

**SELEKSI BAKTERI YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN MEOR
(*Microbial Enhanced Oil Recovery*) DARI SUMUR MINYAK DI
KECAMATAN TUNGKAL ILIR**

SKRIPSI

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

Oleh :

MEDIYA ASTRI

08041382025111



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

2025

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Seleksi Bakteri yang Berpotensi sebagai Agen MEOR
(*Microbial Enhanced Oil Recovery*) dari Sumur
Minyak di Kecamatan Tungkal Ilir

Nama Mahasiswa : Mediya Astri

NIM : 08041382025111

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Biologi

Telah disidangkan pada tanggal 20 Mei 2025

Indralaya. Mei 2025

Pembimbing :

1. Dwi Hardestyariki, S. Si., M. Si.
NIP. 198812112019132012


(.....)

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Seleksi Bakteri yang Berpotensi sebagai Agen MEOR
(*Microbial Enhanced Oil Recovery*) dari Sumur
Minyak di Kecamatan Tungkal Ilir

Nama Mahasiswa : Mediya Astri

NIM : 08041382025111

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Biologi

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya Pada
Tanggal 20 Mei 2025 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai
masukan yang diberikan.

Indralaya, Mei 2025

Pembimbing :

1. Dwi Hardestyariki, S.Si., M.Si.
NIP. 198812112019132012

(.....)

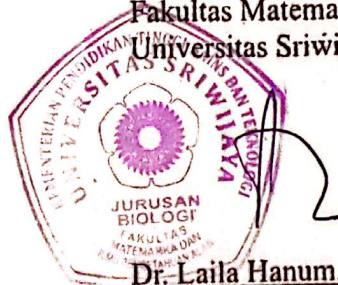
Pembahas :

1. Dra. Muharni, M.Si.
NIP. 196306031992032001
2. Dr. Elisa Nurnawati, M.Si.
NIP. 197504272000122001

(.....)

(.....)

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



Dr. Laila Hanum, M. Si
NIP. 197308311998022001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Mediya Astri
NIM : 08041382025111
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/
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 sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya ssebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, Mei 2025



Mediya Astri
NIM. 08041382025111

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Mediya Astri
NIM : 08041382025111
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/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:

"Seleksi Bakteri yang Berpotensi sebagai Agen MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*) dari Sumur Minyak di Kecamatan Tungkal Ilir"

Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), 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, Mei 2025



Mediya Astri
NIM. 08041382025111

HALAMAN PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirobbil'alamin

“Terima kasih untuk diri sendiri yang tetap kuat disetiap prosesnya, jangan bandingkan dirimu dengan orang lain dan tetaplah menjadi versi terbaik dirimu.

Teruslah bermanfaat untuk hal-hal baik”

“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)

Ku persembahkan skripsi ini untuk :

- ❖ Allah SWT atas Segala Limpahan Rahmat, Nikmat dan Karunia-Nya sehingga aku diberikan Kesempatan Menuntut Ilmu Sejauh Ini.
- ❖ Rasullulah Muhammad SAW sebagai Suri Tauladan
- ❖ Ayah dan Mamak yang Tidak Pernah Lelah Berjuang untuk Aku, Cak dan Adek.
- ❖ Dosen Pembimbingku
- ❖ Semua Orang yang Terlibat dalam Prosesku
- ❖ Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

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 **“Seleksi Bakteri Yang Berpotensi Sebagai Agen MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*) Dari Sumur Minyak Di Kecamatan Tungkal Ilir”** 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 Dwi Hardestyariki, S. Si., 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. Ibu Dr. Laila Hanum, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dwi Hardestyariki, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan, dukungan, semangat dan motivasi kepada penulis.
5. Ibu Dra. Muharni, M.Si. dan Ibu Dr. Elisa Nurnawati, 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.
7. Ibu Rosmania, S.T 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. Orang tuaku tercinta, Ayahku Marjanudin dan Mamakku Maliya, kakakku Megi Alfajri, adikku Muhammad Lio Aldi yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepadaku. Terima kasih sudah menjadi alasan terbesar penulis tetap kuat dan bertahan sejauh ini.
9. Keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan moril dan materil selama penulis melaksanakan penelitian.
10. Seluruh keluarga besar Biologi UNSRI yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis.
11. PT. Pertamina EP Asset 1 Ramba Field yang telah memfasilitasi penelitian penulis.
12. 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, Mei 2025

Penulis,

Mediya Astri
NIM. 08041382025111

**SELECTION OF BACTERIA THAT HAS THE POTENTIAL TO BE MEOR
(*Microbial Enhanced Oil Recovery*) AGENTS FROM OIL WELLS IN
TUNGKAL ILIR SUB-DISTRICT**

**Mediya Astri
08041382025111**

SUMMARY

Petroleum is one of the natural resources produced in Indonesia as an energy source, in several oil well there is a decreased in oil well productivity. There are several techniques for recovery oil well productivity, MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*) is one of the techniques to recovery oil well in reservoirs. The main character of bacteria that can be used as oil recovery agents is that they are resistant to hot temperatures, producing gases and biosurfactant

The purpose of the research was obtain isolates indigenous bacteria from well oil at Tungkall Ilir District and determine the potential of bacteria, determine the identity of bacteria that have the potential to used MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*) agent. The research was conducted from Januari 2024 to Juli 2024 at the Microbiology Laboratory, Genetics and Biotechnology Laboratory, Departement of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sriwijaya University, Indralaya.

The research stages carried out were isolation and purification, Selection of bacteria resistant to hot temperatures by counting bacterial populations, producing gases by measuring the amount of gas formed, producing biosurfactants by measuring the percentage of biosurfactants, characterization and identification. The result of the isolation were obtained eight isolates of indigenous bacteria and the results of the selection obtained four isolates that have the potential to be MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*) agents with the code BN X1 B to be able to live up to a temperature of 60°C and three isolates to be able to live up to a temperature of 70°C. The gas produced by BN X1 B 113,04 m³ dan biosurfactant 30,57%, gas BN X2 A 301,44 m³ dan biosurfactant 36,81%, gas BN X2 B 226,08 m³ dan biosurfactant 39,34%, gas BN X3 A 150,72 m³ dan biosurfactant 33,81%. The conclusion of this research was obtained that bacteria have the potential as MEOR agents that are able to survive hot temperatures, can produce gases and form biosurfactant with bacterial isolates BN X1 A similar to the genus *Pseudomonas* and three isolates BN X2 A, BN X2 B, BN X3 A similar to the genus *Bacillus*.

Keywords: Petroleum, MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*), Bacteria, Biogas, Biosurfactant.

**SELEKSI BAKTERI YANG BERPOTENSI SEBAGAI AGEN MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*) DARI SUMUR MINYAK DI KECAMATAN
TUNGKAL ILIR**

**Mediya Astri
08041382025111**

RINGKASAN

Minyak Bumi merupakan salah satu sumber daya alam yang dihasilkan di Indonesia sebagai sumber energi, pada beberapa sumur minyak terjadi penurunan produktivitas sumur minyak. Terdapat beberapa teknik pemulihan produktivitas sumur minyak, MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*) salah satu teknik yang dapat dilakukan untuk pemulihan minyak di reservoir. Syarat utama bakteri yang dapat digunakan sebagai agen pemulihan minyak yakni tahan terhadap suhu panas, dapat menghasilkan gas dan dapat menghasilkan biosurfaktan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri indigen dari sumur minyak di Kecamatan Tungkai Ilir dan mengetahui potensi bakteri, serta mengetahui identitas bakteri indigen yang berpotensi sebagai agen MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*). Penelitian dilaksanakan pada Januari 2024 sampai Juli 2024 di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Genetika dan Bioteknologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, Indralaya

Tahapan penelitian yang dilakukan isolasi dan pemurnian, seleksi bakteri tahan terhadap suhu panas secara bertahap hingga suhu maksimal 70°C, seleksi bakteri yang menghasilkan gas dengan melihat gas yang terbentuk dan jumlah volume, seleksi bakteri penghasil biosurfaktan dengan pengukuran biosurfaktan dan penentuan karakterisasi dan identifikasi. Hasil isolasi didapatkan delapan isolat bakteri indigen dan hasil seleksi didapatkan empat isolat yang memiliki potensi sebagai agen MEOR dengan kode BN X1 A mampu hidup hingga suhu 60°C dan tiga isolat BN X2 A, BN X2 B, BN X3 A mampu hidup hingga suhu 70°C. Gas yang dihasilkan BN X1 B 113,04 m³ dan biosurfaktan 30,57%, gas BN X2 A 301,44 m³ dan biosurfaktan 36,81%, gas BN X2 B 226,08 m³ dan biosurfaktan 39,34%, gas BN X3 A 150,72 m³ dan biosurfaktan 33,81%. Kesimpulan dari penelitian ini didapatkan bakteri yang memiliki potensi sebagai agen MEOR yang mampu bertahan pada suhu panas, dapat menghasilkan gas dan membentuk biosurfaktan dengan isolat bakteri BN X1 B memiliki kemiripan dengan genus *Pseudomonas* sp dan isolat bakteri BN X2 A, BN X2 B, dan BN X3 A memiliki kemiripan dengan genus *Bacillus* sp.

Kata kunci: Minyak Bumi, MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*), Bakteri, Biogas, 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
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Minyak Bumi	6
2.2 Teknologi Peningkatan Produksi Minyak Bumi	7
2.3 MEOR (<i>Microbial Enhanced Oil Recovery</i>)	9
2.4 Karakteristik Bakteri Sebagai Agen MEOR	10
2.4.1 Bakteri Anaerob	10
2.4.2 Bakteri Termofilik	11
2.4.3 Menghasilkan Gas	12
2.4.4 Menghasilkan Biosurfaktan	13

2.4.5 Menghasilkan Biopolimer	14
2.4.6 Bersifat Hidrokarbonoklastik.....	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Prosedur Penelitian.....	17
3.3.1 Sterilisasi Alat dan Bahan	17
3.3.2 Pengambilan Sampel	17
3.3.3 Pengayaan.....	18
3.3.4 Isolasi Bakteri	18
3.3.5 Seleksi Bakteri yang Berpotensi sebagai Agen MEOR	19
3.3.5.1 Pembuatan Inokulum.....	19
3.3.5.2 Seleksi Bakteri Tahan Suhu Panas	20
3.3.5.3 Seleksi Bakteri Menghasilkan Gas.....	20
3.3.5.4 Seleksi Bakteri Menghasilkan Biosurfaktan.....	21
3.4 Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri	22
3.4.1 Karakteristik Morfologi	22
3.4.2 Uji Fisiologis.....	24
3.4.3 Identifikasi Bakteri	27
3.5 Variabel Pengamatan	27
3.6 Penyajian Data	27
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Isolasi Bakteri Indigen dari Sumur Minyak di Kecamatan Tungkal Ilir ...	28
4.2 Hasil Seleksi Bakteri Tahan Suhu Panas	31
4.3 Hasil Seleksi Bakteri Menghasilkan Gas	34
4.4 Hasil Seleksi Bakteri Menghasilkan Biosurfaktan.....	36
4.5 Hasil Seleksi Bakteri yang Memenuhi Syarat sebagai Agen MEOR	39
4.6 Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Berpotensi sebagai Agen MEOR ..	41

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
 DAFTAR PUSTAKA	 49
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian Sumur Minyak Di Desa Bentayan, Kecamatan Tungkal Ilir	18
Gambar 4.1. Hasil Pengamatan Morfologi Koloni Bakteri Indigen Sumur Minyak Di Kecamatan Tungkal Ilir.....	29
Gambar 4.2. Hasil Pengamatan Mikroskopis Sel Bakteri dan Endospora Bakteri Perbesaran 100x	41

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Isolasi Bakteri Indigen dari Sumur Minyak di Kecamatan Tungkal Ilir	28
Tabel 4.2 Hasil Seleksi Bakteri Terhadap Suhu Panas	32
Tabel 4.3 Hasil Seleksi Bakteri Yang Mampu Menghasilkan Gas.....	35
Tabel 4.4 Hasil Seleksi Bakteri Yang Mampu Menghasilkan Biosurfaktan.....	37
Tabel 4.5 Hasil Seleksi Bakteri Yang Memenuhi Syarat Sebagai Agen MEOR	40
Tabel 4.6 Hasil Karakterisasi Morfologi, Mikroskopis dan Fisiologi Isolat Bakteri Indigen dari Sumur Minyak di Kecamatan Tungkal Ilir.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Medium yang Digunakan	57
Lampiran 2. Lokasi Sampling Sumur Minyak Pertamina EP di Kecamatan Tungkal Ilir .	58
Lampiran 3. Hasil Pengayaan dan Isolasi Bakteri	59
Lampiran 4. Pemurnian dan Koloni Tunggal	60
Lampiran 5. Hasil Seleksi Bakteri Tahan Terhadap Suhu Panas	61
Lampiran 6. Hasil Seleksi Bakteri Menghasilkan Gas	63
Lampiran 7. Hasil Seleksi Bakteri Menghasilkan Biosurfaktan	64
Lampiran 8. Pengamatan Morfologi Sel Isolat Bakteri dan Endospora	65
Lampiran 9. Hasil Pengamatan Fisiologis Isolat Bakteri	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Minyak bumi sebagai salah satu sumber daya alam yang dihasilkan di Indonesia. Sebagai sumber energi minyak bumi ini memberikan peran penting dalam persediaan energi yang saat ini masih sangat dibutuhkan dalam jumlah besar. (Rizal dan Gunawan 2018). Produksi minyak dan gas bumi di Indonesia terus mengalami penurunan, hal ini mengakibatkan ketidak seimbangan antara energi yang ada dengan tingkat kebutuhan energi yang digunakan oleh masyarakat Indonesia. Penurunan keseimbangan minyak bumi dikarenakan kurangnya eksplorasi lapangan migas yang baru dan rata-rata lapangan minyak di Indonesia kebanyakan masih menggunakan metode konvensional, dimana metode konvensional hanya menghasilkan sekitar lebih kurang 50% dari *original oil in place* (Tsany, 2021).

Desa Keluang Bentayan yang berada di kecamatan Tungkal Ilir, Kabupaten Banyuasin, merupakan salah satu desa penghasil minyak di Sumatera Selatan. Terdapat banyak sumur minyak yang saat ini masih aktif dikelola dan sumur minyak di desa tersebut memberikan kontribusi persediaan energi serta bagi masyarakat setempat. Namun saat ini banyak sumur yang mengalami penurunan produktivitas. Menurut Cheng *et al.* (2021), beberapa sumur kemampuannya kecil dalam menghasilkan minyak, sehingga hanya beberapa yang benar-benar dikelola dengan baik. Pemulihan minyak yang ditingkatkan menggunakan mikroba

merupakan metode yang efektif untuk meningkatkan perolehan minyak pada tahap akhir pengembangan reservoir minyak

Metode untuk menghasilkan dan meningkatkan produksi minyak dapat dilakukan dengan beberapa cara, baik secara primer, sekunder dan tersier. Metode secara primer diketahui sebagai metode yang dilakukan secara alamiah untuk mendapatkan minyak dengan menggunakan pompa pada reservoir untuk mengalirkan fluida. Metode secara sekunder menggunakan bantuan air dan gas bertekanan untuk mendorong fluida, sedangkan untuk tersier *recovery* atau *Enhanced Oil Recovery* salah satunya dengan penggunaan mikroba (*Microbial Enhanced Oil Recovery*) (Siami dan Novi, 2020). MEOR merupakan metode pemulihan minyak dengan menginjeksikan mikroorganisme untuk dimanfaatkan aktivitasnya meningkatkan perolehan minyak pada reservoir (Gaol *et al.*, 2021).

Mikroba dapat ditemukan diberbagai lingkungan, tidak terkecuali di dalam reservoir minyak. Mikroba yang ditemukan di lingkungan berbagai jenis dengan berbagai karakteristiknya masing-masing. Mikroba yang ditemukan pada reservoir minyak dominan ditemukan merupakan bakteri yang menggunakan sumber karbon dari minyak bumi dan berbagai mineral dibutuhkan yang juga terdapat di dalam reservoir minyak. Bakteri yang memanfaatkan sumber karbonnya dari minyak bumi dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan surfaktan dan dapat digunakan sebagai agen MEOR (Ke *et al.*, 2018).

Penggunaan mikroorganisme sebagai agen MEOR karena mikroorganisme dapat menghasilkan produk metabolit yang dapat membantu peningkatan minyak bumi pada reservoir minyak. Teknologi MEOR memungkinkan mikroba

melepaskan produk metaboliknya, seperti biosurfaktan, biopolimer, biogas, biomassa, asam organik, dan biosolvent. Masing-masing produk metabolisme yang dihasilkan oleh mikroorganisme tersebut dapat berkontribusi untuk meningkatkan pemulihan minyak. Penggunaan MEOR juga dinilai lebih ramah lingkungan dan lebih ekonomis dalam meningkatkan produksi minyak dibandingkan dengan pemulihan secara fisik dan kimia. Mikroorganisme yang dapat menjadi agen MEOR salah satunya merupakan bakteri indigen pada sumur minyak (Quraishi *et al.*, 2021).

Karakteristik yang menjadi syarat bakteri sebagai agen MEOR yaitu dapat memanfaatkan senyawa hidrokarbon atau bakteri hidrokarbonoklastik, menghasilkan biosurfaktan, menghasilkan gas, tahan terhadap tekanan tinggi, tahan terhadap cekaman suhu tinggi, halofilik, bersifat aerob hingga anaerob, bukan bakteri patogen dan berasal dari lingkungan sumur minyak. Oleh karena itu, bakteri yang berperan sebagai bakteri MEOR dapat mengolah senyawa hidrokarbon pada minyak mentah yang ada akan dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dikeluarkan dan diolah (Kogler *et al.*, 2021).

Pemanfaatan MEOR disamping dapat meningkatkan produksi minyak, agen MEOR juga bersifat hidrokarbonoklastik sehingga banyak manfaatnya yang didapatkan sekaligus dalam satu proses pemanfaatan aktivitas mikroba. Agen MEOR memanfaatkan minyak bumi sebagai sumber karbonnya sehingga dapat mendegradasi senyawa hidrokarbon pada minyak bumi yang kemudian menghasilkan biosurfaktan yang dapat digunakan untuk meningkatkan produksi pada reservoir minyak (Niu *et al.*, 2020).

Isolasi yang pernah dilakukan dengan menggunakan sampel minyak bumi dari sumur minyak di Sungai Angit ditemukan 8 spesies bakteri yang dapat diisolasi dan 7 dari spesies bakteri merupakan bakteri termofilik yang mampu hidup pada suhu 50°C hingga 90°C. 5 spesies bakteri termofilik mampu menghasilkan biosurfaktan, spesies bakteri dengan jumlah biosurfaktan yang paling banyak dihasilkan *Pseudomonas citronellolis* dan *Pseudomonas fluorescens* secara berurutan adalah 87,50% dan 85,00% dan berpotensi sebagai agen MEOR (Laini *et al.*, 2014).

Hasil penelitian yang dilakukan Siami dan Novi (2020), dari alternatif yang digunakan untuk memperbaiki produktivitas sumur minyak di Indonesia dan memanfaatkan aktivitas mikroba yang dilakukan dengan menginjeksikan mikroba ke dalam reservoir minyak, diketahui bahwa genus bakteri yang digunakan dalam proses injeksi bakteri dari genus *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., *Rhodococcus* sp., *Acinetobacter* sp., *Bombicola*. Penelitian yang dilakukan Gao (2018), terdapat tiga strain bakteri yang dipilih untuk proses pemulihan minyak di Tiongkok *Geobacillus stearothermophilus*, *Geobacillus thermodenitrificans*, *Pseudomonas aeruginosa* dan 5 dari 6 sumur minyak melaporkan peningkatan produksinya, hingga memproduksi 1.344 ton minyak tambahan.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, banyak bakteri indigen yang berpotensi sebagai agen MEOR diisolasi dari sumur minyak. Sehingga diperlukan eksplorasi bakteri indigen yang berpotensi sebagai agen MEOR untuk meningkatkan produksi minyak di lokasi sumur minyak yang produktivitasnya rendah.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah isolat bakteri yang diisolasi dari sumur minyak di Kecamatan Tungkal Ilir berpotensi sebagai agen MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*)?
2. Bagaimana karakter dan identitas bakteri yang berperan sebagai agen MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*)?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan bakteri yang berpotensi sebagai agen MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*) dari sumur minyak di Kecamatan Tungkal Ilir.
2. Mengetahui karakter dan identitas bakteri yang berpotensi sebagai agen MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*).

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan bakteri yang berpotensi sebagai agen MEOR yang bisa dimanfaatkan lebih lanjut untuk meningkatkan produktivitas sumur minyak terutama pada sumur minyak yang produktivitasnya rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adlan, N. A., Suriana, S., Malihe, M., Mohd, S, M. A., Raja, N. Z. (2020). Microbial Biodegradation of Paraffin Wax in Malaysian Crude Oil Mediated by Degradative Enzymes. *Frontiers in Microbiology*. 8 (11) : 1 – 15.
- Ainul, A., Eko, P., dan Muhammad, H. (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.
- Apriliani, D. dan Enny, Z. (2021). Viability and Production Calcifying Bacterial Endospore on Sand-Cement Carrier. *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan keanekaragaman Hayati*. 8 (1) : 8 -13.
- Astri, A. (2019). Produksi Ga Hasil Biodegradasi Minyak Bumi: Kajian Awal Aplikasinya dalam Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR). *Journal of Science*. 13 (48) : 1 – 10.
- Astuti, D. I., Isty, D. P., Neil, P., Tutuka, A., Lulu, N. A., Rizky. B., Pingkan, A., Galang, P. P., Abian, A. A., Muhammad, H. A., Magfirotul, A. dan Ussy, R. (2022). Bacterial Community Dynamics During MEOR Biostimulation of an Oil Reservoir in Sumatera Indonesia. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 208 (109558) : 1 – 8.
- Banat, I. M., Satpute, S. K., Cameotra, S. S., Patil, R., Nyayanit, N. V. (2014). Cost Effective Technologies and Renewable Substrates for Biosurfactans Production. *Front Microbiol*. 5 (697).
- Bhange, K., Venkatesh, C. dan Renu, B. (2017). Simultaneous Production of Detergent Stable Keratinolytic Protease, Amylase and Biosurfactant by *Bacillus subtilis* PF1 Using Agro Industrial Waste. *Biotechnology Reports*. 10 : 94 – 104.
- Cai, M., Yong, N., Chang, Q. C., Yue. Q. T., Yan, L., Xing. B, Wang., Ze-Shen, L., Yunfeng, Y., Jizhoung, Z. dan Xiao. L. W. (2015). Crude Oil as a Microbial Seed Bank with Unexpected Functional Potentials. *Scientific Reports*. 5 (16057) : 1 – 12.
- Cappucino, J., dan Chad, W. (2017). *Microbiology a Laboratory Manual Eleventh Edition*. Pearson Education Limited : England.

- Charlena. S. A, dan Roni. (2011). Profil Kelarutan Limbah Minyak Bumi dalam Air dengan Penambahan Surfaktan Anionik dan Laju Pengadukan. *Seminar Nasional Kimia Terapan Indonesia*. 24 : 1 – 10.
- Cheng, M., Long, Y., Jianbo, G., Guanglun L. dan Zaiwang, Z. (2021). Isolating, Identifying and Evaluating of Oil Degradation Strains for The Air-Assisted Microbial Enhanced Oil Recovery Process. *Journal Pone*. 10 (1371) : 1 – 12.
- Couto, M. R., Eduardo, J., Debora, F., Jose, A. T. dan Ligia, R. (2019). The Biopolymer Produced by *Rhizobium vizcozum* CECT 908 Is a Promising Agent For Application in Microbial Enhanced Oil Recovery. *Nat Biotechnol*. 49 : 144 - 150.
- Deli, Nur, Asma. (2023), Sintesis Metil Ester Sulfonat dari Sulfonasi Metil Ester Minyak Sawit dengan Agen $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$. *Journal On Education*. 05 (03) : 9066 – 9076.
- Dias, Marcos, A. M. dan Marcia, Nitschake. (2023). Bacterial-derived surfactants: an update on general aspects and forthcoming applications. *Brazilian Journal Of Microbiology*. 54 (1) : 103 – 123.
- Elumalai, P., Punniyakotti, P., Jayaraman, N., Balakrishnan, A., Jagannathan, M., Byung, T. O. dan Aruliah, R. (2019). Role of Thermophilic Bacteria (*Bacillus* and *Geobacillus*) on Crude Oil Degradation and Biocorrosion in Oil Reservoir Environment. *3 Biotech*. 9 (3) : 79.
- Eraz, M. E., Abel, F., Antoni, S., Xavier, F., dan Teresa, G. (2022). Microbial Surfaktan: A Review of Recent Environmental Applications. *Bioengineered*. 13 (5) : 1 – 15.
- Eryah, H. P., Dilak, H. I., dan Finit, E. (2023). Isolasi dan Identifikasi Mikroba Tanah Limbah di Kota Kupang. *Flobamora Biological Journal*. 2 (1) : 18-28.
- Fallo, G., dan Yuni, S. (2016). Isolasi dan Uji Biokimia Bakteri Selulolitik Asal Saluran Pencernaan Rayap Pekerja (*Macrotermes* spp.). *Jurnal Pendidikan Biologi*. 1(2) : 27-29.
- Fenibo, E. O., Grace, N. I., Ramganes, S. dan Chioma, B. C. (2019). Microbial Surfactants: The Next Generation Multifunctional Biomolecules for Applications in the Petroleum Industry and Its Associated Environmental Remediation. *Journal Microorganisms*. 7 (581) : 2 – 29.

- Fitria, A.N. dan Zulaika, E. (2018). Aklimatisasi pH dan Pola Pertumbuhan *Bacillus cereus* S1 pada Medium MSM Modifikasi. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 7 (2) : 39 – 41.
- Fiyani, Ai., Nanda, S. dan Siti, S. (2020). Analisis Konsep Kimia Terkait dengan Pembuatan Surfaktan dari Ampas Tebu. *Jurnal Riset Pendidikan kimia*. 10 (2) : 94 – 101.
- Gao, C. (2018). Experiences of Microbial Enhanced Oil Recovery in Chinese Oil Fields. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 166 : 55 – 62.
- Gaol, Calvin, L., Leonhard, G., Soujatya, M., dan Hakan, A. (2021). Parameters Govern Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR) Performance in Real-Structure Micromodels. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 205 (108814) : 1 – 13.
- Gassara, F., Suri, N., dan Voordouw, G. (2017). Nitrate-Mediated Microbially Enhanced Oil Recovery (N-MEOR) from Model Upflow Bioreactors. *Journal Hazard Mater*. 324 : 94 – 99.
- Geetha, S. B. (2013). Isolasi dan karakterisasi isolat bakteri pendegradasi hidrokarbon dari lokasi yang terkontaminasi minyak. *Prosiding APCBEE*. 5 : 237 – 241.
- Gofar, N. (2012). Aplikasi Isolat Bakteri Hidrokarbonoklastik asal Rizosfer Mangrove pada Tanah Tercemar Minyak Bumi. *Jurnal Lahan Suboptimal*. 1 (2) : 123 – 129.
- He, Y., Yujie, H., Hai, H., Hao, Z., Jun, N., Hao, D., Fan, Z. dan Yuehui, S. (2023). Dynamic Variations of Oil Components And Microbial Communities During Indigenous Microbial Stimulation Pilot Study in Low-Permeability Reservoirs. *Energy Reports*. 9 : 5155 – 5165.
- Husain, R., Febby, E. F. dan Johanis, J. P. (2022). Uji Aktivitas Antibakteri dari Bakteri Endofit Daun Gedi (*Abelmoschus manihot* L.) terhadap Pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Pharmacon*. 11 (1) : 1245 - 1254.
- Huyyirna. dan Rosmaniar. (2021). Modifikasi Medium Menggunakan *Saline-Water Soluble Fraction* (SSS) atau Fraksi Minyak Terlarut untuk Menumbuhkan Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon. *Indonesian Journal Of Laboratory*. 4 (2) : 72 - 81.
- Ismail, Y. S., Cut, Y., dan Putriani. (2017). Isolasi, Isolasi, karakterisasi dan uji aktivitas antimikroba bakteri asam laktat dari fermentasi biji kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Bioleuser*. 1(2) : 45-53.

- Jinfeng, L., Ma, L., Mu, B., Liu, R., Ni, F. dan Zhou, J. (2005). The Field Pilot of Microbial Enhanced Oil Recovery in a High Temperature Petroleum Reservoir. *Journal Of Petroleum Science And Engineering*. 48 (2005) 265–271.
- Juniawan, M., Dita, A., Yuni, G. dan Ainuntajriani. (2023). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Termofilik dari Oil Sludge Asal Kalimantan. *The Journal Of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*. 6 (01) : 18 – 29.
- Kapse, N., Sumit, S. dan Dhankephalkar. (2024). Appropriate Characterization Of Reservoir Properties and Investigation Of Their Effect On Microbial Enhanced Oil Recovery Through Simulated Laboratory Studies. *Scientific Reports*. 14 (15401) : 1 – 12.
- Ke, Cong, Y., Wu, J., Yong, B., Qun, Z., Guo, M. dan Xun, L. (2018). Microbial Enhanced Oil Recovery in Baolige Oilfield Using an Indigenous Facultative Anaerob Strain *Luteimonas huabeiensis* sp. nov. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 167 : 160 – 167.
- Klau, M., Desi, I., dan Listyawati, N. (2021). Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum sanctum* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* Secara In vitro. *Cendana Medical Journal*. 21(1) : 102-112.
- Kleindienst, S., Paul, J. H., dan Joye, S. B. (2015). Using Dispersants After Oil Spill: Impact on the Composition and Activity of Microbial Communities. *Nat Rev Microbiol*. 13 : 388 – 396.
- Kogler, F., Eva, M., Nicole, D., Dirk, S., Foppe, V., Andrea, H. dan Hakan, A. (2021). The Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR) Potential of Halanaerobiales Under Dynamic Conditions in Different Porous Media. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 196 : 1- 10.
- 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.
- Kun, Sang, Lee., Tae-Hyun, Kwon., Taehyung, Park. dan Moon, Sik, Jeong. (2020). *Microbiology and Microbial Products for Enhanced Oil Recovery*. Hanyang University : South Korea.
- Kurniati, Y., Anni, R., Bilal, I. M., Dita, N., dan Wiwit, S. W. (2021), Review Analisa Kondisi Optimum Dalam Proses Pembuatan Biogas. *Journal of Science and Technology*. 14 (2) : 272 – 281.

- Laini, Rora, Eva., A. Napoleon., Munawar. (2014). Isolasi Bakteri Termofilik Penghasil Biosurfaktan yang Berpotensi sebagai Agen MEOR (Microbial Enhanced Oil Recovery) dari Sumur Minyak di Sungai Angit. *Jurnal Penelitian Sains*. 17(1) : 9 – 13.
- Mohammed, Ashraf, A., Khalaf, Z. K. and Burgal, Ahmed, A. (2018). Isolation and Identification of Thermophilic Bacteria from Oil Reservoir in Basrah, Iraq. *International Journal of Latest Transactions in Engineering and Science (IJLTES)*. 5 (1) : 9 – 17.
- Morsi, B. I. dan Heen, O. B. (2022). *Microbial Enhanced Oil Recovery: An Overview and Case Studied*. United States Of America : University of Pittsburgh.
- Munawar. (1999). Isolasi dan Uji Kemampuan Isolat Bakteri Rizosfir dari Hutan Bakau di Cilacap dalam Mendegradasi Residu Minyak Bumi. *Tesis Magister*. Institut Teknologi Bandung.
- Munawar, dan Elfita. (2011). Ketahanan Hidup Konsorsium Bakteri Petrofilik pada Media Pembawa Tanah Gambut Selama Masa Penyimpanan. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian*. 12 (2011) : 573 – 583.
- Nagtode, V. S., Clive, C., Haya, K, Ahmad, Y., Suraj, N. M. dan Amit. P. P. (2023). Green Surfactan (Biosurfactan): A Petroleum Free Substitute for Sustainability-Comparison, Applications, Market, and Future Prospects. *ACS Omega*. 8 : 11674 – 11699.
- Napoleon, A., dan Probowati. (2014). Exploration of Hydrocarbon Degrading Bacteria on Soils Contaminated by Crude Oil from South Sumatera. *Journal of Degraded Mining Land Management*. 1(4) : 201-206.
- Nikolova, C. dan Tony, G. (2020). Use of Microorganisms in the Recovery of Oil From Recalcitrant Oil Reservoirs: Current State of Knowledge, Technological Advances and Future Perspectives. *Frontiers in Microbiology*. 10 : 1 - 18.
- Niu, J., Qi, L., Jing L. dan Bo, P. (2020). Review on Microbial Enhanced Oil Recovery: Mechanisms, Modeling and Field Trials. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 192 : 1 – 11.
- Nonci, Ramli., Akhmad, F., Fifi, D. T. (2020). Analisa Deskripsi Minyak dan Gas (Study Kasus Lapangan X). *Jurnal Penelitian Pendidikan dan Ekonomi*. 17 (2) : 44 -50.

- Nuryanti, S., Fitriana, F., dan Pratiwi, A.R. (2021). Karakterisasi Isolat Bakteri Penghasil Selulosa dari Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*. 13(1) : 71-79.
- Pannekens, M., Lisa, K., Hubert, M. dan Fatou, T. (2019). Oil Reservoirs, an Exceptional Habitat For Microorganisms. *New Biotechnology*. 49 : 1 – 9.
- Purwoko, T. (2007). *Fisiologi Mikroba*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Quraishi, M., Shashi, K., Soumya, P., Pyush, K. G., Vivek, R., Dibyajit, L. (2021). Exploiting Microbes in the Petroleum Field: Analyzing the Credibility of Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR). *Energies*. 14 (4684) : 1 - 30.
- Rahmadian, C. A., Ismail., Mahdi, A., Erina., Rastina. dan Yudha, F. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Pseudomonas* sp pada Ikan Asin di Tempat Pelelangan Ikan Labuhan Haji Aceh Selatan. *JIMVET*. 2 (4) : 493 – 502.
- Rizal, M. dan Gunawan, Y. (2018). Peningkatan Produktivitas Perawatan Sumur Melalui Faktor-Faktor Dominan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*. 12 (2) : 125 - 135.
- Roziqin. (2015). Pengelolaan Sektor Minyak Bumi di Indonesia Pasca Reformasi: Analisis Konsep Negara Kesejahteraan. *Jurnal Tata Kelola & Akuntabilitas Keuangan Negara*. 1(2) : 128 – 140.
- Safrida, Yuni, D., Hardiana dan Mauliyana. (2021). Uji *Total Plate Count* (TPC) Bakteri pada Minuman Teh Poci Homemade di Gampong Batoh Banda Aceh. *Serambi Engineering*. 6 (2) : 1792.
- Sari, Cut, N. dan Kussuryani, Y. (2013). Seleksi Mikroba dan Nutrisi yang Berpotensi Menghasilkan Biosurfaktan untuk MEOR. *Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi*. 42 (2) : 59 – 67.
- Setiawan, B. (2021). Activity of Fruit and Leave Juice of Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) against Dandruff-Causing Fungi. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Research*. 1(2) : 33-37.
- Setyaningrum, Sinta *et al.* (2021). Bacterial Core Flooding Terhadap Limestone Artificial Core sebagai Aplikasi Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR). *Jurnal Ilmiah Teknik Perminyakan*. 10(4) : 267 – 279.
- She, H., Debin, K., Yiqiang, L., Zaiqiang, H. dan Hu, G. (2019). Recent Advance of Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR) in China. *Wiley Geofluids*. 1871392 : 1 - 16.

- Sheshtawy, E dan Doheim, M. M. (2014). Selection of *Pseudomonas aeruginosa* for Biosurfactan Production and Studies of Its Antimicrobial Activity. *Egyptian Journal of Petroleum*. 23 (1) : 1 – 6.
- Siami, D. dan Novi, H. (2020). Microbial Enhanced Oil Recovery : Alternatif Peningkatan Produksi Migas di Indonesia. *Jurnal Nasional Pengelolaan Minyak*. 2 (2) : 1 – 10.
- Silva, T. R., Verde., E. V. Santos, Neto., V. M. Oliveira. (2013). Diversity Analyses of Microbial Communities in Petroleum Samples from Brazilian Oil Fields. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 81 : 57 – 70.
- Sitepu, B., Rizki, H., Tazkiatun, N. dan Herawati, O. (2024). Sintesis Surfaktan Lauril Etanoamida Berbasis *Palm Kernel Oil* (PKO) Sebagai Surfaktan Ramah Lingkungan. *G-Tech : Jurnal Teknologi Terapan*. 8 (4) : 2614 – 2621.
- Sucahyo, Ahmad, I., Kartika, M., Rizki, Amelia, N. (2023), Isolasi dan Identifikasi Mikroba Penyebab Kontaminasi dari Udara di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan UIN-SU Medan. *Jurnal Pendidikan Biologi*. 1 (1) : 1 – 12.
- Suratni, S., Sayuti, I. S., dan Wulandari, S. W. (2015). Identifikasi Bakteri Dari Limbah Cair Minyak Bumi Sebagai Modul Pembelajaran Konsep Prokariot Pada Mata Kuliah Mikrobiologi Dasar. *Skripsi*. Riau : Universitas Riau.
- Susanti, W. I., dan Ricky, T. (2017). Potensi Bakteri Asal Tanah Rhizosfer, Sedimen Tanah dan Pupuk Kandang Sapi untuk Biodegradasi Minyak Berat dan Oli Bekas. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 41(1) : 37-44.
- Sya'baniar, L., Erina., dan Arman, S. (2017). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat (BAL) Genus *Lactobacillus* dari Feses Orangutan Sumatera (*Pongo abelii*) di Kebun Binatang Kasang Kulim Bangkinang Riau. *JIMVET*. 01 (3) : 351 – 359.
- Tjampakasari, C. R., dan Nadyatul, H. (2023). Kultivasi dan Identifikasi Bakteri Anaerob *Bacteroides fragilis*. *MAHESA: Malahayati Health Student Journal*. 3(11): 3717-3
- Tsany, Ikhsan, J. (2021). Studi Laboratorium Screening Mikroba Kompos Untuk *Microbial Enhanced Oil Recovery* (MEOR). *Thesis*. Universitas Islam Riau.
- Wever, D.A.Z., Picchioni, F., Broekhuis, A.A. 2011. Polymers for Enhanced Oil Recovery: A Pradigm for Structure-Property Relationship in Aqueous Solution. *Prog Polym Sci*. 36 (11) : 1558 - 1628.

- Wo., Jianlong, X., Li, Y., Lixin, H., Lina, Y. dan Yuandong, M. (2022). Research Advances of Microbial Enhanced Oil Recovery. *Heliyon*. 8 (11424) : 1 – 10.
- Wo., Jianlong, X., Li, Y., Lixin, H., Lina, Y. dan Yuandong, M. (2022). Biosurfactant Production by *Bacillus subtilis* SL and its Potential for Enhanced Oil Recovery in Low Permeability Reservoirs. *Scientific Reports*. 12 (7785) : 1 – 10.
- Xiao, Hui., Zulhelmi, Amir., dan Mohd, Usman, M. 2023. Deevlopment of Microbial Consortium and It Influencing Factors for Enhanced Oil Recovery after Polymer Flooding. *Processes*. 11 (2853) : 2 – 44.
- Xu, L., Zhe, Q., Houjian, G., Chaofan, Z., Qian, S., Yajun, L. dan Mingzhe, D. (2019). Synergy of Microbial Polysaccharides and Branched-Preformed Particle Gel on Thickening and Enhanced Oil Recovery. *Chem Eng Sci*. 208. 115138.
- Yani, M., dan Akbar, Y. (2010). Proses Biodegradasi Minyak Diesel oleh Campuran Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 19(1) : 40-44.
- Yudono, Bambang., Sri, P. E., dan Munawar. Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Potensi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Termotolerant dari Sumur Tua (*Abandon Well*) di Babat Toman Musi Banyuasin Sumatera Selatan. *Article Penelitian*. 5 (2014) : 195 – 204.
- Yuliana, Nita., Sarkono., Ernin, Hidayati. dan Faturrahman. (2022). Isolasi, Karakterisasi, dan Identifikasi *Bacillus* spp. Beraosiasi Abalon (*Haliotis asinina*). *Samota Journal Of Biological Sciences*. 1 (1) : 1 – 10.
- Zhang, Bufon., Liang, Zhang., and Xiuxia, Zhang. (2019). Boremediation of Potreleum Hydrocarbon-Contaminated Soil by Potreleum-Degrading Bacteria Immobilized on Biochar. *RSC Adv*. 9 (60) : 35304 – 35311.
- Zia, Khaleeda dan Tetty, M. L. (2023). Potensi *Bacillus* spp. sebagai Penghasil Biosurfaktan untuk Pengolahan Limbah Minyak Pelumas. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*. 8 (2) : 69-78.
- Zulkifliani., Onie, K., Cut, N. dan Syafrizal. (2019). Pengamatan MEOR Menggunakan Formula Nutrisi Rendah Glukosa Dengan Metoda Imbibisi. *LPMGB*. 53 (1) : 1 – 10.
- Zuraidah., Desssri, W., dan Eka Astuty. 2020. Karakterisasi Morfologi dan Uji Akrivitas Bakteri Termofilik dari Kawasan Wisata Ie Seuum (Air Panas). *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*. 11 (2) : 40 – 47.