i> (BOW) .....	23
3.	Pembuatan Biakan Cair <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	24
4.	Proses Bioremediasi.....	24
5.	Pengenceran Sampel Tanah Tercemar Hidrokarbon Limbah Oli.....	25
6.	Penghitungan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> menggunakan <i>Spread Plate Method</i> .....	25
7.	Penghitungan Total Mikroba menggunakan <i>Spread Plate Method</i> .....	26
8.	Pengukuran Total Petroleum Hidrokarbon (TPH).....	26
10.	Pengukuran Parameter Suhu dan pH Tanah .....	28
11.	Pengujian NPK <i>Biostimulant Organic Waste</i> (BOW).....	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>32</b>
A.	Pengambilan Sampel Tanah Tercemar.....	32
B.	Hasil Pembuatan <i>Biostimulant Organic Waste</i> (BOW) .....	32
C.	Hasil Analisa Bioremediasi Tanah Tercemar Hidrokarbon Limbah Oli Bekas Menggunakan <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dan <i>Biostimulant Organic Waste</i> (BOW).....	33
1.	Analisa bioremediasi secara fisika.....	33
2.	Analisa bioremediasi secara kimia.....	37
3.	Analisa bioremediasi secara biologi .....	39
D.	<i>Total Petroleum Hydrocarbon</i> (TPH) .....	46
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>51</b>
A.	Kesimpulan.....	51
B.	Saran.....	52
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>53</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b>	Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit) tahun 2019-2021.....	8
<b>Tabel 2.</b>	Kandungan <i>Biostimulant Organic Waste</i> (BOW) dari limbah buah-buahan.....	32
<b>Tabel 3.</b>	Persyaratan Teknis Minimal Mutu Pupuk Organik Cair Berdsarkan Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261 tahun 2019...	33



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b>	Struktur hidrokarbon alifatik (a), Struktur hidrokarbon alisiklik (b), Struktur hidrokarbon aromatik (c).....	11
<b>Gambar 2.</b>	Struktur Hidrokarbon Aromatik Polisiklik (HAP) .....	11
<b>Gambar 3.</b>	Suhu sampel tanah tercemar oli bekas selama 40 hari perlakuan <i>biostimulant organic waste</i> (n=10).....	34
<b>Gambar 4.</b>	Kadar Air Sampel Tanah tercemar oli bekas selama 40 hari perlakuan <i>biostimulant organic waste</i> (n=10).....	36
<b>Gambar 5.</b>	Kadar pH tanah per 10 hari selama 40 hari (n=10).....	38
<b>Gambar 6.</b>	Dinamika jumlah <i>Pseudomonas aeruginosa</i> pada tanah tercemar hidrokarbon selama proses bioremediasi menggunakan BOW.....	40
<b>Gambar 7.</b>	Dinamika Jumlah total mikroba pada tanah tercemar hidrokarbon selama proses bioremediasi menggunakan BOW..	44
<b>Gambar 8.</b>	Grafik <i>Total Petroleum Hydrocarbon</i> (%) sampel tanah tercemar oli/hidrokarbon pada berbagai perlakuan BOW.....	47



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Hasil Pengujian Suhu .....	57
<b>Lampiran 2.</b> Hasil Pengujian Kadar Air .....	57
<b>Lampiran 3.</b> Hasil Pengujian pH .....	57
<b>Lampiran 4.</b> Hasil Penghitungan Jumlah <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	58
<b>Lampiran 5.</b> Hasil Penghitungan Jumlah Total Mikroba .....	58
<b>Lampiran 6.</b> Hasil Pengujian Kadar TPH .....	58
<b>Lampiran 7.</b> Dokumentasi Pengujian Jumlah <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	59
<b>Lampiran 8.</b> Dokumentasi Pengujian Jumlah Total Mikroba .....	64



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kebutuhan akan energi fosil bagi manusia semakin hari semakin meningkat. Ketersediaan energi dari fosil tersebut sangat terbatas. Penggunaan energi fosil yang dilakukan secara terus-menerus tersebut juga dapat menimbulkan efek buruk bagi lingkungan. Salah satu penggunaan energi fosil yang cukup besar yaitu digunakan untuk bahan bakar dan pelumas kendaraan bermotor (Amin *et al.*, 2018) Saat ini kendaraan bermotor menjadi bagian penting bagi aktivitas manusia baik untuk kepentingan sehari-hari maupun untuk kepentingan industri, maka dari itu tidak heran apabila terjadi peningkatan jumlah kendaraan yang cukup besar demi memenuhi kebutuhan transportasi dan kegiatan industrial tersebut.

Berdasarkan data terakhir yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2023, jumlah kendaraan bermotor mulai dari jenis sepeda motor, mobil penumpang, mobil bus, dan mobil barang mengalami peningkatan total sebesar 8.375.561 juta selama rentang tahun 2019 hingga 2021. Peningkatan ini tentunya menjadikan oli sebagai salah satu produk dari energi fosil yang semakin banyak digunakan, yang tentunya hal ini akan mengakibatkan banyaknya limbah oli bekas (Wagiono *et al.*, 2022)

Oli merupakan minyak pelumas kendaraan untuk mengurangi kerusakan pada mesin akibat adanya gesekan, panas dan karat. Oleh karena itu, oli menjadi penting bagi kendaraan bermotor dan akan dibutuhkan secara terus-menerus agar mesin kendaraan tetap layak jalan. Rata-rata oli diganti setiap pemakaian 3000-5000 kilometer atau satu bulan sekali tergantung pemakaian. Jadi, bisa dibayangkan limbah oli yang dihasilkan setiap bengkel kendaraan bermotor apabila setiap kendaraan harus mengganti oli setiap rata-rata satu bulan sekali. Terlebih lagi apabila hanya bengkel skala kecil dengan prosedur pembuangan limbah oli bekas yang tidak jelas, tentu pembuangan atau sisa limbah oli akan mengotori lingkungan sekitar terutama tanah.

Limbah oli merupakan senyawa *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* (PAH) yang memiliki sifat mutagenik. Sifat tersebut jika tidak dikelola dengan baik sebelum dibuang, maka akan membahayakan lingkungan baik tanah, air, ekosistem ataupun kesehatan manusia (Anggieni *et al.*, 2018). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 101 tahun 2014, limbah pelumas atau oli bekas termasuk ke dalam Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Limbah B3 merupakan zat atau energi sisa yang kandungan di dalamnya dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, dan keberlangsungan makhluk hidup baik secara langsung maupun tidak langsung.

Dampak buruk dari adanya limbah oli bekas dapat dikurangi, salah satunya yaitu dengan teknik bioremediasi. Dalam Peraturan Menteri

Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 6 tahun 2021 tentang Tata Cara Dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun juga disebutkan bahwa teknik bioremediasi dapat digunakan dalam mengelola tanah tercemar hidrokarbon limbah oli dengan maksimal konsentrasi total petroleum hidrokarbon (TPH) sebesar 15%. Bioremediasi merupakan suatu proses perbaikan pada lahan yang rusak atau tercemar dengan cara memanfaatkan fungsi mikroba dalam mendegradasi senyawa-senyawa organik. Pemilihan mikroba dalam proses bioremediasi suatu limbah merupakan hal yang sangat penting. Hal ini dikarenakan untuk dapat mendegradasi komponen penyusun limbah oli dibutuhkan mikroba yang spesifik (Azteria & Gani, 2020).

Biostimulasi merupakan salah satu metode bioremediasi yang banyak digunakan dalam mengatasi lahan tercemar. Biostimulasi adalah proses penambahan suatu nutrisi dan oksigen ke dalam suatu situs atau tempat yang tercemar yang bertujuan untuk mendukung pertumbuhan dan aktivitas bakteri yang ada di dalam tempat tercemar itu. (Abdillah *et al.*, 2018) melakukan bioremediasi lahan tercemar minyak bumi menggunakan agen biostimulan yang dikombinasikan dengan limbah buah dan sayur atau bisa disebut dengan *Biostimulant Organic Waste* (BOW). Salah satu agen biostimulan yang digunakan pada penelitian tersebut adalah EM4 yang ditambahkan dengan urine kelinci. Urine kelinci memiliki kandungan nitrogen yang tinggi sehingga mampu untuk meningkatkan kadar nitrogen pada *biostimulant organic waste* (BOW).

Hasil dari proses penambahan biostimulan yang dilakukan ternyata mampu menurunkan jumlah hidrokarbon terlarut tanah sebesar 94,60% pada penambahan biostimulasi sebesar 15%. Penggunaan dekomposer berfungsi untuk membantu proses pembusukan limbah organik agar lebih cepat dan memperkaya unsur hara. Penelitian menggunakan dekomposer jenis M21 yang dilakukan oleh (Agus *et al.*, 2022) ternyata mampu meningkatkan unsur hara P dan K sedikit lebih tinggi daripada jika menggunakan dekomposer jenis EM4. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Shofiandi & Ratni, 2021) tentang bioremediasi tanah tercemar hidrokarbon menunjukkan bahwa biostimulasi dengan nutrisi NPK mampu menurunkan *total petroleum hydrocarbon* (TPH) menjadi 6,80% pada penambahan biostimulasi 20% dari analisa TPH awal sebesar 10,00%.

Berdasarkan penelitian tersebut dapat dikatakan bahwa biostimulasi, pemilihan dekomposer dan jumlah unsur hara berpengaruh dalam menurunkan hidrokarbon pada tanah. Walaupun begitu, dari kedua penelitian sebelumnya, bahan biostimulan belum efektif untuk mendegradasi senyawa hidrokarbon hingga mencapai ambang baku mutu yaitu  $\leq 1\%$ . Oleh karena itu pada penelitian ini akan diujikan kemampuan bioremediasi tanah tercemar hidrokarbon limbah oli bekas menggunakan *Biostimulan Organic Waste* (BOW) dengan dekomposer M21.

## **B. Rumusan Masalah**

1. Berapa kandungan nutrisi (NPK) dalam BOW dari limbah buah-buahan?

2. Bagaimana dinamika faktor fisiko-kimia sampel tanah tercemar oli selama proses bioremediasi menggunakan *Pseudomonas aeruginosa* dan BOW?
3. Bagaimana dinamika pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* dalam sampel tanah tercemar oli menggunakan *Pseudomonas aeruginosa* dan BOW?
4. Bagaimana dinamika total mikroba dalam sampel tanah tercemar oli selama proses bioremediasi menggunakan *Pseudomonas aeruginosa* dan BOW?
5. Berapakah konsentrasi BOW yang terbaik dalam menurunkan TPH sampel tanah tercemar oli?

### **C. Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui kandungan nutrisi (NPK) dalam BOW dari limbah buah-buahan
2. Menjelaskan dinamika faktor fisiko-kimia sampel tanah tercemar oli selama proses bioremediasi menggunakan *Pseudomonas aeruginosa* dan BOW
3. Menjelaskan dinamika pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa* dalam sampel tanah tercemar oli menggunakan *Pseudomonas aeruginosa* dan BOW
4. Menjelaskan dinamika total mikroba dalam sampel tanah tercemar oli selama proses bioremediasi menggunakan *Pseudomonas aeruginosa* dan BOW?



5. Mengetahui konsentrasi BOW yang terbaik dalam menurunkan TPH sampel tanah tercemar oli

#### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam mengurangi bahaya limbah B3 khususnya limbah oli ke lingkungan. Pengolahan limbah oli dengan metode bioremediasi menggunakan *Biostimulan Organic Waste* (BOW) diharapkan dapat menambah literatur tentang pemanfaatan limbah organik sebagai salah satu metode bioremediasi. Selain itu, dengan memanfaatkan pupuk organik cair yang terbuat dari bahan-bahan alami diharapkan juga dapat mengurangi efek pencemaran tanah akibat limbah pelumas (oli) bekas.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. *Biostimulant Organic Waste* (BOW) yang berasal dari limbah buah-buahan dengan penambahan M21 memiliki kandungan N 0,54%; P 0,58%; K 0,37%.
2. Sampel tanah selama proses bioremediasi memiliki rentang suhu 29-31 °C, kadar air 12-55% dan pH 6,8-7,1. Kondisi fisiko-kimia tersebut sesuai bagi proses bioremediasi tanah yang tercemar hidrokarbon.
3. Pertumbuhan *P. aeruginosa* pada semua perlakuan konsentrasi BOW mengalami peningkatan selama proses bioremediasi hingga hari ke-40. Pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan BOW 50%.
4. Jumlah total mikroba menunjukkan peningkatan hingga hari ke-40 proses bioremediasi menggunakan BOW, kecuali pada perlakuan kontrol yang mengalami penurunan jumlah total mikroba mulai hari ke-30. Total mikroba tertinggi terdapat pada perlakuan BOW 50%.
5. Konsentrasi BOW yang terbaik dalam menurunkan TPH sampel tanah tercemar oli yaitu BOW 50% yang mampu menurunkan TPH hingga tersisa 0,6%.

## B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Penelitian dilakukan dengan waktu yang lebih panjang, sehingga dapat diketahui penurunan TPH secara optimal.
2. Formula *biostimulant organic waste* (BOW) yang lebih tepat, sehingga dapat memenuhi standart mutu Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261 tahun 2019.
3. Analisa spesifik terakit jenis-jenis mikroba *indigenous* yang terlibat dalam proses biostimulasi sehingga dapat ditentukan apakah ada mikroba lain yang berpotensi sebagai pendegradasi hidrokarbon

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, H., Cahyarini, N. S., & Mahardhika, M. A. (2018). *Biostimulan Bioremediasi dari Limbah Organik Pasar Sebagai Solusi Pencemaran Limbah Pertambangan Minyak*. Seminar Nasional Teknik Kimia Ecosmart, 56–64.
- Adzini, I. N., Dermawan, D., & Apriani, M. (2019). *Pengaruh Penambahan Bakteri Pseudomonas aeruginosa pada Bioremediasi Total Petroleum Hydrocarbon Penambangan Minyak Bumi Tradisional di Jawa Timur*. Conference Proceeding on Waste Treatment Technology, 2(1), 1–6.
- Agus, P., Restuti, F., & Novita, H. (2022). Protein Kasar dan Lemak Kasar Amofer Tongkol Jagung Menggunakan M21 Dekomposer dan Urea pada Level yang Berbeda. *Baar*, 4(1), 35–40.
- Amin, D., Gaos, Y., & Harahap, S. (2018). *Optimasi Dan Rancang Bangun Destilasi Untuk Pemanfaatan Limbah Oli Bekas Kendaraan*. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 8(2), 76–81. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v8i2.898>
- Amin, R., Madubun, F., & Rahyuni, D. (2020). *Bioremediasi Tanah Terkontaminasi Hidrokarbon Menggunakan Teknik Bioaugmentasi*. *EnviroScienteeae*, 16(2), 318. <https://doi.org/10.20527/es.v16i2.9663>
- Anggieni, R., Lang, D. L., Sulastri, A., Lingkungan, T., Teknik, F., Tanjungpura, U., & Bakteri, K. (2018). *Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Oli Bekas Menggunakan Biokompostng. 1*, 1–10.
- Apriliya, I., Pradana, N. T., & Dewi, A. K. (2020). Eksplorasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Oli Dari Tanah Tercemar Hidrokarbon Dan Rhizosfer Tanaman. *Science Tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 6(2), 9–21. <https://doi.org/10.30738/jst.v6i2.7682>
- Arisanti, D. (2021). Ketersediaan Nitrogen Dan C-Organik Pupuk Kompos Asal Kulit Pisang Goroho Melalui Optimalisasi Uji Kerja Kultur Bal. *Jurnal Vokasi Sains Dan Teknologi*, 1(1), 1–3. <https://doi.org/10.56190/jvst.v1i1.1>
- Awalia, N., & Fitriani, I. N. (2020). Analisis Kadar Nitrogen (N) Dalam Pupuk Npk Reaksi Pt. Petrokimia Gresik Menggunakan Metode in House Dan Sni-Inovasi. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 5(2), 68–72. <https://doi.org/10.31942/inteka.v5i2.3813>
- Azteria, V., & Gani, R. A. (2020). Pengelolaan Limbah Minyak Pelumas Sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran Lingkungan. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 6(2), 178–185. <https://doi.org/10.31289/biolink.v6i2.2725>
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2019-2021*. Bps.Go.Id. <https://www.bps.go.id/indicator/17/57/1/jumlah-kendaraan-bermotor.html>

- Bahmani, F., Ahmad Ataei, S., & Ali Mikaili, M. (2018). The Effect of Moisture Content Variation on the Bioremediation of Hydrocarbon Contaminated Soils: Modeling and Experimental Investigation. *Journal of Environmental Analytical Chemistry*, 05(02). <https://doi.org/10.4172/2380-2391.1000236>
- Dewi, E. R. S., Nurwahayunani, A., Sari, E. L., Nissa, F. K., Septiana, M. A., Andriani, D. R. P., & Azuhro, V. (2024). Teknik Bioremediasi Sekaligus Sebagai Solusi Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Lingkungan: Literatur Review. *Humaniora, Sosial, Dan Bisnis*, 2(1), 125–126.
- Dewi, S. P., Alsakinah, R., Sara, S. A., & Amrina, D. H. (2022). Pajak Lingkungan Sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran Udara Dari Gas Buang Kendaraan Bermotor Di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Ekonomi Dan Pajak*, 2(1), 7–13.
- Shofiandi, D. K., & Ratni, N. (2021). *Bioremediasi Tanah Tercemar Hidrokarbon*.
- Fajar Nugraha, Apridamayanti, P., Kurniawan, H., Fajriaty, I., Nurbaeti, S. N., Pratiwi, L., & Anggraeni, S. (2021). Analisis Kadar Kalium Ekstrak Kombinasi Kulit Pisang (*Musa paradisiaca* L.) dan Kulit Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(6), 846–852. <https://doi.org/10.25026/jsk.v3i6.791>
- Handrianto, P. (2018). Mikroorganisme Pendegradasi Tph (Total Petroleum Hydrocarbon) Sebagai Agen Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi (Review Article) Prasetyo Handrianto. *Jurnal SainHealth*, 2(2).
- Karyati, K., Putri, R. O., & Syafrudin, M. (2018). Suhu Dan Kelembaban Tanah Pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Di Pt Adimitra Baratama Nusantara, Provinsi Kalimantan Timur. *Agrifor*, 17(1), 103. <https://doi.org/10.31293/af.v17i1.3280>
- Kurniawan, A., Wirasembada, Y. C., Ningtyas Razaad, I. M., Novriansyah, A., Rafi, M., & Effendi, A. J. (2018). Hidrokarbon Aromatik Polisiklik pada Lahan Tercemar Limbah Minyak Bumi: Tinjauan Pertumbuhan Mikro-Organisme, Proses Metabolisme dan Biodegradasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 9. <https://doi.org/10.14710/jil.16.1.9-24>
- Lelya, H., Rosimah Lubis, Syafiruddin, Nada, & Arafah. (2023). *RENEWABLE ENERGY: OLI BEKAS SEBAGAI BAHAN BAKAR*. Samudra Biru. <https://books.google.co.id/books?id=r5u4EAAAQBAJ>
- Lutfi, M. (2021). Pemanfaatan Limbah Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar High Speed Diesel (HSD). *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 7(1), 57–62. <https://doi.org/10.32487/jst.v7i1.1121>
- Melati, I. (2020). Teknik Bioremediasi: Keuntungan, Keterbatasan dan Prospek Riset. *Prosiding Seminar Biotik, Rahayu 2005*, 272–286.
- Novanti, R., & Zulaika, E. (2019). Pola Pertumbuhan Bakteri Ureolitik pada Medium Calcium Carbonat Precipitation (CCP). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 2–3. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36187>



- Ojewumi, M. E., Joshua, O. O., Ikotun, J. O., Okeniyi, E. T., Ejemen, V. A., & Popoola, A. P. I. (2018). *Bioremediation: Data on Pseudomonas aeruginosa effects on the bioremediation of crude oil polluted soil*. ELSEVIER.
- Pratiwi, R. S. M., Adriani S, Y., & Taufik, A. (2019). Analisis Variasi Campuran Berat Tanah Humus Dan Kompos Terhadap Penurunan Total Petroleum Hidrokarbon (Tph) Dengan Konsep Bioremediasi Di Pt. Aurora World Cianjur. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 11(1), 24–37. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v11i1.241>
- Prayitno, D., Riyono, J., & Pujiastuti, E. (2021). Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar (Waste Oil As a Fuel). *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMIN)*, 3(2), 188–194. <https://doi.org/10.25105/jamin.v3i2.6951>
- Risna, Y. K., Sri-Harimurti, S.-H., Wihandoyo, W., & Widodo, W. (2022). Kurva Pertumbuhan Isolat Bakteri Asam Laktat dari Saluran Pencernaan Itik Lokal Asal Aceh. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 24(1), 1. <https://doi.org/10.25077/jpi.24.1.1-7.2022>
- Roma, M., Roto, D., Rupiwardani, I., & Yohanan, A. (2022). Pengelolaan Limbah Oli Bekas pada Bengkel Motor di Kota Malang. *Journal Envi Science*, 6(2), 160–174.
- Sahirman, Ir. (2019). *Kimia Hidrokarbon*. 133.
- Sakiah, S., Firmansyah, A., & Arfianti, D. (2020). Sifat Biologi Tanah Pada Lahan Aplikasi dan Tanpa Aplikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit di Adolina PT. Perkebunan Nusantara IV. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 20(1), 11. <https://doi.org/10.25181/jppt.v20i1.1493>
- Salam, A. K. (2020). Ilmu Tanah. In *Akademika Pressindo*.
- Saputra, R., Darmayanti, L., & Muhandi, M. (2022). Cacing Tanah (*Lumbricus Rubellus*) Sebagai Agen Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi dengan Penambahan Vermikompos Sebagai Bulking Agent. *Jurnal Daur Lingkungan*, 5(2), 28. <https://doi.org/10.33087/daurling.v5i2.97>
- Sayed, K., Baloo, L., & Sharma, N. K. (2021). Bioremediation of total petroleum hydrocarbons (Tph) by bioaugmentation and biostimulation in water with floating oil spill containment booms as bioreactor basin. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Issue 5, pp. 1–27). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052226>
- Setianingsih, S., & Titah, H. S. (2021). Potensi Metode Co-Composting pada Bioremediasi Tanah Tercemar Pelumas Bekas Menggunakan Sampah Organik Biodegradable. *Jurnal Teknik ITS*, 9(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v9i2.52699>
- Wagiono, W., Atmono, A., & Wulandari, D. A. (2022). Pengaruh Variasi Waktu Terhadap Penurunan Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) Pada Proses Bioremediasi Limbah Oli Dengan Metode Biostimulasi. *Jurnal Lingkungan Dan*



*Sumberdaya Alam (JURNALIS)*, 5(2), 109–120.  
<https://doi.org/10.47080/jls.v5i2.1898>

Wahyuningsih, N., & Zulaika, E. (2019). Perbandingan Pertumbuhan Bakteri Selulolitik pada Media Nutrient Broth dan Carboxy Methyl Cellulose. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2), 7–9. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36283>

Waluyo, L. (2018). *Bioremediasi Limbah: Limbah*. UMMPress.

Yahya, H. (2019). Analisis Kadar Air dan Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) dari Proses Bioremediasi Limbah Oli dengan Metode Pengomposan. *Serambi Engineering*, IV(1).

Yulianto, A., Wulandari, D., & Humaira, A. (2019). *Bioremediasi Tanah Dengan Teknik Composting di PT X Yogyakarta*. Environmental Engineering Department, Faculty of Civil Engineering and Planning, Islamic University of Indonesia

Yuniarti, A., Solihin, E., & Arief Putri, A. T. (2020). Aplikasi pupuk organik dan N, P, K terhadap pH tanah, P-tersedia, serapan P, dan hasil padi hitam (*Oryza sativa* L.) pada inceptisol. *Kultivasi*, 19(1), 1040.  
<https://doi.org/10.24198/kultivasi.v19i1.24563>