

**POTENSI BAKTERI PENGHASIL BIOSURFAKTAN ASAL
KOLAM INLET OIL CATCHER 8 PT KPI RU III PLAJU
SEBAGAI AGEN BIODEGRADASI SENYAWA HIDROKARBON**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
Jurusan Biologi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

KEMAS MUHAMMAD ILHAM MAULANA

08041282025027



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Potensi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Asal Kolam
Inlet Oil Catcher 8 PT KPI RU III Plaju Sebagai
Agen Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon

Nama Mahasiswa : Kemas Muhammad Ilham Maulana

NIM : 08041282025027


Jurusan : Biologi

Telah disetujui untuk disidangkan pada 3 Juli 2024

Indralaya, 8 Juli 2024

Pembimbing

1. Dr. Elisa Nurnawati, M.Si.
NIP. 197504272000122001

()

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Potens. Bakteri Penghasil Biosurfaktan Asal Kolam
Inlet Oil Catcher 8 PT KPI RU III Pleju Sebagai
Agen Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon

Nama Mahasiswa : Kemas Muhammad Ilham Maulana

NIM : 08041282025027


Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Skripsi Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada
tanggal 3 Juli 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan
masukan yang diberikan.

Indralaya, 8 Juli 2024

Pembimbing

1. Dr. Elisa Nurnawati, M.Si.
NIP. 197504272000122001

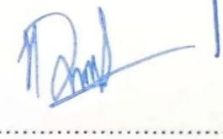
()

Pembahas

1. Dra. Muharni, M.Si.
NIP. 196306031992032001

()

2. Dwi Hardestyariki, S.Si., M.Si.
NIP. 198812112019032012

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya


Prof. Dr. Arum Setiawan, M.Si.
NIP. 197211221998031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Kemas Muhammad Ilham Maulana
NIM : 08041282025027
Jurusan : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan Strata Satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, 8 Juli 2024

Penulis,



Kemas Muhammad Ilham Maulana
NIM. 08041282025027

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Kemas Muhammad Ilham Maulana
NIM : 08041282025027
Jurusan : Biologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free-right*)” atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“Potensi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Asal Kolam Inlet Oil Catcher 8 PT
KPI RU III Plaju Sebagai Agen Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon”**

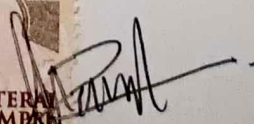
Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 8 Juli 2024

Penulis,




Kemas Muhammad Ilham Maulana
NIM. 08041282025027

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirobbil'alamin

Karya ini kupersembahkan sebagai bentuk Syukur ku kepada Sang Pencipta Ilmu Pengetahuan Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan Baginda Nabi Muhammad Sholallahu 'alaihi Wasallam. Terima kasih untuk kedua Orang tua hebatku, kakak dan Adikku tercinta, semua keluarga yang selalu mendo'akan serta sahabat kudedikasikan untuk almamater sebagai bentuk pengabdianku...

“Tidak perlu berfikir banyak hal, fokuslah pada apa yang harus difokuskan”

“Jadilah yang terbaik dan berilah yang terbaik dari mu, yakin pada rencanamu dan berdo'alah untuk hasilnya”

“Niscaya Allah SWT. Akan mengangkat derajat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Allah SWT.

Maha teliti apa yang kamu kerjakan”

(Q. S Al-Mujadalah/58:11)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya, kepada kita semua terutama penulis sehingga bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Potensi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Asal Kolam Inlet Oil Catcher 8 PT KPI RU III Plaju Sebagai Agen Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon”** sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik karena adanya bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing tugas akhir, Ibu Dr. Elisa Nurnawati, M.Si. atas bimbingan, arahan, saran, nasehat, dan kesabarannya selama pelaksanaan penelitian serta penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Taufik Marwa, SE., M.Si. selaku Rektor Universitas Sriwijaya
2. Bapak Prof. Dr. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Dr. Arum Setiawan, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Sarno, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, dukungan, semangat dan motivasi kepada penulis.
5. Ibu Dra. Muharni, M.Si., dan Ibu Dwi Hardestyariki, S.Si., M.Si., selaku dosen pembahas yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini.

6. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Biologi UNSRI yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis terkhusus Bapak Prof. Dr. H. Zulkifli Dahlan, M.Si., DEA. dan Ibu Prof. Dr. Hj. Hilda Zulkifli, M.Si., DEA yang menjadi inspirasi penulis selama berkuliah di Jurusan Biologi Universitas Sriwijaya.
7. Ibu Rosmania, M.Si selaku Analis Laboratorium Mikrobiologi dan Kak Agus Wahyudi, S.Si selaku Analis Laboratorium Genetika dan Bioteknologi serta Staff admin dan Karyawan Jurusan Biologi Terima Kasih atas bimbingannya.
8. Tim Penelitian Mikrobiologi, teman-teman Asisten Mikrobiologi, Asisten Biologi Molekuler terutama Seperjuangan Penelitian Barudak Tantrum, serta Tim Tangki Amoniak Terima kasih telah berbagi canda tawa, dukungan dan nasihat selama penulis berada dalam proses penelitian tugas akhir.
9. Seluruh keluarga besar Biologi UNSRI 2020, Biologi Boy, Kakak tingkat dan Adik tingkat dan alumni serta semua rekan-rekan Biologi UNSRI yang selalu memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah berjasa kepada penulis.

Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi masyarakat maupun civitas akademika lainnya yang ingin melanjutkan penelitian ini sehingga dapat berkembang menjadi lebih baik.

Indralaya, 8 Juli 2024

Penulis,

Kemas Muhammad Ilham Maulana
NIM. 08041282025027

**POTENTIAL OF BIOSURFACTANT-PRODUCING BACTERIA FROM
INLET OIL CATCHER 8 PT KPI RU III PLAJU AS A BIODEGRADATION
AGENT FOR HYDROCARBON COMPOUNDS**

**Kemas Muhammad Ilham Maulana
08041282025027**

SUMMARY

Energy needs for human life activities continue to increase in Indonesia by 1,185.56 BOE (*Barrel of Oil Equivalent*) which is dominated by fossil energy such as petroleum. This has led to the expansion of exploration and exploitation activities for petroleum management which indirectly produces waste in the form of hydrocarbon compounds and is classified as quite dangerous because it is toxic to the environment. Management of petroleum liquid waste and the decomposition of hydrocarbon compounds needs to be done, one of which is through bioremediation using microorganisms. The biodegradation mechanism for petroleum hydrocarbon compounds using bacteria will be more effective if the bacteria are able to produce biosurfactants by emulsifying and reducing surface tension.

This research aims to obtain bacterial isolates that are capable of producing biosurfactants and their activity in reducing surface tension and their ability to emulsify petroleum hydrocarbon compounds. This research was carried out from November 2023 to April 2024 at the Microbiology Laboratory, Genetics and Biotechnology Laboratory, Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University, Indralaya.

The stages of this research began with taking water contaminated with hydrocarbon compounds at the Inlet Oil Catcher Pertamina RU III Plaju, then isolating bacteria, purifying and screening bacteria, followed by biosurfactant activity tests and finally characterization and identification of bacteria. The results obtained were that 3 of the 6 bacterial isolates were able to form clear zones on blood agar as an initial screen for biosurfactant producing bacterial isolates. Biosurfactant activity was measured by testing the distribution of oil on petroleum from each isolate OC8B, OC8E, OC8F with the highest results at the 60th hour of observation, namely 0.75 cm, 0.95 cm and 1.1 cm. The greatest emulsification ability after an incubation time of 72 hours was 37.9%, 42.8%, 27.5% which shows its potential as a bioremediation agent for hydrocarbon compounds. Isolates OC8B and OC8E were thought to have characteristics of the genus *Bacillus* because endospores were found, while isolate OC8F was identified and suspected to be from the genus *Listeria*.

Keywords: *indigenous bacteria, hydrocarbon compounds, biosurfactant, biosurfactant activity.*

POTENSI BAKTERI PENGHASIL BIOSURFAKTAN ASAL KOLAM INLET OIL CATCHER 8 PT KPI RU III PLAJU SEBAGAI AGEN BIODEGRADASI SENYAWA HIDROKARBON

Kemas Muhammad Ilham Maulana
08041282025027

RINGKASAN

Kebutuhan energi untuk aktivitas kehidupan manusia terus meningkat di Indonesia sebesar 1.185,56 BOE (*Barrel of Oil Equivalent*) yang didominasi oleh energi fosil seperti minyak bumi. Hal tersebut menyebabkan terjadinya perluasan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi pengelolaan minyak bumi yang secara tidak langsung menghasilkan limbah berupa senyawa hidrokarbon dan tergolong cukup berbahaya karena bersifat toksik terhadap lingkungan. Pengelolaan limbah cair minyak bumi dan penguraian senyawa hidrokarbon perlu dilakukan salah satunya melalui bioremediasi dengan menggunakan mikroorganisme. Mekanisme biodegradasi senyawa hidrokarbon minyak bumi menggunakan bakteri akan menjadi lebih efektif jika bakteri tersebut mampu memproduksi biosurfaktan dengan adanya emulsifikasi dan penurunan tegangan permukaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri yang mampu menghasilkan biosurfaktan serta aktivitasnya dalam menurunkan tegangan permukaan dan kemampuannya mengemulsifikasi senyawa hidrokarbon minyak bumi. Penelitian ini dilaksanakan pada November 2023 sampai dengan April 2024 di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Genetika dan Bioteknologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya, Indralaya.

Tahapan penelitian ini diawali dari pengambilan air yang terkontaminasi senyawa hidrokarbon di Inlet Oil Catcher Pertamina RU III Plaju, kemudian isolasi bakteri, pemurnian dan skrining bakteri dilanjutkan uji aktivitas biosurfaktan terakhir karakterisasi serta identifikasi bakteri. Hasil yang diperoleh terdapat 3 dari 6 isolat bakteri yang mampu membentuk zona jernih pada agar darah sebagai skrining awal isolat bakteri penghasil biosurfaktan. Aktivitas biosurfaktan diukur dengan uji penyebaran minyak dari masing-masing isolat OC8B, OC8E, OC8F dengan hasil tertinggi pada pengamatan jam ke-60 yaitu 0,8 cm; 1,1 cm; dan 0,95 cm. Kemampuan emulsifikasi terbesar setelah waktu inkubasi 72 jam secara berurutan sebesar 37,9%, 42,8%, dan 27,5% yang menunjukkan adanya potensi sebagai agen biodegradasi senyawa hidrokarbon. Isolat OC8B dan OC8E diduga memiliki karakteristik yang identik dari genus *Bacillus* karena ditemukannya endospora sedangkan isolat OC8F teridentifikasi dan diduga dari genus *Listeria*.

Kata Kunci: *bakteri indigen, senyawa hidrokarbon, biosurfaktan, aktivitas biosurfaktan.*

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
SUMMARY.....	ix
RINGKASAN.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Hidrokarbon Minyak Bumi.....	6
2.2 Kontaminasi Senyawa Hidrokarbon Minyak Bumi.....	7
2.3 Teknik Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon Minyak Bumi.....	9
2.4 Potensi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Sebagai Agen Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon Minyak Bumi	10
2.5 Biosurfaktan.....	12
2.5.1 Karakteristik Biosurfaktan.....	12
2.5.2 Jenis-jenis Biosurfaktan.....	14

2.6 Mekanisme Biosurfaktan dalam Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon	
Minyak Bumi.....	16
2.6.1 Penurunan Tegangan Permukaan.....	16
2.6.1 Aktivitas Emulsifikasi	17
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.3 Metode Penelitian.....	19
3.3.1 Pengambilan Sampel.....	19
3.3.2 Isolasi Bakteri.....	20
3.3.3 Pembuatan Starter Bakteri.....	21
3.3.4 Pembuatan Kurva Standar.....	22
3.3.5 Produksi Biosurfaktan Bakteri.....	23
3.3.6 Uji Aktivitas Biosurfaktan.....	23
3.3.6.1 Uji <i>Oil Displacement</i>	23
3.3.6.2 Uji Emulsifikasi.....	24
3.3.7 Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri.....	24
3.3.7.1 Pengamatan Morfologi.....	24
3.3.7.2 Uji Biokimia.....	25
3.3.7.3 Uji Fisiologis.....	27
3.3.7.4 Identifikasi Bakteri.....	28
3.4 Penyajian Data.....	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Isolasi Bakteri Indigen Asal Kolam Inlet Oil Catcher 8 PT KPI RU III	
Plaju.....	29
4.2 Skrining Hemolisis Isolat Bakteri Penghasil Biosurfaktan.....	32
4.3 Aktivitas Biosurfaktan Bakteri	33
4.3.1 Aktivitas <i>Oil Displacement</i>	33
4.3.2 Aktivitas Emulsifikasi.....	36

4.4 Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Indigen Penghasil Biosurfaktan.....	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....	50
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Surfaktan.....	13
Gambar 2.2. Mekanisme Gaya Kohesi-Adhesi Terhadap Pembentukan Droplet.....	16
Gambar 3.1. Pengukuran Zona Bening.....	23
Gambar 4.1. Hasil Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Indigen Asal Kolam Inlet Oil Catcher PT KPI RU III Plaju.....	30
Gambar 4.2. Hasil Hemolisis Isolat Bakteri Indigen Asal Kolam Inlet Oil Catcher PT KPI RU III Plaju.....	32
Gambar 4.3. Aktivitas <i>Oil Displacement</i> Biosurfaktan Isolat Bakteri.....	34
Gambar 4.4. Zona Bening <i>Oil Displacement</i> Biosurfaktan.....	36
Gambar 4.5. Aktivitas Emulsifikasi Biosurfaktan Isolat Bakteri.....	37
Gambar 4.6. Emulsi Biosurfaktan.....	38
Gambar 4.7. Pengamatan Mikroskopis Sel dan Endospora Bakteri.....	41

DAFTAR TABEL

2.1. Peran Ekonomi Biosurfaktan dari Strain Bakteri.....	15
4.1 Hasil Pengukuran Kualitas Air Kolam Inlet Oil Catcher 8 PT KPI RU III Plaju.....	29
4.2 Hasil Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Indigen Asal Kolam Inlet Oil Catcher 8 PT KPI RU III Plaju.....	31
4.3 Hasil Karakterisasi Morfologi, Biokimia, dan Fisiologis Isolat Bakteri Indigen Asal Kolam Inlet Oil Catcher 8 PT KPI RU III Plaju.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi untuk aktivitas kehidupan manusia terus meningkat. Penggunaan energi di Indonesia sebesar 1.185,56 BOE (*Barrel of Oil Equivalent*) yang didominasi oleh energi fosil seperti minyak bumi (KESDM, 2022). Hal tersebut menyebabkan terjadinya perluasan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi pengelolaan minyak bumi. Selama proses kegiatan pengilangan didapatkan hasil akhir pengelolaan minyak bumi berupa produk limbah cair, padat, dan gas. Komponen limbah cair minyak bumi berupa senyawa hidrokarbon dan tergolong cukup berbahaya karena bersifat toksik terhadap lingkungan serta dapat menyebabkan terjadinya kerusakan ekosistem (Syafrizal *et al.*, 2020).

Pengelolaan limbah cair minyak bumi umumnya dilakukan secara fisika seperti penyerapan minyak maupun secara kimia menggunakan pengemulsian dengan bahan kimia sintetik. Hal ini secara tidak langsung memberikan dampak kontaminasi terhadap lingkungan dan juga memerlukan biaya yang mahal. Pengelolaan limbah cair minyak bumi dan penguraian senyawa hidrokarbon perlu dilakukan secara biologi salah satunya melalui bioremediasi dengan menggunakan mikroorganisme. Teknologi bioremediasi dapat mereduksi polutan di air dan tanah yang berasal dari limbah minyak bumi dengan cara mendegradasi senyawa organik seperti hidrokarbon dan memiliki keuntungan karena biaya produksi yang murah serta ramah lingkungan (Waluyo, 2018).

Bioremediasi dapat dilakukan dengan memanfaatkan bakteri indigen yang secara alamiah ditemukan pada tempat terkontaminasi senyawa hidrokarbon seperti kolam limbah cair industri perminyakan. Penggunaan bakteri indigen dikarenakan kemampuannya beradaptasi di lingkungan terkontaminasi hidrokarbon. Penelitian yang dilakukan Mas'ud (2018), bakteri indigen terbukti mampu memanfaatkan minyak bumi (*petroleum*) sebagai sumber karbon sehingga memiliki aktivitas hidrokarbonoklastik. Bakteri hidrokarbonoklastik mampu mendegradasi senyawa hidrokarbon dan memanfaatkannya sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan dan reproduksi sel (Novianty *et al.*, 2020).

Biodegradasi senyawa hidrokarbon oleh bakteri terjadi ketika adanya proses metabolisme dan dihasilkannya enzim emulsifikasi. Bakteri mengeluarkan biosurfaktan untuk mengemulsi campuran senyawa hidrokarbon melalui peningkatan kontak permukaan sel yang bersifat hidrofobik dengan minyak melalui proses adsorpsi (Mijaya *et al.*, 2019). Penelitian Kamallia *et al.* (2021), isolat bakteri asal limbah cair tahu dari genus *Agrobacterium*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, dan *Serratia* mampu menghasilkan biosurfaktan. Penelitian Utamy *et al.* (2021), bakteri indigen dari air kolam anaerob IPAL industri minyak sawit yaitu *E. aerogenes* dan *P. mirabilis* mampu menghasilkan biosurfaktan dengan indeks emulsifikasi sebesar 30% dan 36,7%.

Mekanisme biodegradasi senyawa hidrokarbon minyak bumi menggunakan bakteri akan menjadi lebih efektif jika bakteri tersebut mampu memproduksi biosurfaktan. Zia dan Tetty (2023), menyatakan bahwa bakteri *Bacillus spp.* mampu menghasilkan biosurfaktan lipopetida dengan adanya emulsifikasi dan

penurunan tegangan permukaan. Penelitian Khan *et al* (2021), menyatakan bahwa bakteri penghasil biosurfaktan meningkatkan proses degradasi senyawa hidrokarbon dari 16% menjadi 28% dibanding strain bakteri yang tidak mampu memproduksi biosurfaktan. Bakteri memproduksi biosurfaktan pada jam ke-48 ketika memasuki fase stasioner sejalan dengan pertumbuhan bakteri sampai jam ke-144 dan biosurfaktan termasuk sebagai senyawa metabolit sekunder yang dieksresikan (Gozan *et al.*, 2015; Schlegel dan Hans, 1994).

Biosurfaktan yang diproduksi oleh bakteri berupa senyawa aktif yang memiliki aktivitas penurunan tegangan permukaan yang diekskresi oleh permukaan sel bakteri. Menurut Riyanto *et al* (2021), biosurfaktan memiliki gugus molekul hidrofilik dan hidrofobik dengan fungsi menurunkan tegangan permukaan molekul antara minyak dan air melalui proses emulsifikasi. Sifat biosurfaktan dimana tingkat toksisitas yang rendah, mudah terdegradasi di lingkungan serta memiliki toleransi yang tinggi terhadap salinitas, pH dan temperatur yang ekstrim (Costa *et al.*, 2018). Hal inilah yang menjadikan peningkatan laju bioremediasi senyawa hidrokarbon (Amelia dan Harmin, 2021).

Berdasarkan kemampuannya dalam menurunkan tegangan permukaan senyawa hidrokarbon minyak bumi, biosurfaktan dari bakteri dapat digunakan sebagai bahan untuk teknik bioremediasi senyawa hidrokarbon limbah cair minyak bumi melalui bioremediasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan isolat bakteri indigen yang mampu menghasilkan biosurfaktan dan berpotensi menjadi agen biodegradasi senyawa hidrokarbon dalam pengelolaan limbah cair minyak bumi di industri perminyakan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah isolat bakteri indigen yang di isolasi dari Inlet Oil Catcher 8 PT KPI RU III Plaju berpotensi menghasilkan biosurfaktan?
2. Bagaimana aktivitas biosurfaktan *oil displacement* dan emulsifikasi yang dihasilkan bakteri indigen?
3. Bagaimana karakteristik dan identitas bakteri indigen penghasil biosurfaktan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mendapatkan bakteri indigen dari kolam Oil Catcher 8 PT KPI RU III Plaju yang berpotensi menghasilkan biosurfaktan.
2. Untuk menganalisis aktivitas biosurfaktan *oil displacement* dan emulsifikasi yang dihasilkan bakteri indigen.
3. Untuk mengetahui karakteristik dan identitas bakteri indigen penghasil biosurfaktan.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi mengenai kemampuan bakteri indigen sebagai penghasil biosurfaktan sebagai agen biodegradasi senyawa hidrokarbon dalam proses pengelolaan limbah cair minyak bumi.
2. Memberikan informasi mengenai potensi dan aktivitas biosurfaktan bakteri berupa *oil displacement* dan emulsifikasi dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon untuk pengelolaan limbah cair minyak bumi.

3. Memberikan informasi mengenai karakteristik dan identitas bakteri penghasil biosurfaktan sehingga dapat menjadi referensi penelitian lebih lanjut mengenai proses pengelolaan limbah cair minyak bumi.
4. Mendapatkan potensi biosurfaktan dari bakteri untuk menggantikan senyawa surfaktan sintetik yang sering digunakan dalam pengelolaan senyawa hidrokarbon limbah cair minyak bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abril, A. G., Monica, C., Karola, B., Jorge, B. V., Pilar, C. M., Angeles, S. P., dan Tomas, G. V. (2021). Karakterisasi Proteomik Resistensi Antibiotik pada *Listeria* dan Produksi Faktor Antimikroba dan Virulensi. *IJMS*. 22(15): 8141.
- Adebajo, S.O., Akintokun, P.O., Ojo, A.E, Akinkotun, A.K., dan Badmos, O.A. (2020). Recovery of Biosurfactant Using Different Extraction Solvent by Rhizospheric Bacteria Isolated from Rice-husk and Poultry Waste Biochar Amended Soil. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*. 7(1): 252-266.
- Ainul, A., M. Hasbi., Eko, P. (2021). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Asal Limbah Cair Perbengkelan. *Jurnal Ilmu Perairan*. 9(1): 31-37.
- Alvionita, M., dan Rukman, H. (2021). Pengaruh Jenis Sumber Nitrogen pada Produksi Biosurfaktan oleh Bakteri Halofil. *Indonesia Journal of Chemical Analysis*. 4(1): 11-17.
- Amelia, N., dan Harmin, S. T. (2021). Kajian Pengaruh Penggunaan Biosurfaktan Rhamnolipida dan Surfaktin pada Proses Bioremediasi Tanah Tercemar Crude Oil. *Jurnal Teknik ITS*. 10(2): F76-F81.
- Apriyanthi, D. P. V., Ayu, S. L. W., dan Ni, P. W. (2022). Identifikasi Bakteri Kontaminasi pada Gelang Tri Datu. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*. 7(2): 24-33.
- Aswin, F. R., dan Rasyidah. (2023). Isolasi Bakteri Penghasil Biosurfaktan yang Berperan Sebagai Agen Bioemulsifiers pada Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit di Kecamatan Medan Labuhan. *Journal Biology Education Science and Technology*. 6(2): 169-175.
- Ayun, A. et al. (2020). *Kimia Organik*. Bandung: Widia Bhakti Persada
- Cappucino, J., dan Chad, W. (2017). *Microbiology a Laboratory Manual Eleventh Edition*. Pearson Education Limited: England.
- Catin, M. M., Anais, A. C., Jean, L. P., dan Catherine, P. (2016). Hemolisis Oleh Surfaktan - Sebuah Tinjauan. *Advances in Colloid and Interface Sciene*. 228: 1- 16.
- Christova, N., Lyudmila, K., Lilyana, N., Petar, P., dan Ivanka, S. (2019). Biodegradation of Crude Oil Hydrocarbons by A Newly Isolated

- Biosurfactant Production Strain. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*. 33(1): 863-872.
- Citra, S. dan Nurhasana. (2021). Skrining Bakteri Penghasil Biosurfaktan dari Air Laut Tercemar Minyak di Pelabuhan Panjang Lampung. *Rafflesia Journal of Natural and Applied Sciences*. 1(1): 50-58.
- Cooper, D. G., dan Goldenberg, B. G. (1987). Surface Active Agents of Two *Bacillus* Species. *Application Surrounds Microbiol*. 53(2): 224-229.
- Costa, J. A. V., Helen, T., Lucielen, O. S., dan Vilasia, G. M. (2018). Chapter 16- Solid-State Fermentation for the Production of Biosurfactants and Their Applications. Current Developments in Biotechnology and Bioengineering (Current Advances in Solid-State Fermentation). *Current Advances in Biotechnology and Bioengineering*. Chapter (6): 357-372.
- Fachria, R. (2021). Aplikasi Biosurfaktan *Bacillus subtilis* ATCC 19659 dengan Media Produksi Limbah Tahu untuk *Enhanced Oil Recovery*. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 9(2): 101-107.
- Fadilah, W., Rasyidah., dan Ulfayani, M. (2022). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Heterotrofik pada Kawasan Perairan Pantai Indah Kalangan, Tapanuli Tengah. *Jurnal of Biological Science*. 9(2): 306-317.
- Gani, H. Z. A., Bagyo. Y., dan Arief, R. (2022). Penerapan Metode *Activated Sludge* dalam Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Beru. *Jurnal Dinamika Lingkungan Indonesia*. 9(2): 135-143.
- Gozan, M., Fatimah, N. I., Nanda, C. dan Haris, A. (2014). Produksi Biosurfaktan oleh *Pseudomonas Aeruginosa* dengan Substrat Limbah Biodiesel Terzonasi untuk Peningkatan Perolehan Minyak Bumi. *Warta IHP*. 31(2): 39-44.
- Habibi, S., Hwi, Y. L., Hector, M. H., James, G., dan Adrienne R. M. (2019). Dampak Surfaktan Konsentrasi Rendah pada Respon Dielektroforesis Sel Dara Merah. *Jurnal Biomikrofluida*. 13(5): 4101
- Hamidah, M. N., Laras Rianingsih., dan Romadhon. (2019). Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat dari Peda dengan Jenis Ikan Berbeda Terhadap *E. coli* dan *S. aureus*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*. 1(2): 11-21.
- Harahap, M. R., Lola, D. A., dan Asrul, H. M. (2020). Analisis Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) pada Limbah Cair dengan Menggunakan Metode Spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Amina*. 2(2): 79-83.
- Hasyimudin., M Natsir, D., dan M Farid, S. (2016). Isolasi Bakteri Pendegradasi Minyak Solar Dari Perairan Teluk Pare-Pare. *Jurnal Biogenesis*. 4(1): 41-46.

- Irene, D. S., I Gusti, N. P. D., dan Ni Luh Putu Ria, P. (2020). Identifikasi Bakteri yang Berpotensi Mendegradasi Hidrokarbon dari Substrat Mangrove dengan Tekstur Berpasir, Berlumpur, dan Tanah Liat. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 6(2): 175-184.
- Islamiah DN, Rahmawati, Linda R. (2017). Jenis-Jenis Bakteri Rizosfer Kawasan Tanah Mangrove *Avicennia* di Kelurahan Terusan, Kecamatan Mempawah Hilir, Kalimantan Barat. *Protobiont* 6: 165-172.
- Ita, P., Agus. T., dan Jusup. S. (2020). Eksplorasi Bakteri Pendegradasi Minyak dari Perairan Pelabuhan Tanjung Mas, Semarang. *Journal of Marine Research*. 9(3): 281-288.
- Jagtap, S. S., Woo, M., Kim, T. S., Dhairman, S. S., Kim, D., dan Lee, J. K. (2014). Phytoremediation of Diesel Contaminated Soil and Saccharification of the Resulting Biomass. *Fuel*. 116: 292-298.
- Jha, S. S., Sanket, J. J., dan Geetha, S. J. (2016). Lipopeptide Production by *Bacillus subtilis* R1 and its Possible Applications. *Brazilian Journal of Microbiology*. 47(4): 955-964.
- Kamallia, S., M. Hasbi., dan Budijono. (2021). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Asal Limbah Cair Tahu UD. Dika Putra, Provinsi Riau. *Jurnal Ilmu Perairan*. 9(1): 16-22.
- Karim, H., Sahribulan., Muhammad, J., dan Norna. (2023). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Indigenous Potensial Pendegradasi Isopropilamina Glifosfat from Red Onion Cultivation Fields in Enrekang Regency. *Jurnal Sainsmat*. 12(2): 178-191.
- Karlapudi, A. P., TC. Vencastewarulu., Jahnavi, T., Lohit, K., Bharath, K. R., Vijaya, R. D., Dirisalaa., Vidya, P. K. (2018). Role Of Biosurfactants In Bioremediation Of Oil Pollution-a Review. *Petroleum*. 4(3): 241-249.
- Kementerian ESDM. (2022). *Handbook of Energy and Economy Statistic of Indonesia*. Jakarta: KESDM.
- Khan, A. H. A., Sundus, T. Shagufta, A., Mariam, A., Aneesa, S., Mahzar, I. dan Sohail, Y. (2021). Role Of Nutrients In Bacterial Biosurfactant Production and Effect Of Biosurfactant Production On Petroleum Hydrocarbon Biodegradation. *Ecological Engineering*. 104(A): 158-164.
- Kosasi, C., Widya, A. L., dan Sri, S. (2019). Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri yang Berasosiasi dengan Alga (*Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh Serta Identifikasi Secara Biokimia. *Jurnal Pharmacon*. 8(2): 351-359.

- Kubicki S, Bollinger A, Katzke N, Jaeger KE, Loeschcke A, Thies S. (2019). Marine Biosurfactants: Biosynthesis, Structural Diversity and Biotechnological Applications. *Marine Drugs*.17(7): 1-30.
- Mahalingam, P. U., dan Sampath, N. (2014). Isolation, Characterization, and Identification of Bacterial Biosurfactant. *European Journal of Experimental Biology*. 4(6): 59-64.
- Mahreni., Dyah, R. L., dan Mitha, P. (2021). *Biosurfaktan*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
- Mardiah. I., Ika, F., Syarif, H., dan Nur, A. A. (2022). Pemanfaatan Minyak Jelantah untuk Optimasi Produksi Biosurfaktan dari *Brevundimonas terrae*. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 22(1): 29-36.
- Marta, CI. S., Casarrubias, ML. B., Chavira, BE. R., dan Moorillon, GV. N. (2015). Biosurfactants as Useful Tools in Bioremediation. *Advances in Bioremediation of Wastewater and Polluted Soil*. 5: 95-109.
- Mas'ud, A. (2018). Analisis Kemampuan Biodegradasi Hidrokarbon Petroleum Oleh Isolat Bakteri Laut Dari Kolam Air Pelabuhan Paotere Makassar Secara *In Vitro*. *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 9(17): 22-31.
- Mijaya, M. R. S., Nur, A. Y., Ardiansyah., dan Nurhayani, H. M. (2019). Isolasi dan Seleksi Bakteri Pendegradasi Solar dari Pelabuhan Penyeberangan Kendari – Wawonii, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Penelitian Biologi*. 6(2): 995-1006.
- Moura, A., et al. (2019). Atypical Hemolytic *Listeria innocua* Isolates Are Virulent, Albeit Less than *Listeria monocytogenes*. *American Society for Microbiology Molecular Pathogenesis Infect Immun*. 87(4): e00758-18.
- Novianty, R., Saryono., Amir, A., dan Nova, W. P. (2020). Bakteri Indigen Pendegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi di Kabupaten Siak Provinsi Riau. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 9(1): 34-40.
- Nuryanti, S., Fitriana, F., dan Pratiwi, A. R. (2021). Karakterisasi Isolat Bakteri Penghasil Selulosa dari Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 13(1): 71-79.
- Oktavia, R., Endang, N., Sri, W., dan Sumardi. (2022). Kemampuan *Basillus* sp. Sebagai Bioremediasi Bahan Pencemaran. *Jurnal Bioterdidik. Wahana Ekspresi Ilmiah*. 10(2): 110-124.
- Plazar, M. J., dan Chan, E. C. S. (1986). *Dasar-Dasar Mikrobiologi I*. Universitas Indonesia Press: Jakarta.

- Prakasita, I. G. F. dan 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): 80-86.
- Puspita, F., Muhammad, A., dan Ridho, P. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Bakteri *Basillus* sp Endofitik dari Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Agrotek. Trop*. 6(2): 44-49.
- Puspitasari, I., Agus, T., dan Jusup, S. (2020). Eksplorasi Bakteri Pendegradasi Minyak dari Perairan Pelabuhan Tanjung Mas, Semarang. *Journal of Marine Research*. 9(3): 281-288.
- Rachamwati, D., Fredinan, Y. Cecep, K., Mennofatria, B., dan Ety, P. (2016). Dampak Hidrokarbon Aromatik Terhadap Ekosistem Mangrove Di Kawasan Binalatung Kota Tarakan Kalimantan Utara. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 23(3): 295-303.
- Rahmayanti, L., Dita, M. R., dan Larashati. (2021). Analisis Pemanfaatan Sumber Daya Energi Minyak Dan Gas Bumi Di Indonesia. *Jurnal Sains Edukatika Indonesia (JSEI)*. 3(2): 9-16.
- Reningtyas dan Mahreni, R. (2015). Biosurfaktan. *Jurnal Eksergi*. 12(2): 12-22.
- Riswayanto. (2009). *Kimia Organik Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Riyanto, C. L. R., Sumardi., Salman, F., Christina, N. E., dan Achmad, A. (2021). Aktivitas Biosurfaktan *Serratia marcescens* strain MBC1 dalam Mengemulsikan Solar dengan Variasi pH dan Media. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. 8(3): 114-122.
- Sapitri, A., dan Afrinasari, I. (2019). Identifikasi *Echerichia coli* pada Cincau yang Dijual di Pasar Baru Stabat. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*. 2(2): 18-23.
- Sanches, M. A., Isabella, G. L., Ana, CA. C., Erica, S. S., Patricia, M. A., Harish, K. C., dan Joao, F. B. Joao, V. B. (2021). Production of Biosurfactants by *Ascomycetes*. *International of Jurnal Microbiology*. 21: 1-11.
- Santos, D. K. F., Raquel, D. R., Juliana, M. L., Valdemir, A. S., dan Leonie, A. S. (2016). Biosurfactants: Multifunctional Biomolecules of the 21st Century. *International Journal of Molecular Sciences*. 17(3): 1-31.
- Sari, D. P., Hermansyah. A., dan Rina, E. (2020). Isolasi Bakteri dari Tanah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Air Sebakul Sebagai Agen Biodegradasi Limbah Plastik Polyethylene. *Alotrop, Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*. 4(2): 98-106.

- Sari, M., Fifi, A., dan Wien, K. (2015). Potensi Bakteri Lumpur Minyak Sebagai Pendegradasi Biosurfaktan dan Antimikroba. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas Indonesia*. 1(1): 85-88.
- Saruni, N. H., Syafiqah, A. R., Syahir, H., Siti Aqlima A., Siti Aisyah A., Wan, L. W. J., Jerzy, S., dan Nur, A. Y. (2019). Comparative Screening Methods for the Detection of Biosurfactant Producing Capability of Antarctic Hydrocarbon-degrading *Pseudomonas* sp.. *Journal Of Environmental Microbiology And Toxicology*. 7(1): 44-47.
- Sayuti, I., dan Suratni. (2015). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Hidrokarbonoklastik dari Limbah Cair Minyak Bumi GS Cevron Pasifik Indoensia di Desa Benar Kecamatan Rimba Melintang Rokan Hilir. *Prosiding Semirata 2015 bidang MIPA BKS-PTS Barat Universitas Tanjung Pura Pontianak*. 320-334.
- Schlegel dan Hans, G. (1994). *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: UGM Press, 501.
- Seniati., Marbiah., dan Andi, I. (2019). Pengukuran Kepadatan Bakteri *Vibrio harveyi* Secara Cepat dengan Menggunakan Spectofotometer. *Jurnal Agrokompleks*. 19(2): 12-19.
- Setiani, N. A., Nia, A., Irma, M., Syarif, H., dan Dewi, A. (2020). Potensi *Basillus cereus* dalam Produksi Biosurfaktan. *Jurnal Biologi Udayana*. 24(2): 135-141.
- Silva, R. C., Darne, G. A., Raquel, D. R., Juliana, M. L., Valdemir, A. S., dan Leonie, A. S. (2014). Applications of Biosurfactants in the Petroleum Industry and the Remediation of Oil Spills. *Int. Journal Mol Science*. 15(7): 12523-12542.
- Suharno., Dirk Y. P. R., dan Puguh, S. (2023). *Buku Ajar Pengantar Bioremediasi*. Yogyakarta: Deepublish Digital.
- Sukmawati, S. (2018). Isolasi Bakteri Selulolitik dari Limbah Kulit Pisang. *Jurnal Biotropic*. 2(1): 46-52.
- Sumathi, R., dan Yogananth N. (2016). Isolation and Identification of Biosurfactant Producing *Pseudomonas aeruginosa* from Marine Sediment Samples and Its Antimicrobial Properties. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*. 3(12): 200-12.
- Sumiardi, A. (2021). Karakterisasi Biokimia Biosurfaktan yang Dihasilkan Bakteri *Altermonas macleodii* Y 18228 Sebagai Agen Pendegradasi Senyawa Hidrokarbon. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 4(1): 43-55.
- Syafrizal., Restiya, R., Tri, P., Zulkifliani., Onie, K., Novie, A., Yanny, H., dan Rofiqoh. (2020). Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon Minyak Bumi

- Menggunakan Aktifitas Konsorium Sedimen Laut Dalam. *Journal Lemigas*. 54(2): 81-91.
- Syarifah, I. U., dan Tisna, H. (2022). Analisis Kandungan Minyak Sawit dan Lemak pada Limbah Outlet Pabrik Kelapa Sawit Aceh Tamiang. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. 4(1): 15-19.
- Terziyski, I., Alexandrova, L., Stoineva, I., Christova, N., Todorov, R., dan Cohen, R. (2014). Foam and Wetting Films From Rhamnolipids Produced by *Pseudomonas aeruginosa* BN 10. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 460: 299-105.
- Tortora, G. J., Funke, B. R., dan Case, C. L. (2018). *Microbiology an Introduction*. S. Beuparlant, Ed. 13th ed. Pearson.
- Tjampakasari, C. R., dan Nadyatul, H. (2023). Kultivasi dan Identifikasi Bakteri Anaerob *Bacteroides fragilis*. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*. 3(11): 3717-3729.
- Utamy, G., M. Hasbi., Eko, P. (2021). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Penghasil Biosurfaktan pada Air Kolam Anaerob IPAL Industri Minyak Kelapa Sawit. *Jurnal Sumber Daya dan Lingkungan Akuatik*. 2(2): 231-240.
- Waluyo, L. (2018). *Bioremediasi Limbah*. Malang: UMM Press.
- Wu, B., Jianlong, X., Li, Y., Lixin, H., Lina Y., dan Yuandong, M. (2022). Biosurfactant Production by *Bacillus subtilis* SL and its Potential to Improve Oil Recovery in Permeabilite Reservoirs. *Jurnal of Nature*. 12: 7785
- Yagoo, A., dan Jelin, V. (2023). Extraction of Biosurfactant from *Pseudomonas aeruginosa* Inhabiting Oil-Spilled Soils. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*. 9(58): 1-9.
- Yuliana, C., Rukman, H., dan Deana, W. 2019. Produksi dan Optimasi Biosurfaktan dari Bakteri Halofilik *Chormohalobacter japonicus* BK-AB18. *Jurnal Cheesa*. 2(2): 56-65.
- Yuswita, E., Siti, N., dan Winiati, P. R. (2016). Identifikasi *Listeria* spp. Pada Pangan Jualan Berbasis Ikan di Kota Bogor. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 27(1): 10-16.
- Zia, K., dan Tetty, M. L. (2023). Potency of *Bacillus* spp. as Biosurfactant Resources for Processing of Waste Lubricating Oil. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 8(2): 69-78