

**KARAKTERISASI DAN UJI POTENSI BAKTERI DARI TANAH
BENGKEL DALAM DEGRADASI SENYAWA HIDROKARBON
PADA LIMBAH OLI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh :

ROSSY FATMAWATI. AZ
NIM. 160703015
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022/1443 H**

**KARAKTERISASI DAN UJI POTENSI BAKTERI DARI TANAH
BENGKEL DALAM DEGRADASI SENYAWA HIDROKARBON PADA
LIMBAH OLI**

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu Biologi

Oleh:

Rosy Fatmawati. Az

NIM. 160703015

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing 1,


Syafrina Sari Lubis, M. Si
NIDN. 20220387091

Pembimbing 2,


Diannita Harahap, M. Si
NIDN. 2025048003

Mengetahui,

Ketua Pogram Studi


Muslich Hidayat, M. Si
NIDN. 2002037902

**KARAKTERISASI DAN UJI POTENSI BAKTERI DARI TANAH
BENGKEL DALAM DEGRADASI SENYAWA HIDROKARBON PADA
LIMBAH OLI**

TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Biologi

Pada Hari/Tanggal: Kamis, 06 Oktober 2022
10 Rabiul Awal 1443
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Syafrina Sari Lubis, M. Si
NIDN. 2025048003

Sekretaris,



Diannita Harahap, M. Si
NIDN. 20220387091

Penguji I,



Ayu Nirmala Sari, M. Si
NIDN. 2027028901

Penguji II,



Raudhah Hayatillah, M. Sc
NIDN. 2025129302

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU

NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rossy Fatmawati. AZ

NIM : 160703015

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Karakterisasi dan Uji Potensi Bakteri dari Tanah Bengkel Dalam Degradasi Senyawa Hidrokarbon Pada Limbah Oli.

Dengan ini menyatakan dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain yang menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik saya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak orang lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 21 Oktober 2022

yang menyatakan



Rossy
Rossy Fatmawati. Az

ABSTRAK

Nama : Rossy Fatmawati. Az
NIM : 160703015
Pogram Studi : Biologi
Judul : Karakterisasi dan Uji Potensi Bakteri dari Tanah Bengkel Dalam Degradasi Senyawa Hidrokarbon pada Limbah Oli.
Tanggal Sidang : 22 Juli 2022
Tebal Skripsi : 72 halaman
Pembimbing I : Syafrina Sari Lubis, M.Si
Pembimbing II : Diannita Harahap, M.Si
Kata Kunci : Degradasi oli, hidrokarbon, degradasi limbah, bakteri tanah, limbah oli.

Limbah oli mengandung logam berat (besi, timah, kadmium, mangan) yang bersifat non *biodegradable* dan senyawa yang bersifat toksik seperti: *poly chlorinated biphenyls* (PCBs) dan *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs). Hidrokarbon dari limbah oli dapat menyebabkan berbagai resiko penyakit, sehingga upaya untuk memulihkan lingkungan dengan bioremediasi dengan menggunakan mikroorganisme. Degradasi hidrokarbon dapat dilakukan dengan bantuan mikroorganisme salah satunya adalah bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan potensi bakteri dalam mendegradasi hidrokarbon. Sampel menggunakan tanah bengkel yang tercemar limbah oli bekas. Isolasi dilakukan dengan metode *pour plate* pada media NA (*Nutrient Agar*) dan diperoleh sebanyak 15 isolat bakteri, terdapat 3 isolat bakteri gram negatif dan 12 isolat bakteri gram positif, keseluruhan isolat bakteri berasal dari genus *Pseudomonas* dan genus *Bacillus*. Berdasarkan uji potensi degradasi oli kedua jenis isolat ini mampu tumbuh pada setiap konsentrasi oli 1%, 2% dan 3%, isolat dengan kode BO 13 (*Pseudomonas*) menunjukkan nilai absorbansi yang paling baik pada media NB (*Nutrient Broth*) dengan konsentrasi 1% sedangkan isolat BO 14 (*Bacillus*) menunjukkan hasil absorbansi tertinggi pada konsentrasi 1%, nilai absorbansi tertinggi pada isolat BO 13 yaitu 1.650, nilai absorbansi tertinggi pada isolat BO 14 yaitu 1.357.

Abstract

Name : Rossy Fatmawati. AZ
Nim : 160703015
Study program : Biologi
Title : Characterization and Potential Tes of Bacteria from Soil in the Degradation of Hydrocarbon Compounds in Waste Oil.
Court date : 22 July 2022
Thesis thinkness : 72 pages
Advisor I : Syafrina Sari Lubis, M. Si
Supervisor II : Diannita Harahap, M. Si
Keywords : Oil degradation, extraction, waste degradation, soil bacteria, waste oil.

Waste oil contains heavy metals (iron, tin, cadmium, manganese) which are non-biodegradable and toxic compounds such as poly chlorinated biphenyls (PCBs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). Hydrocarbons from waste oil can cause various disease risks, so efforts to restore the environment by bioremediation using microorganisms. Hydrocarbon degradation can be done with the help of microorganisms, one of which is bacteria. This study aims to determine the characteristics and potential of bacteria in degrading hydrocarbons. The sample used workshop soil contaminated with used oil waste. Isolation was carried out by pour plate method on NA (Nutrient Agar) media and obtained as many as 15 bacterial isolates, there were 3 isolates of gram negative bacteria and 12 isolates of gram positive bacteria, all of the bacterial isolates came from the genus *Pseudomonas* and genus *Bacillus*. Based on the oil degradation potential test, these two isolates were able to grow at each oil concentration of 1%, 2% and 3%. isolate BO 14 (*Bacillus*) showed the highest absorbance at a concentration of 1%, the highest absorbance value in isolate BO 13 was 1,650, the highest absorbance value was at isolate BO 14 was 1,357.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbi 'Alaamin, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis telah dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Shalawat seiring dengan salam penulis sampaikan ke pangkuan Nabi besar Muhammad SAW yang telah menuntun umat manusia dari alam kebodohan ke alam yang penuh dengan ilmu pengetahuan. Alhamdulillah dengan petunjuk dan hidayah-Nya, penulis telah selesai menyusun skripsi untuk melengkapi syarat-syarat guna mencapai gelar sarjana pada Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dengan judul skripsi yaitu : **“Karakterisasi dan Uji Potensi Bakteri dari Tanah Bengkel Dalam Mendegradasi Senyawa Hidrokarbon Pada Limbah Oli”**.

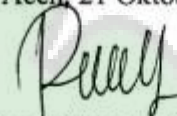
Terimakasih yang tak terhingga dan teristimewa kepada Ayahanda Abdul Aziz dan Ibunda Nurjani dengan segala pengorbanan, keikhlasan, kesabaran, dukungan serta kasih sayang yang telah dicurahkan sepanjang hidup penulis sehingga penulis mendapatkan kekuatan dan semangat dalam menempuh pendidikan hingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Untuk kesempatan ini juga penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

2. Arif Sardi, M.Si selaku Ketua Program studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Kamaliah, M. Si, selaku sekretaris Program studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Syafrina Sari Lubis, M. Si, selaku Pembimbing I yang telah banyak membantu baik membimbing, memberikan ide, saran, dan nasehat sehingga penulis mulai dari awal sampai dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Diannita Harahap, M. Si, selaku Pembimbing II serta Penasehat Akademik (PA) yang telah banyak membantu memberikan saran dan nasehat kepada penulis mulai dari awal sampai dengan penulis menyelesaikan penulisan skripsi ini.
6. Bapak/Ibu Dosen, staff akademik, asisten dan laboran laboratorium Program Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
7. Ayanda Abdul Aziz dan Ibunda Nurjani yang telah mendukung penulis dari awal studi sampai penulisan skripsi ini selesai.
8. Terima kasih juga kepada teman-teman seperjuangan yang selalu memberi semangat dan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini sangat jauh dari kesempurnaan, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan juga pembaca. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan taufik dan hidayah-Nya kepada kita semua.

Banda Aceh, 21 Oktober 2022



Rossy Fatmawati. Az



DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI	ii
PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I : PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	4
I.3. Tujuan.....	4
I.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II : LANDASAN TEORITIS	
II.1. Limbah Oli	5
II.2. Hidrokarbon	9
II.3. Mikroba Pendegradasi Limbah Oli.....	9
BAB III : METODE PENELITIAN	12
III.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
III.2. Alat dan Bahan	13
III.3. Prosedur Penelitian	13
III.3.1. Pengambilan Sampel Tanah Bengkel.....	13
III.3.2. Isolasi, Seleksi, dan Pemurnian Bakteri Pendegradasi Minyak	14
a. Uji Gram dan Bentuk Sel.....	15
b. Uji TSIA	15
c. Uji Motilitas.....	15
d. Uji Katalase	16

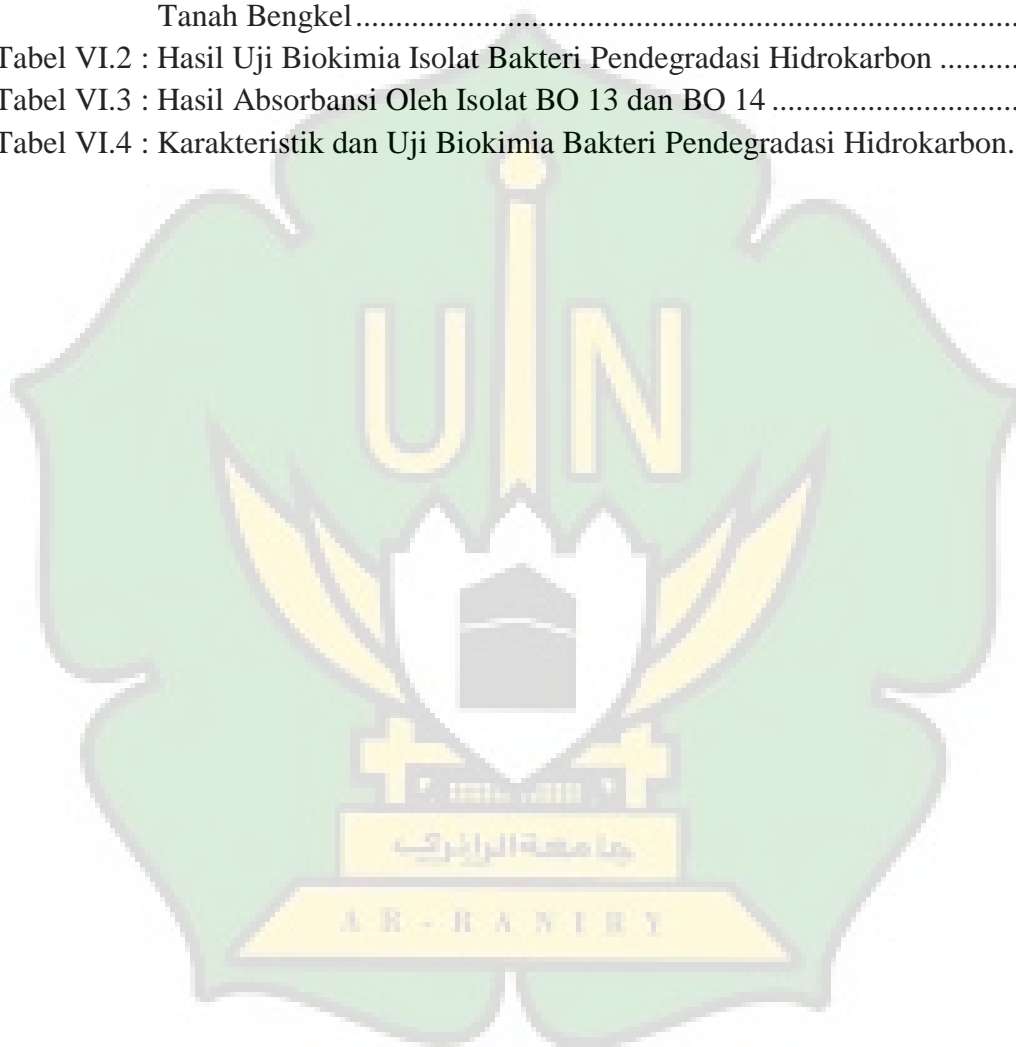
e. Uji Urease (<i>Urea Base Agar</i>)	16
f. Uji Endospora.....	16
III.3.3. Pembuatan Konsentrasi Oli.....	17
III.3.4. Uji Potensi bakteri dari tanah bengkel dalam mendegradasi Senyawa Hidrokarbon pada limbah oli.....	17
III.4. Analisis Data	18
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN	19
IV.1. Hasil.....	19
IV.1.1. Karakteristik Bakteri dari Tanah Bengkel Pendegradasi Senyawa Hidrokarbon pada Limbah Oli	19
IV.1.2. Potensi Bakteri dari Tanah Bengkel dalam Mendegradasi Senyawa Hidrokarbon pada Limbah Oli	22
IV.2. Pembahasan.....	26
IV.2.1. Karakteristik Bakteri dari Tanah Bengkel Pendegradasi Senyawa Hidrokarbon pada Limbah Oli	26
IV.2.2. Uji Potensi Bakteri dari Tanah Bengkel dalam Mendegradasi Senyawa Hidrokarbon pada Limbah Oli	34
BAB V : PENUTUP	38
V.1. Kesimpulan	38
V.2. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 : Skema Kontak Fisik Bakteri dan Hidrokarbon Minyak Bumi	11
Gambar IV.1 : Hasil Isolasi Bakteri Dari Tanah Bengkel	20
Gambar IV.2 : Hasil Uji Pewarnaan Gram	22
Gambar IV.3 : Kurva Pertumbuhan Isolat BO 13 Pada Media NB Dengan Konsentrasi 1 %	24
Gambar IV.4 : Kurva Pertumbuhan Isolat BO 13 Pada Media NB Dengan Konsentrasi 2 %	24
Gambar IV.5 : Kurva Pertumbuhan Isolat BO 13 Pada Media NB Dengan Konsentrasi 3 %	24
Gambar IV.6 : Kurva Pertumbuhan Isolat BO 14 Pada Media NB Dengan Konsentrasi 1 %	25
Gambar IV.7 : Kurva Pertumbuhan Isolat BO 14 Pada Media NB Dengan Konsentrasi 2 %	25
Gambar IV.8 : Kurva Pertumbuhan Isolat BO 14 Pada Media NB Dengan Konsentrasi 3 %	25

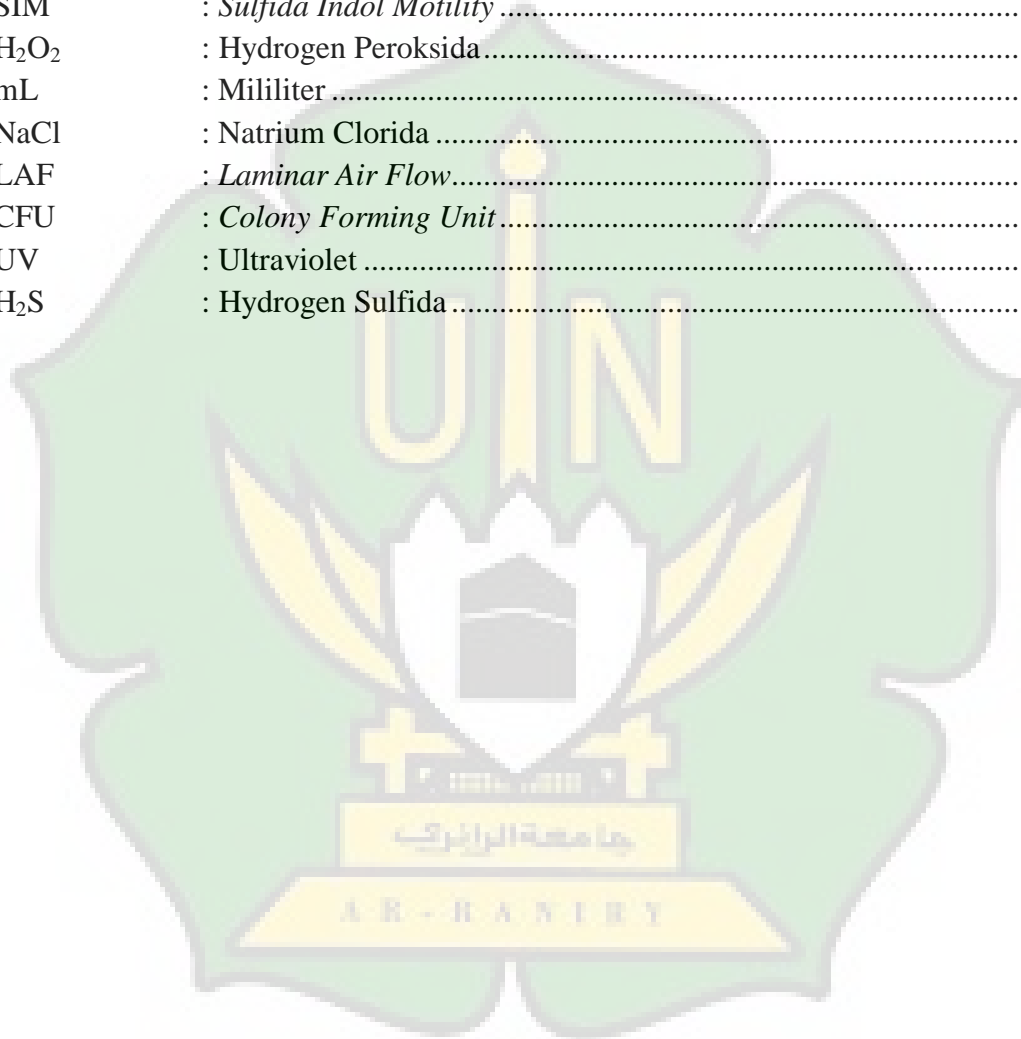
DAFTAR TABEL

Tabel II.1 : Kandungan Logam dalam Limbah Oli.....	8
Tabel II.1 : Rincian Pelaksanaan Kegiatan	12
Tabel IV.1 : Hasil Karakterisasi Isolat Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon dari Tanah Bengkel.....	19
Tabel VI.2 : Hasil Uji Biokimia Isolat Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon	21
Tabel VI.3 : Hasil Absorbansi Oleh Isolat BO 13 dan BO 14	23
Tabel VI.4 : Karakteristik dan Uji Biokimia Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon.....	31



DAFTAR SINGKATAN

NA	: <i>Nutrient Agar</i>	13
NB	: <i>Nutrient Broth</i>	13
TSIA	: <i>Triple Sugar Iron Agar</i>	13
SIM	: <i>Sulfida Indol Motility</i>	13
H ₂ O ₂	: <i>Hydrogen Peroksida</i>	13
mL	: <i>Mililiter</i>	13
NaCl	: <i>Natrium Clorida</i>	13
LAF	: <i>Laminar Air Flow</i>	14
CFU	: <i>Colony Forming Unit</i>	17
UV	: <i>Ultraviolet</i>	17
H ₂ S	: <i>Hydrogen Sulfida</i>	21



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Surat Keterangan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.....	46
Lampiran 2 : Surat Izin Penelitian	47
Lampiran 3 : Isolasi Bakteri Tanah Bengkel.....	48
Lampiran 4 : Seleksi Bakteri Tanah Bengkel	49
Lampiran 5 : Hasil Uji Biokimia.....	50
Lampiran 6 : Uji Kemampuan Bakteri dalam Mendegradasi Hidrokarbon.....	51
Lampiran 7 : Daftar Alat dan Bahan Penelitian.....	52
Lampiran 8 : Harga Alat dan Bahan Penelitian	56
Lampiran 9 : Riwayat Hidup Penulis.....	57



BAB 1

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Oli merupakan zat kimia yang berupa cairan yang digunakan pada mesin untuk mengurangi keausan mesin kendaraan akibat gaya gesekan. Oli juga digunakan sebagai pendingin mesin dari panas akibat dari gesekan, oli dibuat dari zat-zat dasar oli yang ditambah dengan campuran zat-zat kimia yang biasa disebut aditif yang berfungsi untuk meningkatkan mutu agar memenuhi standard kinerja (Siskayanti *et al.*, 2017)

Limbah oli mengandung logam berat (besi, timah, kadmium, mangan) yang bersifat non *biodegradable* dan senyawa yang bersifat toksik seperti: *polychlorinated biphenyls* (PCBs) dan *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs) yaitu senyawa hidrokarbon dengan panjang rantai karbon kurang dari 9 yang sulit diurai (Welan *et al.*, 2019). Hidrokarbon dari limbah oli dapat menyebabkan berbagai resiko penyakit, sehingga upaya untuk memulihkan lingkungan harus dilakukan. Suatu bentuk upaya pemulihan yang dapat dilakukan adalah dengan bioremediasi dengan menggunakan mikroorganisme. Bakteri merupakan mikroorganisme yang paling berpotensi dalam proses bioremediasi (Ahda *et al.*, 2017). Puspitasari *et al.*, (2020) menyatakan bahwa bakteri yang mampu mendegradasi senyawa yang terdapat di dalam hidrokarbon disebut bakteri hidrokarbonoklastik. Bakteri ini memanfaatkan senyawa tersebut sebagai karbon dan energi yang diperlukan dalam pertumbuhannya. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan 3 strain *Bacillus*.

Bioremediasi salah satu strategi detoksifikasi polutan yang terdapat dalam lingkungan dengan bantuan mikroba, tumbuhan, atau enzim sebagai biokatalisator baik dari enzim mikroba atau tumbuhan. Penurunan tingkat beracun (detoksifikasi), proses ini terjadi akibat enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme mengubah polutan beracun hal ini menyebabkan perubahan pada struktur kimia polutan tersebut. Proses ini dinamakan biotransformasi. Perubahan struktur kimia pada saat proses degradasi polutan beracun strukturnya menjadi tidak kompleks, dan akhirnya menjadi metabolit yang tidak berbahaya (Waluyo, 2018). Bioremediasi bertujuan memecah zat berbahaya dan mendegradasi zat tersebut untuk menjadi bahan yang kurang beracun atau tidak beracun seperti karbondioksida dan air (Muslimah, *et al.*, 2017).

Terdapat tumpahan limbah oli pada lingkungan sekitar bengkel, pada tanah atau pada lantai bengkel, isolasi bakteri pendegradasi hidrokarbon pada tanah bengkel dapat dilakukan karena tanah bengkel memiliki berbagai macam jenis bakteri yang memiliki kemampuan yang berbeda. Bakteri hidrokarbonoklastik ini memiliki karakteristik yang tidak dimiliki oleh mikroba lain yaitu kemampuannya dalam mengekspresikan enzim hidrosilase, yaitu enzim pengoksidasi hidrokarbon sehingga bakteri ini mampu memotong rantai hidrokarbon menjadi lebih pendek (Yani *et al.*, 2020).

Menurut hasil penelitian Ahda *et al.*, (2019), dari hasil identifikasi morfologi dan biokimia diketahui bahwa isolat/konsorsium bakteri hasil kegiatan seleksi dan isolasi bakteri pendegradasi senyawa hidrokarbon ini, terdiri dari *Pseudomonas*

putida, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus insolitus* dan *Bacillus marinus*, merupakan konsorsium bakteri yang berpotensi untuk dikembangkan dan diterapkan dalam bioremediasi lahan tercemar minyak bumi.

Mikroba indigen yang mampu tumbuh dalam media yang tercemar logam berat mempunyai indikasi bahwa bakteri tersebut dapat mengakumulasi logam berat dalam dinding selnya. Ion logam yang bermuatan positif secara elektrostatis akan terikat pada permukaan sel. Interaksi yang terjadi antara ion logam dengan bakteri *Bacillus* sp., menunjukkan bahwa adanya peranan gugus karboksil pada peptidoglikan dan gugus fosforil pada polimer sekunder asam teikotat dan teikuronat. Nilai pH lingkungan juga berpengaruh terhadap kemampuan mikroorganisme untuk menjalankan fungsi selular, transport membran sel, maupun keseimbangan reaksi yang dilakukan oleh mikroorganisme (Maulana *et al.*, 2017)

Yudono *et al.*, (2020) menyatakan bahwa *Brevundimonas diminuta* and *Pseudomonas citronellolis* kedua bakteri ini mampu mendegradasi minyak bumi. Menurut Prakasita *et al.*, (2018) hasil isolasi bakteri dari limbah *sludge* minyak bumi dari area terkontaminasi minyak bumi, umumnya jenis bakteri peteofilik yang didominasi oleh genus *Pseudomonas*. Sedangkan mikrobia lainnya seperti *Enterobacter* sp., *Citrobacter sedlakii*, *Alcaligenes* sp. dan *Brevundimonas diminuta* memiliki tingkat degradasi sebesar 12,4% selama 30 hari (Nuryana, 2017).

I.1. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik bakteri dari tanah bengkel pendegradasi senyawa hidrokarbon pada limbah oli?
2. Bagaimana potensi bakteri dari tanah bengkel dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon pada limbah oli?

I.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakter bakteri pendegrasi senyawa hidrokarbon pada limbah oli yang dapat diidentifikasi pada tanah bengkel motor
2. Untuk mengetahui efektifitas bakteri dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon pada limbah oli.

I.3. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Peneliti memberikan informasi kepada masyarakat tentang karakter mikroorganismenya pada tanah yang memiliki potensi sebagai pendegradasi senyawa hidrokarbon pada limbah oli
2. Peneliti dapat mengetahui perbedaan efektifitas dari masing-masing bakteri tanah dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon pada limbah oli.
3. Peneliti dapat memberikan referensi bagi peneliti lanjutan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Limbah Oli

Oli bekas adalah limbah yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Limbah B3 (oli bekas) merupakan termasuk salah satu limbah berbahaya menurut kandungan yang ada didalamnya. Sifat dari limbah B3 ini sangat merusak secara masif pada sektor lingkungan, karena didalamnya terkandung banyak jenis bahan berbahaya dan beracun yang sangat eksploitatif pada hilangnya unsur-unsur yang baik pada lingkungan, oli memiliki ciri-ciri fisik antara lain (Siskayanti *et al.*, 2017) :

1. Viskositas

Viskositas atau kekentalan suatu minyak pelumas dapat diukur pada saat cairan minyak pelumas mengalir hal ini dihitung dalam ukuran standard semakin besar perlawanannya untuk mengalir maka semakin tinggi kadar viskositasnya begitu pula sebaliknya.

Viskositas merupakan suatu unsur yang berkaitan dengan kekentalan dari oli atau besarnya resistensinya untuk mengalir. Kekentalan oli berkaitan dengan bagaimana oli dapat berfungsi sebagai pelumas atau pelindung benturan antar logam mesin. Oli akan mengalir secara cukup agar terjamin pasokannya pada saat suhu mesin ambient ke komponen-komponen yang bergerak (Mardyaningsih *et al.*, 2018).

2. Indeks viskositas

Perubahan suhu dapat menunjukkan tinggi dan rendahnya angka indeks minyak pelumas. Nilai indeks viskositas ini terbagi 3 golongan, yaitu: High Viscosity Index (HVI) di atas 80, Medium Viscosity Index (MVI) 40–80, Low Viscosity Index (LVI) di bawah 40.

Berdasarkan viskositas atau kekentalan yang dinyatakan dalam nomor-nomor *Society of Automotive Engineer* (SAE). Angka SAE yang lebih besar menunjukkan keterangan minyak pelumas yang lebih kental.

- a. Oli *monograde*, yaitu oli yang indeks kekentalannya dinyatakan hanya satu angka. Contoh DEO SAE 30.
- b. Oli *multigrade*, yaitu oli yang indeks kekentalannya dinyatakan dalam lebih dari satu angka. Contoh DEO SAE 15W-40.

Jumlah transportasi baik kendaraan motor maupun mobil yang semakin meningkat dipicu oleh pertumbuhan populasi penduduk sehingga mendorong jumlah kegiatan usaha bengkel yang ada sebagai tempat yang menyediakan jasa perawatan dan perbaikan, terlebih khususnya di kota-kota besar yang ada di Indonesia. Sejalan dengan perkembangan jumlah kendaran tersebut, maka volume oli bekas akan terus meningkat (Azharuddin *et al.*, 2020) Dampak dari kegiatan diatas yaitu pelumas bekas yang dihasilkan merupakan golongan limbah B3, karena pelumas bekas dapat menyebabkan tanah menjadi tandus dan kehilangan unsur haranya. Sedangkan sifatnya yang tidak dapat larut dalam air dapat menyebabkan pencemaran air, selain itu pelumas juga mudah terbakar (Rahmat, 2017).

Kota Banda Aceh merupakan salah satu kota yang terletak di daerah pesisir dengan perkembangan pembangunan yang pesat. Perkembangan tersebut diikuti dengan meningkatnya aktifitas penduduk yang memungkinkan terjadinya pencemaran terhadap lingkungan. Salah satu pencemaran perairan yang diduga memberi dampak negatif terhadap lingkungan dan ekosistem pesisir di Kota Banda Aceh yaitu di muara Krueng Aceh. Wilayah perairan muara Krueng Aceh diduga telah menerima beban berat bahan pencemar baik berupa limbah domestik, organik, industri, logam berat maupun tumpahan minyak yang cenderung meningkat dari waktu ke waktu hingga dikhawatirkan telah melebihi daya dukungnya (Hadi *et al.*, 2018)

Salah satu cara mengatasi limbah oli adalah dengan menggunakan teknik bioremediasi, umumnya proses degradasi limbah dalam bioremediasi menggunakan aktivitas dari mikroorganisme. Limbah oli merupakan salah satu masalah yang terus ada dalam lingkungan manusia. Banyaknya limbah yang telah mencemari lingkungan dapat menimbulkan dampak serius bagi lingkungan itu sendiri dan juga berdampak pada kesehatan manusia. Upaya yang perlu segera dilakukan adalah mengelola limbah tersebut agar dapat diminimalisasi dampaknya ataupun dimanfaatkan kembali (Yahya, 2019).

Limbah minyak pelumas ini memiliki kandungan berbahaya yang sangat tinggi mulai dari abu, residu karbon, bahan asphaltenik, logam, air, dan bahan kotor lainnya yang dihasilkan selama pelumas berada di dalam mesin. Penambahan beberapa senyawa dengan molekul itu berbeda jauh dari resin dalam hal ukuran dan

struktur oleh karena itu parameter kelarutan, menggeser keseimbangan yang ada di bagian non-asphaltene minyak (Ramadhan, 2017).

Beberapa logam yang terdapat pada limbah oli:

Tabel II.1. Kandungan Logam dalam limbah oli

Logam	Pelumas Bekas (mg/kg)
Besi (Fe)	15
Aluminium (Al)	4
Krom (Cr)	4
Tembaga (Cu)	7
Timbal (Pb)	138
Timah (Sn)	<1
Perak (Ag)	7
Nikel (Ni)	<1
Vanadium (V)	<1
Titanium (Ti)	<1
Cadmium (Cd)	<1
Mangan (Mn)	1
Molibdenum (Mo)	7
Sillikon (Si)	11
Boron (B)	3
Natrium (Na)	13
Barium (Ba)	<1
Kalsium (Ca)	1667
Magnesium (Mg)	51
Phospor (P)	632
Seng (Zn)	780

Sumber: (Hasyim, 2016)

II.2. Hidrokarbon

a. Senyawa hidrokarbon alifatik, alisiklik dan aromatik

Alifatik adalah senyawa hidrokarbon dengan struktur rantai karbon terbuka. Senyawa yang termasuk hidrokarbon alifatik antara lain : alkana (senyawa golongan ini banyak terdapat dalam minyak bumi), alkena dan alkuna. Senyawa hidrokarbon alisiklik merupakan hidrokarbon yang memiliki struktur rantai karbon tertutup. Contoh dari senyawa ini adalah siklopropana (C_3H_6) dan senyawa hidrokarbon aromatik merupakan hidrokarbon dengan rantai tertutup dan mengandung dua atau lebih ikatan rangkap yang letaknya berselang-seling. Contoh senyawa hidrokarbon aromatik adalah benzene (C_6H_6) (Marzuki dkk., 2010).

b. Penggolongan berdasarkan ikatan

Penggolongan senyawa hidrokarbon dapat dikelompokkan berdasarkan kejenuhan ikatan menjadi senyawa hidrokarbon jenuh dan senyawa hidrokarbon tidak jenuh. Senyawa hidrokarbon jenuh mempunyai ciri antar atom C berikatan tunggal (C-C), senyawa-senyawa yang termasuk kelompok ini antara lain senyawa etana (C_2H_6). Sedangkan senyawa hidrokarbon tidak jenuh mempunyai ciri antar atom C berikatan rangkap (C=C), yaitu mempunyai ikatan rangkap dua atau rangkap tiga ($C \equiv C$), senyawa yang termasuk kelompok ini antara lain etena (C_2H_4) (Marzuki dkk., 2010).

II.3. Mikroba Pendegradasi Limbah Oli

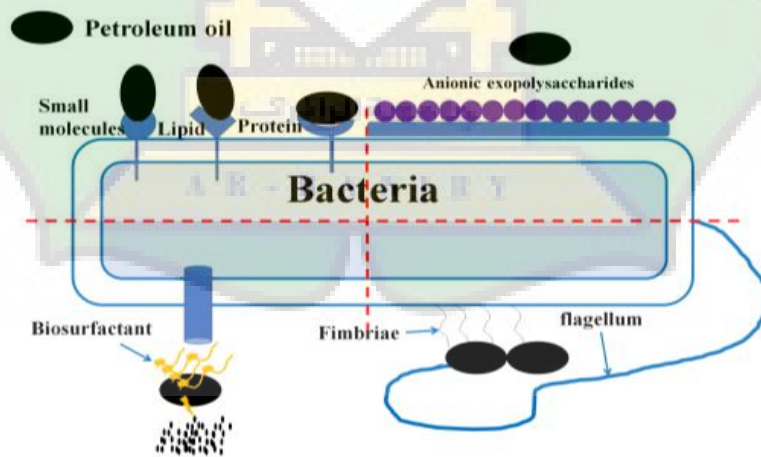
Potensi mikroba dalam proses degradasi hidrokarbon telah dieksploitasi dari tahun 70-an dan 80-an pada lahan pertanian yang tercemar pembuangan minyak. Mikroba dari kultur tunggal dan kultur campuran digunakan untuk degradasi memiliki kemampuan dalam mendegradasi minyak bumi. Mikroba yang digunakan biasanya memiliki kemampuan degradasi yang lebih tinggi apabila digunakan sebagai kultur konsorsium atau kultur campuran (Holifah *et al.*, 2018).

Dampak pencemaran minyak bumi di perairan dan di daratan baik dalam konsentrasi rendah maupun tinggi cukup serius, sumber kontaminasi biasanya berasal dari tumpahan disengaja, tempat pembuangan sampah tidak terkendali atau penyimpanan tidak benar dan kebocoran tangki penyimpanan. Biodegradasi adalah alternatif pemulihan lingkungan lebih murah dari segi biaya dan berwawasan lingkungan dari segi kelestarian lingkungan dibanding metode fisika maupun kimia (Sumiardi, 2021).

Proses biodegradasi senyawa hidrokarbon dipengaruhi oleh faktor kimia kaitannya dengan kekurangtersediaan/bioavailabilitas suatu nutrien, tidak adanya senyawa penunjang pertumbuhan dan tidak ada induktor enzim yang diperlukan, juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan berkaitan dengan kondisi fisik yang ekstrim (pH, suhu, redoks potensial) dan ketidakterersediaan donor electron, dan faktor mikroorganisme kaitannya dengan ketidakberadaan populasi mikroorganisme pendegradasi polutan hidrokarbon dan kepadatan populasi mikroorganisme pendegradasi polutan hidrokarbon yang rendah (Sumiardi, 2021).

Inti dari bioremediasi adalah fungsional, mikroorganisme membutuhkan energi yang cukup yang sesuai dengan lingkungannya. Secara umum, hidrokarbon minyak bumi diperlukan sebagai substrat oleh bakteri pendegradasi hidrokarbon, bakteri memanfaatkan sumber karbon sebagai energi alternatif. Fungsi bakteri pendegradasi hidrokarbon tergantung pada enzim dan efektifitasnya yang berkaitan erat dengan aktifitas fisiologis (Mukherjee *et al.*, 2017). Mekanisme kontak fisik bakteri dengan hidrokarbon meliputi :

- a. Fimbriae atau flagella bakteri menempel pada minyak bumi
- b. Biosurfaktan yang di ekresi oleh bakteri mengemulsi minyak bumi
- c. Protein, lipid dan molekul-molekul kecil lainnya pada permukaan bakteri akan menempelkan minyak bumi
- d. Beberapa eksopolisakarida anionik pada permukaan bakteri akan mencegah bakteri menempel pada minyak bumi.



Gambar II.1. Skema kontak fisik bakteri dan hidrokarbon minyak bumi (Xu *et al.*, 2018).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian ini dilakukan pada September sampai November 2021. Pengambilan sampel tanah bengkel berasal dari perbengkelan di Kota Banda Aceh. Isolasi dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

III.2. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan kegiatan penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Gedung Multifungsi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Tabel III.1. Rincian Pelaksanaan Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	September				November			
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Persiapan alat dan bahan								
2	Sterilisasi alat dan bahan								
3	Pengambilan sampel tanah								
4	Isolasi bakteri								
5	Karakterisasi dan morfologi								
6	Pemurnian isolat								
7	Uji biokimia								
8	Pemurnian isolat								
9	Uji degradasi hidrokarbon								

III.3. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah pipa yang berdiameter 3 cm untuk pengambilan sampel tanah, cawan petri, pembakar spritus, jarum ose, spatula, labu Erlenmeyer, gelas ukur, tabung reaksi, pipet volumetrik, inkubator, mikroskop cahaya, kaca preparat, spektrofotometer, timbangan analitik, autoklaf, *vortex*, *hot plate*, pH meter, *freezer*, sarung tangan, masker, sendok steril, gunting, dan kamera digital.

Bahan yang digunakan adalah tanah bengkel, *aquadest*, media NA (*Nutrient Agar*), media NB (*Nutrient Broth*), media urea base agar, media TSIA (*Triple sugar iron agar*), media SIM (*Sulfida indol motility*), H₂O₂, NaCl, Kristal violet, larutan iodium, safranin dan alkohol.

III.4. Prosedur Penelitian

III.4.1. Metode Pengambilan Sampel Tanah Bengkel

Sampel tanah bengkel yang tercemar limbah oli diambil pada perbengkelan otomotif di Banda Aceh. Sampel diambil secara *purposive sampling* yang merupakan metode pengambilan sampel secara purposif yang didasarkan pada suatu keadaan dan pertimbangan tertentu, pertimbangan yang diambil berdasarkan tujuan dari penelitian agar memperoleh hasil yang sesuai dengan penelitian. Sampel tanah diambil dari bengkel yang tidak memiliki tempat pembuangan khusus, tanah lalu diambil dengan kedalaman 5 – 20 cm dari permukaan menggunakan spatula steril lalu dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Tanah selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk pembiakan bakteri (Ahda *et al.*, 2017)

III.4.2. Tahap Isolasi, Seleksi, dan Pemurnian Bakteri Pendegradasi Minyak

Isolasi bakteri pendegradasi hidrokarbon menggunakan dua kombinasi metode yaitu metode *spread plate-enrichment culture* dilakukan dengan mengencerkan 10 gram sampel tanah ke dalam 90 mL larutan fisiologis (NaCl 0,85%), lalu dishaker hingga homogen sehingga konsentrasi 10^{-1} . Selanjutnya 1 mL dari konsentrasi 10^{-1} dimasukkan ke dalam 9 mL larutan fisiologis, kemudian dihomogenkan dengan *vortex* sehingga didapatkan konsentrasi 10^{-2} . Pengenceran dilakukan dengan cara yang sama hingga konsentrasi 10^{-6} .

Media *Nutrient Agar* (NA) disiapkan dan disterilisasi dengan autoklaf pada tekanan 121°C selama 20 menit, selanjutnya, media ditambahkan 1 mL oli sebagai sumber karbon lalu dituang ke cawan petri. Sebanyak 1 mL dari pengenceran 10^{-6} disebar pada cawan petri secara aseptik di dalam *Laminar Air Flow* kemudian dilabel dan diinkubasi pada suhu ruang (28°C) kurang lebih selama 7 hari. Kemudian isolat yang tumbuh pada cawan petri diseleksi ke dalam media NA baru tanpa penambahan oli dan dimurnikan sampai mendapatkan *single colony* dan disimpan dalam agar miring sebagai stok kultur (Apriliya *et al.*, 2020)

Karakterisasi selanjutnya dengan pengujian biokimia meliputi uji pewarnaan Gram dan bentuk sel, uji TSIA, uji katalase, uji urease dan uji motilitas. Uji biokimia dilakukan mengikuti prosedur (Cappucino & Sherman, 2014).

a. Uji Gram dan Bentuk Sel

Uji Gram dilakukan dengan mencampurkan satu lup isolat bakteri pada kaca benda kemudian ditetesi larutan kristal violet 1-2 tetes, lalu dibilas dengan aquades kemudian ditetesi lagi dengan larutan iodium kemudian dibilas selanjutnya ditetesi lagi dengan safranin, preparat kemudian diamati dengan mikroskop. Bakteri Gram positif tampak berwarna biru keunguan sedangkan Gram negatif berwarna merah muda. Pada saat uji Gram ini, dilakukan pengamatan bentuk sel dari masing-masing bakteri. Pada pewarnaan Gram diperlukan empat jenis larutan yaitu zat warna basa (kristal violet), larutan iodium (lugol), alkohol dan safranin.

b. Uji TSIA

Uji TSIA bertujuan untuk melihat kemampuan bakteri dalam mengurai karbohidrat dengan menggunakan media *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA). Uji ini dilakukan dengan menggoreskan isolat bakteri ke dalam medium agar miring TSIA, dan juga ditusuk tegak lurus di tengah medium. Media diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37 °C. Jika bakteri tidak mampu memfermentasi laktosa dan sukrosa namun mampu memfermentasi glukosa maka pada lereng media akan berwarna kuning dan pada dasar media berwarna merah. Jika bakteri mampu memfermentasi ketiganya maka pada lereng media akan berwarna kuning namun jika sebaliknya maka bagian dasar dan lereng media akan berwarna merah.

c. Uji Motilitas

Biakan bakteri diambil dengan aseptik menggunakan jarum ose, kemudian inokulasikan secara vertikal pada media SIM (*Sulfida Indol Motility*) dan diinkubasi

selama 24 jam. Apabila hasil uji negatif maka terjadi pertumbuhan di sekitar tempat tusukan, sedangkan hasil uji positif ditandai dengan pertumbuhan bakteri yang menyebar.

d. Uji Katalase

Pengujian ini menggunakan teknik aseptik, biakan bakteri pada cawan petri ditetaskan hydrogen peroksida (H_2O_2) pada koloni bakteri tersebut. Bila ada gelembung-gelembung udara pada media menunjukkan bahwa reaksi tersebut positif dan bila tidak terdapat gelembung udara pada tabung reaksi maka reaksi tersebut negatif. Reaksi positif menunjukkan bahwa biakan murni memiliki enzim katalase.

e. Uji Urea (*Urea Base Agar*)

Uji urea bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri mengubah urea menjadi amoniak. Uji urea menggunakan *Urea Base Agar*. Uji urea dilakukan dengan cara menusuk ose sampai sepertiga dasar tabung, kemudian media diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu $37^\circ C$. Hasil uji positif ditunjukkan dengan adanya perubahan warna media dari warna kuning menjadi merah muda.

f. Uji Endospora

Pewarnaan spora dilakukan dengan cara diambil 1 ose isolat dan digoreskan pada kaca preparat steril lalu dilakukan fiksasi. Kemudian setelah difiksasi permukaan preparat ditutupi dengan kertas saring lalu ditetesi *malachite green* sebanyak 1 tetes dan didiamkan selama 4 menit. Setelah itu, kertas saring dilepas dan preparat dibilas dengan air mengalir. Preparat dikeringkan di atas api spritus, setelah kering ditetesi 1 tetes safranin ke permukaan preparat lalu didiamkan selama 5 menit.

Kemudian preparat diamati menggunakan mikroskop dengan pembesaran 1000x (Amaliah *et al.*, 2018)

III.4.3. Pembuatan Konsentrasi Oli

Pengenceran dilakukan dengan menyiapkan 3 tabung reaksi, masing-masing tabung diisi dengan NaCl 9 mL, kemudian konsentrasi oli yang akan digunakan dihitung terlebih dahulu menggunakan rumus $M_1V_1=M_2V_2$, setelah didapatkan jumlah oli yang digunakan, oli yang sudah dihitung konsentrasinya dimasukkan ke dalam tabung berisi NaCl lalu divortex selama 60 detik (Dewi, 2015).

III.4.4. Uji Kemampuan Bakteri dalam Mendegradasi Limbah OLi

Uji degradasi terlebih dahulu dengan membuat suspensi isolat bakteri 10^8 CFU/mL dengan cara diambil 1-2 ose selanjutnya dimasukkan dalam tabung reaksi yang telah berisi larutan NaCl fisiologis 0,85%. Larutan tersebut dihomogenkan dengan menggunakan vortex. Selanjutnya kekeruhan campuran tersebut dibandingkan dengan kekeruhan *Mac Farland* 0,5 standard Dixit *et al.*, (2018). Setiap suspensi yang digunakan untuk pengujian selanjutnya diambil sebanyak 1 mL dan diinokulasikan ke dalam Erlenmeyer berisi 100 mL media *Nutrient Broth* NB yang mengandung oli dengan konsentrasi 1% (1 mL), 2% (2 mL) dan 3% (3 mL) secara terpisah, kultur diinkubasi selama 7 hari, lalu dilakukan diukur absorbansi dengan menggunakan spektrofotometer UV, lalu dilakukan estimasi kepadatan bakteri setiap hari selama 7 hari (Majolagbe *et al.*, 2019)

III.4.5. Analisa Data

Analisa data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif kualitatif terhadap hasil pengamatan isolat bakteri yang diduga bakteri pendegradasi hidrokarbon. Data dari hasil penelitian yang diperoleh ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar.



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil

IV.1.1. Karakteristik Bakteri dari Tanah Bengkel Pendegradasi Senyawa Hidrokarbon pada Limbah Oli

Isolasi bakteri pendegradasi hidrokarbon dari tanah bengkel diperoleh sebanyak 15 isolat. Isolasi bakteri menggunakan media *Nutrient Agar* (NA), sampel dari pengenceran 10^{-6} diinokulasikan pada media *Nutrient Agar* (NA) dengan tambahan konsentrasi oli 1 mL, isolat yang tumbuh kemudian dimurnikan kembali pada media *Nutrien Agar* (NA) tanpa tambahan oli dan dibuat stok kultur untuk pengujian. Hasil pengamatan secara morfologi dari ke 15 isolat tersebut cenderung hampir sama keseluruhannya dari segi bentuk koloni, warna koloni, elevasi, tepian dan bentuk sel, ke 15 isolat tersebut diberi kode BO 1-BO 15 berdasarkan perbedaan morfologinya (Tabel IV.1 dan Gambar IV.1).

Tabel IV.1. Karakterisasi Isolat Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon dari Tanah Bengkel.

Isolat	Bentuk	Elevasi	Tepian	Warna	Permukaan
BO 1	Bulat	Rata	Rata	Putih kekuningan	Halus
BO 2	Tidak beraturan	Cembung	Rata	Putih	Halus
BO 3	Tidak beraturan	Rata	Rata	Putih kekuningan	Halus
BO 4	Bulat	Timbul datar	Rata	Putih	Halus
BO 5	Titik-titik	Rata	Rata	Putih	Halus
BO 6	Bulat	Rata	Rata	Putih	Halus
BO 7	Titik-titik	Cembung	Rata	Putih	Halus
BO 8	Bulat	Cembung	Rata	Putih	Halus

Isolat	Bentuk	Elevasi	Tepian	Warna	Permukaan
BO 9	Bulat	Cembung	Bergelombang	Putih kekuningan	Halus
BO 10	Tidak beraturan	Rata	Bergelombang	Putih kekuningan	Halus
BO 11	Tidak beraturan	Rata	Bergelombang	Putih	Halus
BO 12	Tidak beraturan	Membukit	Bergelombang	Putih	Licin halus
BO 13	Bulat	Rata	Bergelombang	Putih	Halus
BO 14	Tidak beraturan	Cembung	Bergelombang	Putih	Halus
BO 15	Tidak beraturan	Cembung	Bergelombang	Putih	Halus

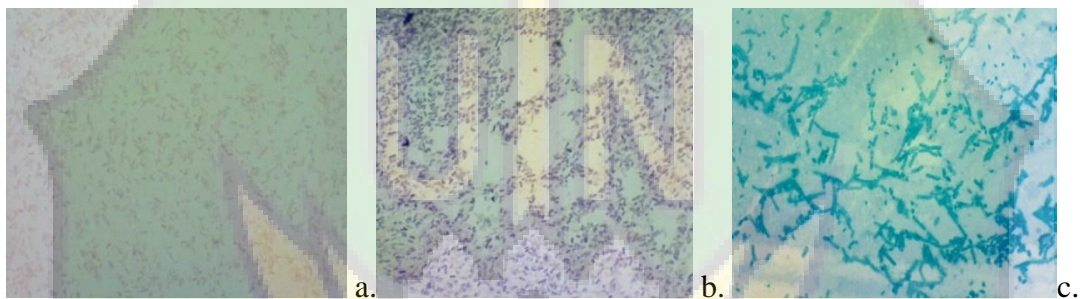


Gambar. IV.1. Hasil isolasi bakteri dari tanah bengkel.

Tabel IV.2. Hasil Uji Biokimia Isolat Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon.

Isolat	Gram	Uji TSIA					Katalase	Urease	SIM	Endospora
		Glukosa	Laktosa	Sukrosa	Gas	H ₂ S				
BO 1	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+
BO 2	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+
BO 3	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
BO 4	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
BO 5	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
BO 6	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
BO 7	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+
BO 8	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+
BO 9	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
BO 10	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+
BO 11	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
BO 12	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
BO 13	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
BO 14	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+
BO 15	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+

Pengamatan uji biokimia guna untuk mengetahui kemampuan masing-masing isolat dan penentuan genus. Uji biokimia yang digunakan adalah uji pewarnaan Gram, uji *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), uji *Sulfit Indol Motility* (SIM), uji katalase, uji urease dan uji endospora. Uji pewarnaan Gram menunjukkan 12 isolat merupakan bakteri Gram positif dan 3 isolat merupakan bakteri gram negatif. Hasil uji biokimia dapat dilihat pada Tabel IV.2.



Gambar. IV.2. a. Bakteri gram negatif. b. Bakteri gram positif. c. Endospora.

IV.1.2. Potensi Bakteri dari Tanah Bengkel dalam Mendegradasi Senyawa Hidrokarbon pada Limbah Oli

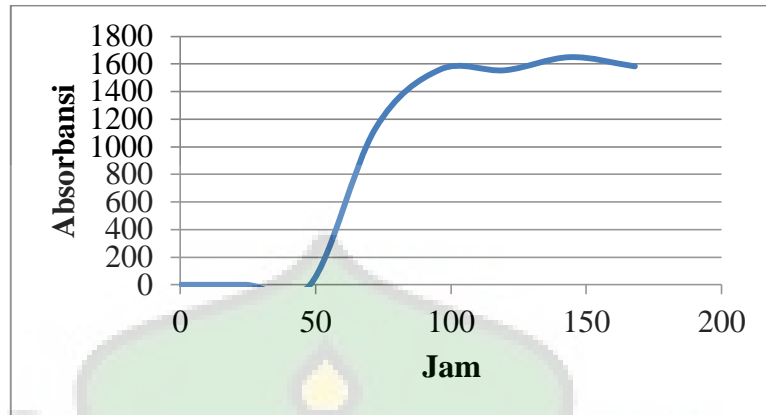
Hasil pengujian isolat bakteri terhadap kemampuannya dalam mendegradasi hidrokarbon dilakukan dengan menumbuhkan bakteri pada media *Nutrien Agar* (NA) dengan tambahan oli sebagai sumber karbon, setelah bakteri dapat tumbuh bakteri tersebut diinokulasikan kembali pada media *Nutrient broth* (NB) dengan tambahan oli dengan konsentrasi 1%, 2% dan 3% sebagai media yang digunakan untuk mengukur tingkat kemampuan isolat bakteri dalam mendegradasi hidrokarbon.

Pengukuran dilakukan dengan spektrofotometer untuk melihat tingkat absorbansi oleh bakteri. Hasil uji degradasi dapat dilihat pada Tabel IV.3.

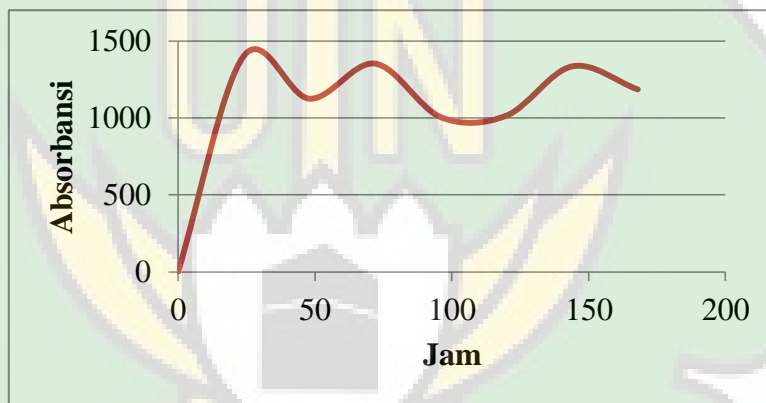
Tabel. IV.3. Hasil Absorbansi Oleh Isolat BO 13 dan Isolat BO 14.

Genus	%	Hari							
		0	1	2	3	4	5	6	7
BO 13	1%	0.021	0.811	0.608	1.129	1.560	1.555	1.650	1.583
	2%	0.033	1.603	1.190	1.412	1.264	1.213	1.299	1.342
	3%	0.047	1.402	1.125	1.353	1.005	1.015	1.335	1.185
BO 14	1%	0.087	1.061	0.537	0.662	0.713	0.752	0.828	1.357
	2%	0.030	0.993	1.254	1.343	1.285	1.244	1.269	1.330
	3%	0.048	1.153	1.242	1.396	1.207	1.133	1.100	1.188

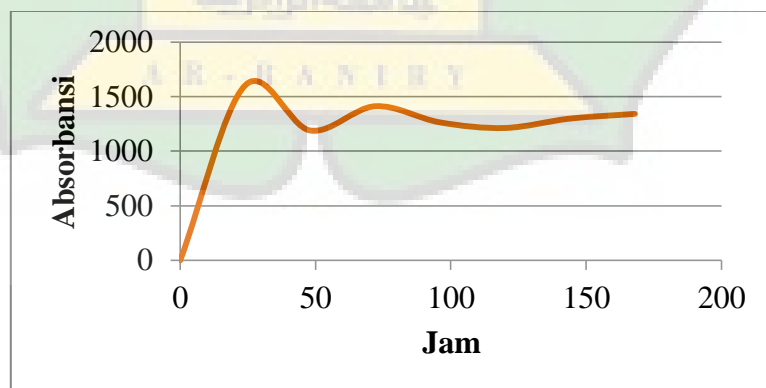
Uji degradasi hidrokarbon oleh isolat BO 13 dan BO 14 dilakukan dengan membuat suspensi bakteri dengan dengan kerapatan sel 10^{-8} CFU/mL kemudian dibandingkan dengan kekeruhan larutan *Mac Farland* 0.5. Isolat kemudian diinokulasikan pada media *Nutrient Broth* (NB) dengan konsentrasi berbeda, lalu diinkubasi selama 7 hari. Kurva pertumbuhan isolat BO 13 1 % (Gambar IV.3), BO 13 2 % (Gambar IV.4), BO 13 3 % (Gambar IV.5) dan BO 14 1% (Gambar IV.6.), BO 14 2% (Gambar IV.7.) dan BO 14 3% (Gambar IV.8.).



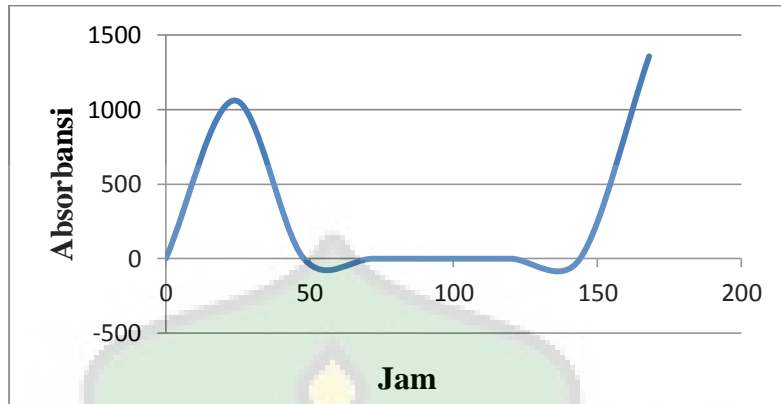
Gambar IV.3. Kurva pertumbuhan isolat BO 13 pada media NB dengan konsentrasi 1 %



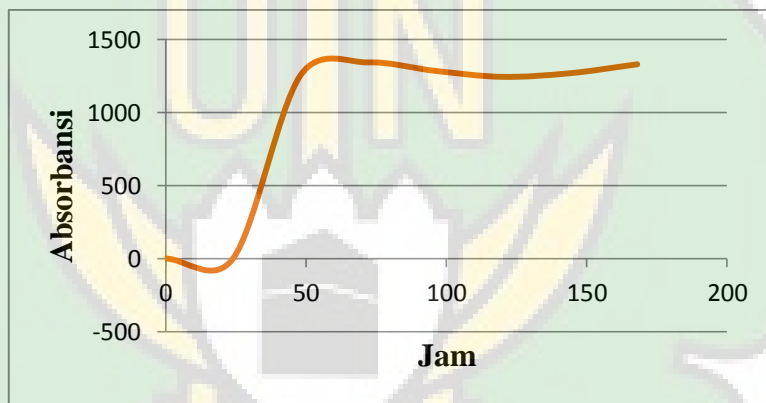
Gambar IV.4. Kurva pertumbuhan isolat BO 13 pada media NB dengan konsentrasi 2 %



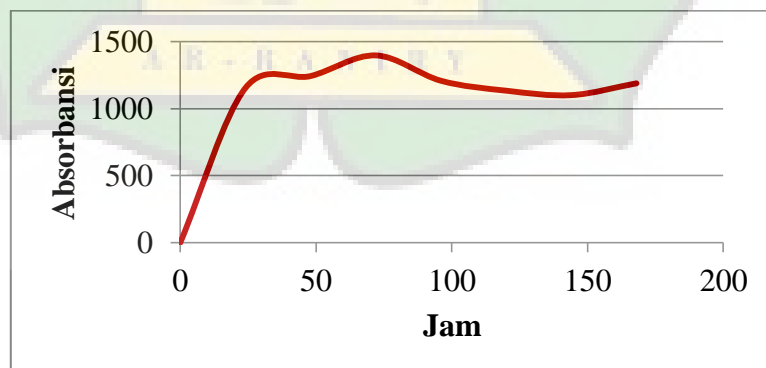
Gambar IV.5. Kurva pertumbuhan isolat BO 13 pada media NB dengan konsentrasi 3 %



Gambar IV.6. Kurva pertumbuhan isolat BO 14 pada media NB dengan konsentrasi 1%



Gambar IV.7. Kurva pertumbuhan isolat BO 14 pada media NB dengan konsentrasi 2%



Gambar IV.8. Kurva pertumbuhan isolat BO 14 pada media NB dengan konsentrasi 3%

IV.2. Pembahasan

IV.2.1. Karakteristik Bakteri dari Tanah Bengkel Pendegradasi Senyawa Hidrokarbon pada Limbah Oli

Isolasi dan pemurnian bakteri pendegradasi hidrokarbon menggunakan media *Nutrient Agar* (NA) dengan tambahan oli diperoleh sebanyak 15 isolat, berdasarkan pengamatan morfologi semua isolat memiliki ciri morfologi bentuk koloni tidak beraturan, bulat dan titik, warna koloni putih dan kekuningan, tepian koloni rata dan bergelombang, elevasi koloni cembung, timbul dan datar, permukaan koloni halus (Tabel IV.1.). Menurut Walid *et al.*, (2019) karakteristik pada isolat bakteri yang berbeda-beda disebabkan oleh perbedaan lingkungan biotik dan abiotik serta faktor tempat tumbuh seperti medium pertumbuhan dan suhu lingkungan.

Hasil penelitian Marzuki dkk, (2019) diperoleh isolat bakteri yang diisolasi dari tanah yang tercemar minyak bumi, diantaranya isolat bakteri dengan karakter morfologi yang berbeda terpilih sebagai bakteri yang berpotensi mendegradasi hidrokarbon. Andhini *et al.*, (2018) juga telah mengisolasi isolat bakteri dengan karakter yang berbeda yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi hidrokarbon dari sampel air laut.

Umumnya genus *Pseudomonas* memiliki karakteristik koloni bulat dan tidak beraturan, warna koloni putih kekuningan, tepian koloni bergerigi dan bergelombang, dan elevasi koloni rata, datar dan membukit, hal ini sesuai dengan pernyataan Andhini *et al.*, (2018) menyatakan bahwa genus *Pseudomonas* memiliki koloni dengan bentuk yang juga bulat, dengan pinggiran berbentuk gerigi, permukaannya

rata dan berwarna putih. Genus *Bacillus* memiliki karakteristik bentuk koloni bulat tidak beraturan, warna putih kekuningan tepian rata dan bergelombang rata dan cembung, sesuai dengan pernyataan Larasati, *et al.*, (2018) yaitu *Bacillus* memiliki ciri karakteristik bentuk koloni bulat, berwarna putih, krem dan bening, serta memiliki elevasi yang cembung dan datar.

Penambahan penggunaan bakteri sebagai agens bioremediasi yang berperan dalam perombakan bertujuan untuk menghilangkan atau mengubah bahan cemaran yang berbahaya menjadi senyawa sederhana yang tidak berbahaya dari bahan-bahan alam yang didegradasi seperti tanah, lumpur, air tanah atau air permukaan limbah industri yang tercemar minyak bumi. Bakteri secara spesifik menggunakan karbon dari hidrokarbon minyak bumi sebagai nutrisi (Wignyanto, 2020).

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi dan pengujian biokimia teridentifikasi bakteri dengan golongan kode isolat BO 1, BO 2 (*Bacillus*), kode isolat BO 3, BO 5, BO 9 (*Bacillus*), kode isolat BO 4, BO 6 BO 10 (*Bacillus*), kode isolat BO 7 (*Bacillus*), BO 8 (*Bacillus*), kode isolat BO 11 (*Pseudomonas*), BO 12 (*Pseudomonas*) dan BO 13 (*Pseudomonas*).

Genus *Bacillus* bisa dalam proses biodegradasi menghasilkan surfaktan (*Fengycin, Iturin A dan surfactin*), surfaktan yang paling kuat adalah *Lipopeptide siklik surfactin*. Mekanisme biodegradasi hidrokarbon oleh *Bacillus* adalah dengan menggunakan hidrokarbon sebagai sumber karbon dan energi. Proses ini akan menghasilkan CO₂, H₂O dan biomassa sel, selama proses berlangsung bakteri akan mengeluarkan metabolit-metabolit kedalam media berupa asam, surfaktan dan gas

yang dapat menurunkan pH dan tegangan media yang menyebabkan minyak terdispersi. Bakteri selanjutnya memproduksi enzim yang dapat mendegradasi hidrokarbon tersebut dengan cara mengeksploitasi kebutuhan energi. Selama pertumbuhan bakteri akan mengeluarkan enzim yang bergabung dengan substansi membentuk senyawa kompleks kemudian terurai membentuk produk lain. Tingkat kemudahan degradasi tergantung pada panjang rantai hidrokarbon (Gultom, 2019)

Hasil penelitian Shaumi (2018), diperoleh beberapa isolat dari genus *Bacillus*, degradasi tertinggi dengan konsentrasi 1% dan 3% ditunjukkan oleh *Bacillus cereus* dan untuk konsentrasi 2% ditunjukkan oleh *Bacillus* sp. Menurut Sayuti *et al.*, (2022) *Bacillus cereus* juga mampu mendegradasi hidrokarbon pada tiga kondisi salinitas yang berbeda dilihat dari persentase TPH terdegradasi selama waktu inkubasi 15 hari sebanyak 24,9% dalam medium dengan kadar salinitas 0,3, 23,4% dalam medium dengan kadar salinitas 9,4, dan 21% dalam medium dengan kadar salinitas 19,6.

Hasil penelitian Novianty *et al.*, (2020) menyatakan bahwa hidrokarbon *crude oil* dapat didegradasi oleh *Pseudomonas* sp. selama waktu inkubasi 16 hari dengan persentasi 52,20% adalah bakteri paling unggul jika dibandingkan dengan isolat lainnya. Genus *Pseudomonas* adalah bakteri gram negatif yang berbentuk batang. *Pseudomonas* biasanya hidup di tanah dan air, bakteri ini mampu mendegradasi hidrokarbon polisiklik aromati. dan memanfaatkan sumber karbon sebagai energi dan pertumbuhan mampu menggunakan respirasi aerob dan anaerob dan mampu tumbuh dalam nutrient yang sedikit (Wayoi, 2018).

Masing-masing isolat bakteri *Bacillus* dan *Pseudomonas* memiliki resistensi yang berbeda-beda terhadap logam berat yang diujikan. Salah satu mekanisme resistensi terhadap logam berat yang dimiliki genus *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas putida* adalah biosorpsi. Kemampuan biosorpsi bakteri *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas putida* karena adanya eksopolisakarida berupa alginat yang mengandung gugus karboksil sebagai tempat pengikatan logam berat. Hampir semua mekanisme resistensi bakteri dikode di dalam plasmid dan transposon. Plasmid merupakan molekul DNA di luar kromosom yang membawa beberapa gen. Sedangkan transposon adalah fragmen DNA (gen) yang mampu melepaskan diri berpindah pada bagian lain genom suatu organisme dan hal itu memungkinkan transfer gen atau mutasi spontan yang menyebabkan bakteri resisten terhadap logam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri *B.cereus* dan *P.putida* mampu menyerap logam berat (Fe, Cu dan Zn) dalam tanah tercemar minyak bumi sehingga menurunkan konsentrasi logam (Fe, Cu dan Zn) di dalam semua media perlakuan (Lailiya, 2021).

Berdasarkan hasil uji katalase kedua isolat yaitu BO 13 dan BO 14 menunjukkan hasil uji positif adanya gelembung oksigen. Bakteri katalase akan memecahkan hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi H_2O dan O_2 dimana parameter yang menunjukkan adanya aktivitas katalase tersebut adalah munculnya gelembung-gelembung udara (Susana, 2017). Uji katalase positif isolat bakteri ditandai dengan gelembung-gelembung oksigen yang menunjukkan bahwa organisme yang

bersangkutan menghasilkan enzim katalase yang mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen.

Hasil uji *Sulfat Indol Motility* (SIM) isolat BO 13 menunjukkan hasil uji negatif karena karena pertumbuhan bakteri hanya terjadi di sekitar tusukan dan tidak terbentuknya lapisan (cincin) berwarna merah muda pada permukaan media karena bakteri ini tidak membentuk indol dari triptophan sebagai sumber karbon dan dapat diketahui dengan menambahkan larutan kovaks. Sedangkan isolat BO 14 menunjukkan hasil uji positif karena terlihat pertumbuhan bakteri yang menyebar pada media yang artinya bakteri ini bergerak (motil) (Gultom, 2019).

Hasil uji urease BO 13 dan BO 14 menunjukkan hasil negatif hal ini ditandai dengan tidak terjadinya perubahan warna media merah-jingga menjadi merah-ungu yang artinya bakteri ini tidak memiliki enzim urease untuk menghidrolisis urea menjadi ammonium dan CO₂.

Pengujian biokimia menunjukkan sifat metabolisme dari bakteri. Hal ini menjadi dasar identifikasi pada bakteri. Hasil identifikasi bakteri dapat dilihat pada Tabel IV.4.

Tabel IV.4. Karakteristik dan Uji Biokimia Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon.

Karakteristik	<i>Pseudomonas</i> (BO 11)	<i>Pseudomonas</i> (BO 12)	<i>Pseudomonas</i> (BO 13)
Gram	-	-	-
Bentuk Sel	Batang	Batang	Batang
Warna	Putih-kekuningan	Putih	Putih-kekuningan
Bentuk Koloni	Bulat	Tidak-beraturan	Bulat
Tepian	Bergerigi	Bergelombang	Bergerigi
Elevasi	Datar	Rata	Membukit
SIM	+	+	-
Urease	-	-	+
TSIA	-	-	-
Glukosa	-	-	-
Laktosa	-	-	-
Sukrosa	-	-	-
Gas	-	-	-
H ₂ S	-	-	-
Katalase	+	+	+
Endospora	-	-	-
	Sudrajat, (2015) Mujahid, (2015) Hasyimuddin, (2016)	Sudrajat, (2015) Mujahid, (2015) Hasyimuddin, (2016)	Sudrajat, (2015) Mujahid, (2015) Hasyimuddin, (2016)

Karakteristik	<i>Bacillus</i>	(BO 1, BO 2)	<i>Bacillus</i>	(BO 3, BO 5, BO 9)	<i>Bacillus</i>	(BO 4, BO 6, BO 10)
Gram	+	+	+	+	+	+
Bentuk Sel	Batang	Batang	Batang	Batang	Batang	Batang
Warna	Putih	Putih-kekuningan	Kuning	Putih-kekuningan	Kuning	Putih-kekuningan
Bentuk Koloni	Bulat	Bulat-Tidak beraturan	Tidak beraturan	Bulat-Titik-titik	Bulat	Bulat-Tidak beraturan
Tepian	Rata	Rata	Bergerigi	Rata-Bergelombang	Rata	Rata-Bergelombang
Elevasi	Cembung	Rata-Cembung	Cembung	Rata-Cembung	Cembung	Cembung-Datar
SIM	-	-	-	-	+	+
Urease	-	+	-	-	-	+
TSIA	-	-	-	-	-	-
Glukosa	-	-	-	-	+	+
Laktosa	-	-	-	-	-	-
Sukrosa	-	-	-	-	-	-
Gas	-	-	-	-	-	+
H ₂ S	-	-	-	-	-	-
Katalase	+	+	+	+	+	+
Endospora	+	+	+	+	+	+
	Ganjar, (2018) Sudrajat, (2015) Lima (2020) Hasyimuddin, 2016)		Ganjar, (2018) Sudrajat, (2015) Lima (2020) Hasyimuddin, 2016)		Ganjar, (2018) Sudrajat, (2015) Lima (2020) Hasyimuddin, 2016)	

Karakteristik	<i>Bacillus</i>	(BO 7)	<i>Bacillus</i>	(BO 8)	<i>Bacillus</i>	(BO 14, BO 15)
Gram	+	+	+	+	+	+
Bentuk Sel	Batang	Batang	Batang	Batang	Batang	Batang
Warna	Putih	Putih	Putih	Putih	Putih	Putih
Bentuk Koloni	Tidak beraturan	Tidak beraturan	Bulat	Bulat	Tidak beraturan	Tidak beraturan
Tepian	Rata	Rata	Rata	Rata	Bergerigi	Bergelombang
Elevasi	Cembung	Cembung		Cembung	Cembung	Cembung
SIM	+	+	+	+	+	+
Urease	-	-		+	-	-
TSIA						
Glukosa	-	-	-	-	+	+
Laktosa	-	-	-	-	-	-
Sukrosa	-	-	-	-	-	-
Gas		-		-		+
H ₂ S	-	-	-	-	-	-
Katalase	+	+	+	+	+	+
Endospora	+	+	+	+	+	+
	Ganjar, (2014) Sudrajat, (2015) Lima (2020) Hasyimuddin, 2016)		Ganjar, (2014) Sudrajat, (2015) Lima (2020) Hasyimuddin, 2016)		Ganjar, (2014) Sudrajat, (2015) Lima (2020) Hasyimuddin, 2016)	

IV.2.2. Uji Potensi Bakteri dari Tanah Bengkel dalam Mendegradasi Senyawa

Hidrokarbon pada Limbah Oli

Bakteri yang diperoleh dari hasil isolasi selanjutnya dilakukan pengujian kemampuan bakteri dalam mendegradasi hidrokarbon. Kurva pertumbuhan bakteri digunakan untuk melihat aktifitas bakteri dalam mendegradasi hidrokarbon selama pengujian. Metode yang digunakan dalam pengukurannya menggunakan spektrofotometer UV dengan panjang gelombang 540 nm. Pengukuran dilakukan setiap hari selama 7 hari masa inkubasi, adanya perubahan kekeruhan dan aktivitas pada media uji menandakan terjadinya degradasi hidrokarbon dan penggunaan sumber karbon oleh bakteri.

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi isolat bakteri untuk pengujian dipilih berdasarkan ukuran besar koloni, dari 15 isolat yang ada bakteri dengan kode isolat BO 13 dan isolat BO 14 terpilih sebagai isolat yang akan dilakukan pengujian potensinya dalam uji degradasi. Kurva pertumbuhan isolat BO 13 dengan konsentrasi oli 1% (Gambar IV.3.) menunjukkan fase lag terjadi pada hari ke 0-48 jam masa inkubasi, kemudian fase eksponensial terjadi pada jam 48-120 jam, dan fase stasioner terjadi pada 144 jam kemudian fase kematian terjadi pada jam 168.

Kurva pertumbuhan BO 13 dengan konsentrasi oli 2% (Gambar IV.4.) fase lag dan fase eksponensial terjadi pada hari ke 0-24 jam, fase stasioner terjadi pada 24-48 jam, kemudian pertumbuhan bakteri terjadi naik dan turun. Perbedaan waktu

generasi tergantung pada komponen penyusun media kultur, semakin kompleks medium pertumbuhan semakin lama waktu generasi dibutuhkan.

Kurva pertumbuhan isolat BO 13 3% (Gambar IV.5.) fase lag dan eksponensial terjadi pada hari ke 0-24 jam, fase stasioner pada 24-48 jam, dan tidak terjadi fase kematian karena nutrisi pada media masih tersedia sehingga bakteri masih dapat tumbuh dengan baik. Menurut Sari *et al.*, (2021), kenaikan nilai absorbansi menunjukkan bakteri dalam fase eksponensial. Penambahan jumlah bakteri menunjukkan bakteri dapat memenuhi nutrisi dan memanfaatkan substrat yang ada.

Kurva pertumbuhan isolat BO 14 1% (Gambar IV.6.) fase lag terjadi pada hari ke 0, kemudian dilanjutkan dengan fase eksponensial pada jam 0-24 jam, fase stasioner terjadi pada 24 jam masa inkubasi, kemudian bakteri mengalami penurunan pertumbuhan dari 24-144 jam masa inkubasi. Menurut Puspitasari *et al.*, (2020), penurunan jumlah bakteri pada akhir masa inkubasi menunjukkan bahwa kandungan nutrisi dalam media mulai berkurang, diantaranya adalah nutrient N dan P sebagai nutrisi untuk pertumbuhan bakteri.

Penurunan jumlah nilai absorbansi pada masa inkubasi disebabkan oleh terjadinya akumulasi bahan beracun (*toxic*) pada medium pertumbuhan yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan bakteri, hal lain yang menjadi penyebab turunnya nilai absorbansi adalah penurunan jumlah atau kandungan nutrisi dalam medium sehingga jumlahnya menjadi terbatas (Nurchayati *et al.*, 2019).

Kurva pertumbuhan isolat BO 14 2% (Gambar IV.7.) menunjukkan fase lag terjadi pada hari ke 0-24 jam dan fase eksponensial terjadi pada masa inkubasi 24 jam

kemudian fase stasioner pada 48 jam masa inkubasi, pada kasus ini isolat belum mengalami fase kematian karena disebabkan oleh masih terdapatnya sumber nutrisi pada media.

Kurva pertumbuhan isolat BO 14 3% (Gambar IV.8.) fase lag terjadi pada hari ke 0, fase eksponensial terjadi pada 0-24 jam masa inkubasi, fase stasioner terjadi pada 72 jam, kemudian bakteri mengalami penurunan pertumbuhan bakteri, hingga akhirnya tumbuh lagi pada hari terakhir masa inkubasi. Meningkat kenaikan nilai absorbansi pada hari ke 7 disebabkan oleh adanya bakteri yang masih hidup, yang menandakan bahwa bakteri memiliki masa pertumbuhan yang lama (Safitriani *et al.*, 2017).

Bakteri mampu beradaptasi pada lingkungan yang tercemar hidrokarbon dengan beberapa cara, yaitu pembentukan bagian hidrofobik pada dinding sel sehingga meningkatkan afinitas sel terhadap hidrokarbon, menghasilkan surfaktan ekstraselular yang dapat meningkatkan kelarutan hidrokarbon dan dapat melakukan modifikasi intraselular membran sitoplasmik yang berguna untuk mengurangi toksisitas hidrokarbon terhadap bakteri (Novianty *et al.*, 2020).

Kemampuan bakteri menghasilkan enzim yang mampu memecah senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Enzim monooksigenase dan enzim dioksigenase yang dihasilkan oleh bakteri mampu membuka rantai ikatan karbon pada cincin aromatik dan menghasilkan alkohol primer. Enzim dioksigenase mampu mendegradasi PAH menjadi cis-dihidrodiol, molekul-molekul ini selanjutnya

akan digunakan oleh bakteri sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan dan energi (Puspitasari *et al.*, 2020).



BAB V

PENUTUP

V.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil isolasi bakteri pendegradasi limbah oli dari tanah bengkel diperoleh 15 isolat bakteri, yaitu BO 1, BO 2, BO 3, BO 4, BO 5, BO 6, BO 7, BO 8, BO 9, BO 10, BO 14 dan BO 15 yang teridentifikasi dari genus *Bacillus* dan isolat BO 11, BO 12 dan BO 13 teridentifikasi dari genus *Pseudomonas*. Karakteristik isolat bakteri pendegradasi limbah oli sel berbentuk batang terdiri dari Gram positif dan negatif, bentuk morfologi koloni berbentuk bulat dan tidak beraturan, tepian koloni bergerigi dan bergelombang, elevasi koloni rata dan membukit, warna koloni putih dan kekuningan. Hasil identifikasi kedua isolat pendegradasi limbah oli yaitu isolat BO 13 merupakan genus *Pseudomonas* dan isolat BO 14 merupakan genus *Bacillus*.
2. Hasil uji potensi bakteri pendegradasi hidrokarbon adalah isolat BO 13 memiliki pertumbuhan paling baik pada media *Nutrient Broth* dengan konsentrasi 1% pada hari ke lima dengan nilai absorbansi tertinggi 1.650. Isolat BO 14 pertumbuhan terbaik pada media *Nutrient Broth* dengan konsentrasi 3% dengan nilai absorbansi tertinggi 1.396 pada hari ke dua.

V.2. Saran

Diharapkan kepada penelitian lanjutan untuk melakukan optimasi pertumbuhan bakteri pendegradasi dari hidrokarbon untuk mendapatkan kemampuan degradasi yang lebih baik.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahda, Y., & Fitri, L. (2017). Karakterisasi Bakteri Potensial Pendegradasi Oli Bekas pada Tanah Bengkel di Kota Padang. *Sainstek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 8(2), 98. <https://doi.org/10.31958/js.v8i2.470>.
- Amaliah, Z. Z. N., Bahri, S., & Amelia, P. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Limbah Cair Rendaman Kacang Kedelai. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 5(1), 253–257. <https://doi.org/10.33096/jffi.v5i1.320>.
- Andhini, N., Nursyirwani & Nedi, S. (2018). Isolasi Bakteri Pendegradasi Minyak dari Perairan Sekitar Pelabuhan Bengkalis Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol. 23 No 1. p-ISSN : 0853-7607 e-ISSN : 2721-8902. doi. 10.31258/jpk.
- 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>.
- Azharuddin, D. (2020). Proses Pengolahan Limbah B3 (Oli Bekas) Menjadi Bahan Bakar Cair dengan Perlakuan Panas yang Konstan. *Jurnal Austenit*, 12(2), 48–53. ISSN : 2085-1286 E-ISSN : 2622-7649.
- Cappucino, J. G. & Sherman, N. 2014. *Mikrobiologi A Laboratory Manual*. Pearson Education, Inc. United States of America. ISBN-13: 978-0-321-84022-6 ISBN-10: 0-321-84022-4.
- Dewi, D. N. S. (2015). Aktivitas Anti Bakteri Minyak Aksiri Batang Sereh (*Cymbopogon citratus*) Terhadap Propionibacterium Acne Secara In Vitro. Skripsi Fakultas Kedokteran, Universitas Jember. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/73587>. Diakses pada 22 Juni 2022.
- Dixit, A. M & Subba Rao, S. V. (2018). Uji Potensi Bakteri Pendegradasi Minyak Solar di Perairan Tanjung Perak Surabaya. *Jurnal Analytical Biochemistry*. Vol. 11 No. 1. ISBN: 0261-4189 ISSN: 10960309.
- Ganjar, I., & Prakasita, F. (2018). *Review Analisis Teknologi Degradasi Limbah Minyak Bumi untuk Mengurangi Pencemaran Air Laut di Indonesia*. 3(2), 80–86. ISSN 2503-2682 (Online) ISSN 2503-3654 (Cetak).

- Gultom, s. s. (2019). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Biosurfaktan pada Kolam Tanah *Gathering Station–Eor Plant* di PT. Bumi Siak Pusako–Pertamina Hulu, Provinsi Riau. *Jurnal Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau Pekanbaru*. https://www.academia.edu/download/61026430/Identifikasi_bakteri_420191026-129284-15nbwhs.pdf.
- Hadi, I., Suhendrayatna., & Muchlisin, Z. A. (2018). Status Mutu Air dan Kandungan Logam Berat pada Air dan Sedimen di Muara Krueng Aceh, Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*. p-ISSN: 2089-7790, e-ISSN: 2502-6194. DOI: 10.13170/depik.7.2.8606.
- Hasyim, U. H. (2016). Review: Kajian Adsorpsi Logam Dalam Pelumas Bekas dan Prospek Pemanfaatannya Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Konversi*, 5(1), 11. <https://doi.org/10.24853/konversi.5.1.11-16>.
- Hasyimuddin, H., Natsir Djide, M., & Farid Samawi, M. (2016). Isolasi Bakteri Pendegradasi Minyak Solar dari Perairan Teluk Pare-Pare. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 4(1), 41–46. <https://doi.org/10.24252/bio.v4i1.1119>.
- Herakasih, M. D & Ahda, Y. (2019). Bioaugmentation Effect of *Bacillus* sp. and *Pseudomonas* sp. Isolates on Lowering Used Lubricating Oil Contaminated Soil. *Jurnal Bio Sains*. Vol. 4 No. 1. ISSN: 2534-8731.
- Holifah, S., & Harjono, dan. (2018). Indonesian Journal of Chemical Science Analisis Penambahan Kotoran Kambing dan Kuda pada Proses Bioremediasi Oil Sludge di Pertambangan desa Wonocolo. *J. Chem. Sci*, 7(1), 1–8. p-ISSN 2252-6951 e-ISSN 2502-6844.
- Larasati, E.D., Rukmi, M.I., Kusdiyantini, E & Ginting, C.B. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat dari Tanah Gambut. *Jurnal Bioma*. Vol. 20 No. 1. p-ISSN: 1410-8801 e-ISSN: 2598-2370.
- Lailiya, N. R. (2020). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Toleran Terhadap Logam Berat PB pada Air dan Sedimen di Sungai Porong Sidoarjo Jawa Timur. Skripsi. UIN Sunan Ampel Surabaya. <http://digilib.uinsby.ac.id/id/eprint/46123>. Diakses pada 1 November 2022.
- Limaa S.D., Oliveiraa A.F., R. Golin., Lopesa V. C. P., D. S. Caixetaa., Z. M. Limaa., & E. B. Moraisa. (2020). Isolation and Characterization of Hydrocarbon-Degrading Bacteria from Gas Station Leaking Contaminated Groundwater In the Southern Amazon, Brazil. Vol. 80 NO.2. *Brazilian Journal of Biology*. ISSN 1519-6984 (Print) ISSN 1678-4375 (Online). <https://doi.org/10.1590/1519-6984.208611>.

- Marzuki, I., Amirullah., & Firiana (2010). Kimia dan Keperawatan. Penerbit: Pustaka As Salam. ISBN: 9786029714708, 6029714708. hal. 212.
- Mardyaningsih, M & Leki, A. (2018). Analisis Base Oil Hasil Proses Adsorpsi dan Pirolisis pada Oli Mesin Bekas. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol. 1 No. 1. ISSN: 2614-3445.
- Majolagbe, O. N., Olabemiwo, M. O., Ayandele, A., Omomowo, I. O., & Aina, D. A. (2019). Study on Bioremediation and Growth Curve Patterns of Bacteria Cultured in Hydrocarbon Formulated Media at Different Concentrations. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(12), 2612–2622. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.812.305>.
- Marzuki, I & Sattar. (2019). Aplikasi Mikrosimbion Spons dalam Bioremediasi Lingkungan. Penerbit: CV. Tohar Media. ISBN: 978-623-91288-3-8.
- Maulana, A., & Mursiti, S. (2017). Bioremediasi Logam Pb pada Limbah Tekstil dengan *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis*. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(3), 256–261. p-ISSN 2252-6951 e-ISSN 2502-6844.
- Mujahid, T. Y., Wahab, A & Padhiar, S. H., Subhan, S. A., Baloch M. N & Pirzada, Z. A. (2015). Isolation and Characterization of Hydrocarbon Degrading Bacteria from Petrol Contaminated Soil. *Journal of Basic & Applied Sciences*, Volume 11. ISSN: 1814-8085.
- Muslimah. (2017). Dampak Pencemaran Tanah dan Langkah Pencegahan. *Jurnal Penelitian agrisamudra*. Vol. 2 No. 1. doi: 10.33059/jpas.v2i1.224.
- Mukherjee, A. K., Bhagowati, P., Biswa, B. B., Chanda, A., & Kalita, B. (2017). A comparative intracellular proteomic profiling of *Pseudomonas aeruginosa* Strain ASP-53 Grown on Pyrene or Glucose As Sole Source of Carbon and Identification of Some Key Enzymes of Pyrene Biodegradation Pathway. *Journal of Proteomics*, 167, 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2017.07.020>.
- Novianty, R., Saryono, Awaluddin, A., & Pratiwi, Wahyu, N. (2020). Jurnal Teknik Kimia USU Bakteri Indigen Pendegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 09(1), 34–40. ISSN : 2337-4888.
- Nuryana D. (2017). Review: Bioremediasi Pencemaran Minyak Bumi. *Journal of Earth Energy Engineering*. Vol. 6 No. 2. ISSN: 2540-9352.

- Prakasita, I. G. F., & Wulansarie, R. (2018). Review Analisis Teknologi Degradasi Limbah Minyak Bumi untuk Mengurangi Pencemaran Air Laut di Indonesia. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 3(2), ISSN 2503-2682 (Online) ISSN 2503-3654 (Cetak).
- Puspitasari, I., Trianto, A., & Supriyanto, J. (2020). Eksplorasi Bakteri Pendegradasi Minyak dari Perairan Pelabuhan Tanjung Mas, Semarang. *Journal of Marine Research*, 9(3), 281–288. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.27606>.
- Ramadhan, B. (2017). Pengaruh Berat Kaolin Terhadap Konsentrasi Logam dan Senyawa Organik Pada Pengolahan Limbah Oli Bekas. Skripsi. Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/33309>. Diakses pada 22 Juni 2022.
- Rahmat & Nugrahayu. (2017). Evaluasi Sistem Penyimpanan Penghasil Limbah B3 Pelumas Bekas pada Bengkel Resmi Kabupaten Sleman, D.I Yogyakarta. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/12016>. Diakses pada 22 Juni 2022.
- Sari, H. C. P., Triajie, H., & Junaedi, A. S. (2021). Potensi Konsorsium Sampel Air Pelabuhan Kamal dan Bittern dalam Mendegradasi Solar. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(2), 195–204. <https://doi.org/10.14710/jkt.v24i2.10097>.
- Sayuti, I., Zulfarina & Widodo, T. J. (2022). Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan *Bacillus cereus* IMB-11 Selama Degradasi Hidrokarbon secara *In Vitro*. *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*. Vol. 8 No. 3. p-ISSN: 2442-9481 e-ISSN: 2685-7332.
- Safitriani., Thontowi, A., Yetti, E., Suryani & Yopi. (2017). Pertumbuhan Optimal Bakteri Laut *Pseudomonas aeruginosa* LBF-1-0132 dalam Senyawa Piren. *Jurnal Biologi Indonesia*. Vol. 13 No. 1. doi: <https://doi.org/10.14203/jbi.v13i1.3100>.
- Shaumi N., Nursyirwani & Feliatra. (2018). Kemampuan Degradasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Minyak Secara Molekuler Dengan Sekuens 16S rRNA. *Jurnal Faculty of Fisheries and Marine Science University of Riau*. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERIKA/article/viewFile/20793/20118>. Diakses pada 22 Juni 2022.
- Siskayanti, R., & Kosim, M. E. (2017). Analisis Pengaruh Perbedaan Jenis Minyak Lumas Dasar (Base oil) Terhadap Mutu Pelumas Mesin. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi, November*, 1–8. p- ISSN : 2407–1846 e-ISSN : 2460 –

8416.

- Sudrajat, D., Mulyana, N., & DL, T. R. (2015). Isolasi dan Aplikasi Mikroba Indigen Pendegradasi Hidrokarbon dari Tanah Tercemar Minyak Bumi. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah*, 101–109.
- Susana, M. (2017). Isolasi dan Karakteristik Bakteri Heterotrofik pada Perairan Laut Kawasan Pemukiman dan Perairan Bersalinitas Rendah di Kelurahan Purnama Dumai, Provinsi Riau. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru. *Identifikasi Bakteri Related Papers*. <https://www.neliti.com/publications/200987/isolation-and-characterization-of-heterotrophic-bacteria-from-residential-area-a>. Diakses pada 22 Juni 2022.
- Sumiardi, A. (2021). Laju Degradasi Senyawa Hidrokarbon yang Mencemari Tanah Oleh *Alterierythrobacter evoxidivorans* (DQ 304436) Dengan Stimulasi Fertilizer. *Jurnal Lingkungan dan Sipil*, 4(2), 121–137. <https://doi.org/10.47080/jls.v4i2.1460>.
- Walid, A., Novitasari, N., & Wardany, K. (2019). *Studi Morfologi Koloni Bakteri Udara di Lingkungan Fakultas Tarbiyah dan Tadris Institut Agama Islam Negeri Bengkulu*. 03(01), 10–14. pISSN: 2614-0500 eISSN: 2620-553X . <https://doi.org/10.24815/jipi.v3i1.12974>.
- Waluyo L. (2018). Bioremediasi Limbah. UMM Press. Malang. ISBN: 978-979-796-294-4.
- Wayoi, G. P. F. (2018). Bioremediasi Air Laut Terkontaminasi Limbah Minyak Menggunakan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *Tugas Akhir*, 1–5. http://digilib.unhas.ac.id/uploaded_files/temporary/DigitalCollection/NTNmZTU4ZDc5YTVmNGM2YjJiMjI2NzQwOWFkMGY1OWZjYjNiM2U1OA==.pdf. Diakses pada 22 Juni 2022.
- Welan, Yuliana S.L., Refli, Rony S. & Mauboy. (2019). Isolasi dan Uji Biodegradasi Bakteri Endogen Tanah Tumpahan Oli Bekas di Kota Kupang. *Jurnal Biotropikal Sains*. Vol. 16 No.1, 61- 72. <https://ejurnal.undana.ac.id/biotropikal/article/download/1248/998>. Diakses pada 7 November 2022.
- Wignyanto. (2020). Bioremediasi dan Aplikasinya. UB Press. Malang. ISBN: 978-602-432-963-1. 978-602-432-964-8 (elektronik).

- Xu, X., Liu, W., Tian, S., Wang, W., Qi, Q., Jiang, P., Gao, X., Li, F., Li, H., & Yu, H. (2018). Petroleum Hydrocarbon Degrading Bacteria for the Remediation of Oil Pollution Under Aerobic Conditions: A Perspective Analysis. *Frontiers in Microbiology*, 9(December), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02885>.
- Yahya, H. (2019). Analisis Kadar Air dan Total Petroleum Hydrocarbon (TPH) dari Proses Bioremediasi Limbah Oli dengan Metode Pengomposan. *Jurnal Serambi Engineering*, 4(1), 372. <https://doi.org/10.32672/jse.v4i1.846>.
- Yani, M., Charlena, C., Mas'ud, Z. A., Anas, I., Setiadi, Y., & Syakti, A. D. (2020). Isolation, Selection and Identification of Polyaromatic Hydrocarbons (PAHs) Degrading Bacteria from Heavy Oil Waste (How) Contaminated Soil. *Hayati Journal of Biosciences*, 27(2), 142–153. <https://doi.org/10.4308/hjb.27.2.142>
- Yudono, B., Estuningsih, S. P., Tri Handoko, M., & Said, M. (2020). Kinetics of Petroleum Oil Recovery in Bio Surfactant of *Brevundimonas diminuta* and *Pseudomonas citronellolis* Bacteria Solutions. *Icocsti 2019*, 105–112. <https://doi.org/10.5220/0008856401050112>.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry



SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH
Nomor: B- 655/Un.08/FST/KP.07.6/12/2021

TENTANG

**REVISI SURAT KEPUTUSAN DEKAN NOMOR: B-025/Un.08/FST/KP.06.7/01/2021 TANGGAL 19 JANUARI 2021
TENTANG PENETAPAN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH

- Menimbang** : a. bahwa sehubungan dengan adanya revisi judul serta pergantian dan penambahan dosen pembimbing Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh Semester Ganjil Tahun Akademik 2021/2022, maka dipandang perlu merevisi Surat Keputusan Dekan tentang Dosen Pembimbing dan Penguji Skripsi Program Studi Biologi dimaksud;
b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.
- Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
5. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013 Tentang Perubahan Institut Agama Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh menjadi Universitas Islam Negeri Ar- Raniry Banda Aceh;
6. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Keputusan Menteri Agama Nomor 21 Tahun 2015 Tentang Statuta UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
8. Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Nomor 01 Tahun 2015 Tentang Pemberian Kuasa dan Pendelegasian Wewenang Kepada Para Dekan dan Direktur Program Pascasarjana dalam Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;
9. Surat Keputusan Rektor UIN Ar- Raniry Banda Aceh Nomor 28 Tahun 2019 Tentang Satuan Biaya Khusus Tahun 2020 di Lingkungan UIN Ar- Raniry Banda Aceh;

Memperhatikan : Keputusan Sidang/Seminar Proposal/ Skripsi Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 06 Januari 2021.

MEMUTUSKAN

Menetapkan Kesatu : Menunjuk Saudara:
1. Syafrina Sari Lubis, M. Si Sebagai Pembimbing I
2. Diannita Harahap, M.Si Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing Skripsi:

Nama : Rossy Fatmawati Az
NIM : 160703015
Prodi : Biologi
Judul Skripsi : Karakterisasi dan Uji Potensi Bakteri dari Tanah Bengkel dalam Degradasi Senyawa Hidrokarbon pada Limbah Oli

Kedua : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan akhir Semester Genap Tahun Akademik 2021/2022 dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di Banda Aceh
Pada Tanggal 17 Desember 2021
Dekan,

Terbaca:

1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh,
2. Ketua Prodi. Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry,
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan,
4. Yang bersangkutan

Lampiran 2. Surat Izin Penelitian



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdur Rauf Kopelma Darussalam Banda Aceh
Telepon : 0651- 7557321, Email : uin@ar-raniry.ac.id

Nomor : B-2756/UN.08/FST-I/PP.00.9/09/2021

Lamp : -

Hal : *Penelitian Ilmiah Mahasiswa*

Kepada Yth,

1. Syafrina Sari Lubis, S.Si., M.Si
2. Kamaliah, S.Pd., M.Si

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Pimpinan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dengan ini menerangkan bahwa:

Nama/NIM : **ROSSY FATMAWATI AZ / 160703015**

Semester/Jurusan : XI / Biologi

Alamat sekarang : Lr. Jepara, Desa Rukoh

Saudara yang tersebut namanya diatas benar mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi bermaksud melakukan penelitian ilmiah di lembaga yang Bapak pimpin dalam rangka penulisan Skripsi dengan judul *Isolasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon dari Tanah Bengkel*

Demikian surat ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik, kami mengucapkan terimakasih.

Banda Aceh, 16 September 2021

an. Dekan

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kelembagaan,



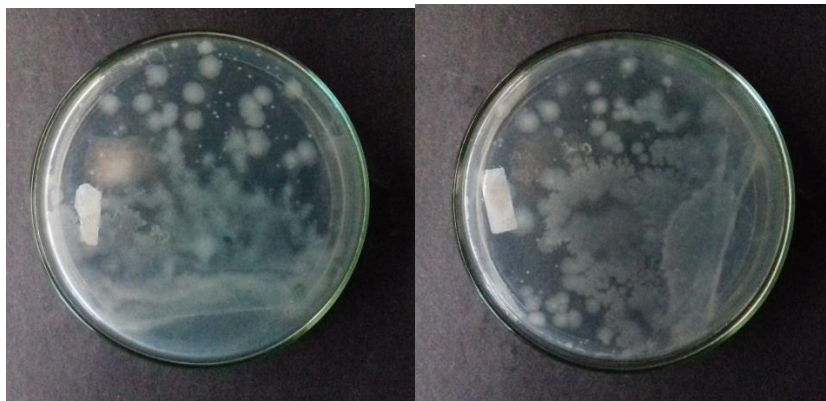
*Berlaku sampai : 11 Februari
2022*

Dr. Mizaj, Lc., LL.M.

Lampiran 3. Isolasi Bakteri



Isolasi bakteri



Bakteri dari tanah bengkel

Lampiran 4. Seleksi Bakteri



Seleksi bakteri

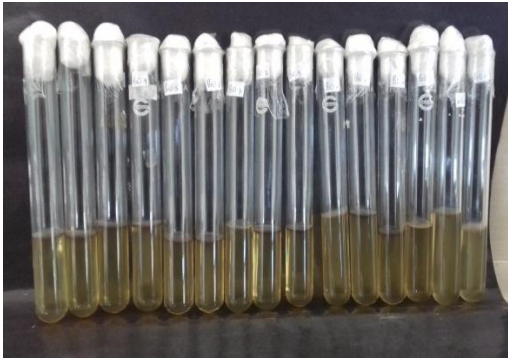


Isolat bakteri tanah bengkel

Lampiran 5. Hasil Uji Biokimia



Uji TSIA



Uji SIM



Uji Urease



Uji Katalase

Lampiran 6. Uji Kemampuan Bakteri dalam Mendegradasi Hidrokarbon



Penyiapan suspensi uji potensi

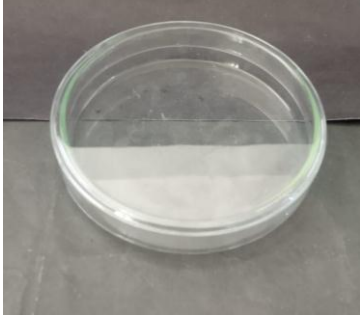

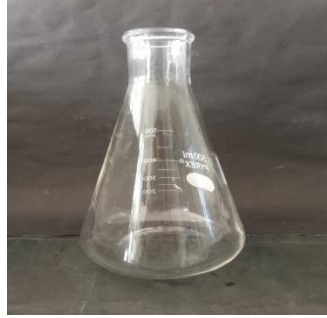








Media NB 100 mL



Pengukuran absorbansi

Lampiran 7. Daftar Alat dan Bahan Penelitian

		
Cawan petri	Tabung reaksi	Erlenmeyer
		
Pipet volumetrik	Inkubator	Mikroskop
		
Spektrofotometer	Timbangan analitik	Autoklaf

		
<p><i>Vortex</i></p>	<p><i>Hot plate</i></p>	<p><i>Freezer</i></p>
		
<p><i>Spatula</i></p>	<p><i>Kaca benda</i></p>	<p><i>Jarum ose</i></p>
		
<p><i>pH meter</i></p>	<p><i>Pembakar spritus</i></p>	<p><i>Media Nutrient Broth</i></p>

		
<p>Media <i>Nutrient Agar</i></p>	<p>Media TSIA</p>	<p>Media SIM</p>
		
<p>Media <i>Urea Base Agar</i></p>	<p>H₂O₂</p>	<p>Kristal violet</p>
		
<p>Larutan Iodium</p>	<p>Safranin</p>	<p>NaCl</p>



Oli Bekas



Aquadest



Alkohol

Lampiran 8. Harga Alat dan Bahan penelitian

Banyaknya	Alat/Bahan	Harga	Jumlah Harga
16,74 gram	Media <i>Nutrient Agar</i>	Rp.5.000	Rp.83.7000
21,2 gram	Media <i>Nutrient Broth</i>	Rp.5.000	Rp.106.000
4,85 gram	Media TSIA	Rp.5.000	Rp.24.250
3,63 gram	Media SIM	Rp.5.000	Rp.18.150
63 ml	NaCl Fisiologis	Rp.100	Rp. 6.300
27 ml	NaCl Fisiologis	Rp.100	Rp.2.900
6 gram	Media TSIA	Rp.6.000	Rp.36.000
15 ml	H ₂ O ₂	Rp.3.000	Rp.45.000
15 ml	<i>Melachite Green</i>	Rp.3.000	Rp.45.000
15 ml	Safranin	Rp.2.000	Rp.30.000
15 ml	Kristal Violet	Rp.2.000	Rp.30.000
15 ml	Lugol	Rp.3.000	Rp.45.000
15 ml	Safranin	Rp.2.000	Rp.30.000
			Jumlah : Rp. 502.300