

**PENGARUH KADAR GARAM, pH DAN TEMPERATUR
TERHADAP *RECOVERY* MINYAK BUMI
MENGUNAKAN BAKTERI *Burkholderia glumae***

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**



LISA APRIMASARI

08031181520008

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH KADAR GARAM, pH DAN TEMPERATUR
TERHADAP *RECOVERY* MINYAK BUMI
MENGUNAKAN BAKTERI *Burkholderia glumae*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia

Oleh:

LISA APRIMASARI

08031181520008

Indralaya, 2 Agustus 2019

Pembimbing I



Dr. Bambang Yudono, M.Sc.
NIP. 196102071989031004

Pembimbing II



Widia Purwaningrum, M.Si
NIP. 197304031999032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc.
NIP. 197210041997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Pengaruh Kadar Garam, pH dan Temperatur Terhadap *Recovery* Minyak Bumi Menggunakan Bakteri *Burkholderia glumae*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 29 Juli 2019 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, Agustus 2019
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. **Dr. Bambang Yudono, M.Sc**
NIP. 196102071989031004

()

Anggota:

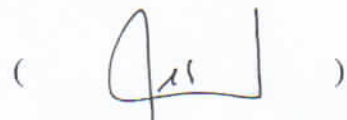
2. **Widia Purwaningrum, M.Si**
NIP. 197304031999032001

()

3. **Dra. Fatma, M.S.**
NIP. 196207131991022001

()

4. **Dr. Desnelli M.Si.**
NIP. 196912251997022001

()

5. **Dra. Julinar, M.Si.**
NIP. 196507251993032002

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA




Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc.
NIP. 197210041997021001

Ketua Jurusan Kimia




Dr. Dedi Rohendi, MT.
NIP. 196704191993031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Lisa Aprimasari

NIM : 08031181520008

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (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, 2 Agustus 2019

Penulis,



Lisa Aprimasari

NIM. 08031181520008

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji hanyalah milik Allah SWT, Tuhan yang menciptakan dan memelihara seluruh alam semesta. Hanya kepada-Nya kita berserah dan memohon pertolongan. Penulis mengucapkan syukur alhamdulillah karena dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul : “Pengaruh Kadar Garam, pH dan Temperatur Terhadap *Recovery* Minyak Bumi Menggunakan Bakteri *Burkholderia glumae*”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Dr. Bambang Yudono, M.Sc dan Ibu Widia Purwaningrum M.Si yang telah banyak memberikan bimbingan, pengalaman, motivasi, saran dan petunjuk, atas kesabaran dan kesabaran hati kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Iskhaq Iskandar, M.Sc. selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Bambang Yudono, M.Sc sebagai dosen Pembimbing Akademik.
4. Ibu Dra. Fatma, M.S., ibu Dr. Desnelli M.Si., dan ibu Dra. Julinar M.si selaku penguji sidang sarjana.
5. Bapak tercinta **M. Mahir** dan Ibuk tersayang **Sriwidayani** yang selalu menjadi rumah tempat aku beristirahat dikala lelah. Terimakasih telah menemani dan selalu menjadi penyemangat dalam hidupku.
6. Adik-adikku **Mardiyah Oktarima** dan **Rara Ramadhania**, terimakasih telah menjadi penyemangat dan penghibur dikala sedih. Semoga kelak menjadi anak yang berguna bagi nusa, bangsa dan agama.
7. *Girlsquad Reborn* (Riani, Suci, Citra, Ayu, Theres, Puput, Tije) terimakasih telah menjadi sahabat terbaik, terimakasih untuk setiap tawa dan kebahagiaan yang kalian hadirkan selama empat tahun ini. Selalu

bahagia, sehat, dan bersyukur dalam menjalani hidup. Semoga sukses untuk kita semua.

8. **MEOR TEAM (Qisthi, Resti, Kak tika)**terimakasih telah menemani, tempat berbagi cerita suka duka, maafkan segala salah sikap dan sifat. Sukses selalu untuk kita semua
9. **Analisis'15** terimakasih telah menjadi teman nge-Lab, berbagi suka & duka. Semangat untuk kalian semua dan sukses selalu. Kalian pejuang termantul
10. **BIOKIM Squad (Rahmah, Dilak, Armalinda, Mbak Rani, Anggi, Bang Iqbal, Rizky A)** terimakasih telah menjadi tempat curhat di lab keramat kalian. Semoga sukses selalu dan tetap bahagia.
11. Seluruh teman-teman Angkatan **KIMIA 2015** yang telah menjadi bagian dari kenangan yang berharga, semoga kita dapat bertemu kembali dalam kesuksesan.
12. **DIXHUIT** walau jarang bertemu tapi di setiap pertemuan dilakukan dengan kualitas yang amat baik bukan hanya kuantitas. Tetap bersama selamanya, sukses dan bahagia selalu untuk kita semua.
13. Staf dosen dan analis FMIPA Kimia yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis. Mbak Novi, Kak Roni, dan kak Iin yang membantu dalam administrasi selama perkuliahan. Yuk Yuniar, yuk Nur dan Buk Yanti yang dengan senang hati membantu selama penelitian terimakasih tiada hentinya terucap.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, 2 Agustus 2019
Penulis



Lisa Aprimasari
NIM. 08031181520008

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
SUMMARY	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Minyak Bumi	5
2.2. Sifat Kimia dan Fisika Minyak Bumi	5
2.3. <i>Water Flooding</i>	6
2.4. Proses Ekstraksi Minyak Bumi dengan Alat <i>Bell Siphon</i>	8
2.5. <i>Enhanced Oil Recovery</i>	8
2.6. <i>Microbial Enhanced Oil Recovery</i>	9
2.7. Biosurfaktan	10
2.8. Mikroorganisme	12
2.9. Bakteri Hidrokarbono-klastik.....	13
2.10. <i>Burkholderia glumae</i>	13
2.11. Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Kultur Bakteri	14
2.12. Pengaruh Temperatur Terhadap Kultur Bakteri	14
2.13. Pengaruh pH Terhadap Kultur Bakteri	15
2.14. Molase.....	15
2.15. <i>Kromatografi Gas</i>	15

BAB III. METODELOGI PENELITIAN.....	17
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.2. Alat dan Bahan	17
3.2.1. Alat	17
3.2.2. Bahan	17
3.3. Prosedur Kerja	17
3.3.1. Sterilisasi Alat.....	17
3.3.2. Peremajaan Bakteri.....	17
3.3.3. Pembuatan Medium Zobell.....	18
3.3.4. Pembuatan Starter Bakteri	18
3.3.5. Pembuatan Nutrien	18
3.3.6. Pembuatan Kultur Bakteri <i>Burkholderia glumae</i>	19
3.3.7. Proses <i>Recovery</i> Minyak Bumi.....	19
3.3.8. Pengukuran TPH Sebelum Perlakuan.....	19
3.3.9. Analisis <i>Gas Chromatography</i> Sebelum Perlakuan	21
3.3.10. Ekstraksi Minyak dengan Akuades	21
3.3.11. Penentuan Waktu Ekstraksi	21
3.3.12. Pembuatan Kultur Bakteri yang Mengandung Garam	21
3.3.13. <i>Recovery</i> Minyak Bumi Variasi Kadar Garam NaCl ...	21
3.3.14. Pembuatan Larutan Buffer pH 5-9	21
3.3.15. <i>Recovery</i> Minyak Bumi Variasi pH	21
3.3.16. <i>Recovery</i> Minyak Bumi Variasi Temperatur	22
3.3.17. Analisis <i>Gas Chromatography</i> setelah Perlakuan	22
3.3.18. Analisis Data	23
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Pengukuran TPH sebelum Perlakuan	24
4.2. Penentuan Waktu Ekstraksi	24
4.3. Pengaruh Penambahan Garam NaCl terhadap Persentase <i>Recovery</i> Minyak Bumi.....	25
4.4. Pengaruh Variasi pH terhadap Persentase <i>Recovery</i> Minyak Bumi.....	25

4.5. Pengaruh Variasi Temperatur terhadap Persentase Recovery Minyak Bumi	26
4.6. Kromatogram Hasil Analisis GC Sebelum dan Setelah Perlakuan	27
4.7. Histogram Perubahan Kelimpahan Minyak Bumi pada Kadar Garam Optimal, pH Optimal dan Temperatur Optimum	31
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kandungan Unsur-Unsur dalam Minyak Bumi	6
Tabel 2. Hasil Seleksi Bakteri Termofilik	15
Tabel 3. Fraksi Rantai Hidrobarbon berdasarkan Temperatur	28
Tabel 4. Pengulangan Pengukuran TPH awal	47
Tabel 5. Hasil % TPH dan % <i>recovery</i> Waktu Ekstraksi	48
Tabel 6. Pengulangan Pengukuran %TPH pada Blanko	49
Tabel 7. %TPH Setelah Penambahan Variasi Kadar Garam NaCl	50
Tabel 8. Hasil pengukuran % <i>recovery</i> minyak bumivariasi kadar garam	51
Tabel 9. %TPH Setelah Perlakuan Penambahan Variasi pH	54
Tabel 10. Hasil Pengukuran % <i>recovery</i> Minyak Bumi Variasi pH	55
Tabel 11. %TPH Setelah Perlakuan Penambahan Variasi Temperatur	58
Tabel 12. Hasil Pengukuran % <i>recovery</i> Minyak Bumi Variasi Temperatur	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Mekanisme <i>Waterflooding</i>	7
Gambar 2. Skema Ekstraksi Minyak Bumi dengan Alat <i>Bell Siphon</i>	8
Gambar 3. Struktur Biosurfaktan	11
Gambar 4. Persentase <i>Recovery</i> Minyak Bumi Penentuan Waktu Ekstraksi.....	25
Gambar 5. Persentase <i>Recovery</i> Minyak Bumi Pengaruh Kadar Garam NaCl	25
Gambar 6. Persentase <i>Rrecovery</i> Minyak Bumi Pengaruh pH.....	26
Gambar 7. Persentase <i>Recovery</i> Minyak Bumi Pengaruh Temperatur.....	27
Gambar 8. Kromatogram GC Awal sebelum Perlakuan	28
Gambar 9. Kromatogram GC setelah Perlakuan 3% Garam NaCl.....	29
Gambar 10. Kromatogram GC setelah Perlakuan Kondisi pH 5.....	29
Gambar 11. Kromatogram GC setelah Perlakuan Temperatur 70°C	29
Gambar 12. Kromatogram GC dengan Perlakuan Blanko	31
Gambar 13. Histogram Perubahan Kelimpahan Minyak Bumi Terlarut Kondisi Optimum Kadar Garam NaCl 3%	31
Gambar 14. Histogram Perubahan Kelimpahan Minyak Bumi Terlarut Kondisi Optimum pH 5.....	32
Gambar 15 Histogram Perubahan Kelimpahan Minyak Bumi Terlarut Kondisi Optimum Temperatur 70°C.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan n-heksan (Sebelum Perlakuan)	39
Lampiran 2. Skema Kerja Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Blanko	40
Lampiran 3. Skema Kerja Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi Pada Kultur Bakteri <i>B.glumae</i> dengan Variasi Konsentrasi Garam (NaCl).....	41
Lampiran 4. Skema Kerja Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi Pada Kultur Bakteri <i>B.glumae</i> dengan Variasi pH	42
Lampiran 5. Skema Kerja Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi Pada Kultur Bakteri <i>B.glumae</i> Variasi Temperatur	43
Lampiran 6. Komposisi Medium <i>Zobell</i>	44
Lampiran 7. Komposisi Nutrien	45
Lampiran 8. Pengukuran %TPH sebelum Perlakuan	47
Lampiran 9. Pengukuran Penentuan Waktu Ekstraksi	48
Lampiran 10. Pengukuran %TPH dan % <i>Recovery</i> pada Blanko	49
Lampiran 11. Data %TPH dan <i>Oil Recovery</i> setelah Perlakuan Variasi Kadar Garam NaCl	50
Lampiran 12. Analisis Data Menggunakan Metode ANOVA untuk Variasi Kadar Garam NaCl	52
Lampiran 13. Data % TPH dan <i>Oil recovery</i> Setelah Perlakuan Variasi pH	54
Lampiran 14. Analisis Data Menggunakan Metode ANOVA untuk Variasi pH	56
Lampiran 15. Data % TPH dan <i>Oil recovery</i> Setelah Perlakuan Variasi Temperatur	58
Lampiran 16. Analisis Data Menggunakan Metode ANOVA Untuk Variasi Temperatur	60
Lampiran 17. Kondisi Operasional Alat Kromatografi Gas Untuk Analisis <i>Sludge Oil</i>	62

Lampiran 18.	Data Peak Analisis GC dengan Ekstraksi Blanko.....	63
Lampiran 19.	Data Peak Analisis GC sebelum Perlakuan	65
Lampiran 20.	Data Peak Analisis GC setelah Perlakuan Kadar Garam NaCl 3%	68
Lampiran 21.	Persentase Perubahan Kelimpahan Senyawa Hidrokarbon Kadar Garam NaCl 3%	70
Lampiran 22.	Data Peak Analisis GC setelah Perlakuan pH 5	71
Lampiran 23.	Persentase Perubahan Kelimpahan Senyawa Hidrokarbon pH 5	73
Lampiran 24.	Data Peak Analisis GC setelah Perlakuan Temperatur 70°C.....	74
Lampiran 25.	Persentase Perubahan Kelimpahan Senyawa Hidrokarbon Temperatur 70°C	76
Lampiran 26.	Dokumentasi Penelitian	77

ABSTRACT

THE EFFECT OF SALINITY OF NaCl, pH, AND TEMPERATURE ON PETROLEUM RECOVERY FROM *Burkholderia glumae* BACTERIA

Lisa Aprimasari
08031181520008

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science,
Sriwijaya University.

E-mail: lisaaprima@gmail.com

Research has been carried out on the effect of salinity of NaCl, pH, and temperature on petroleum recovery with variations in the levels of 0%, 1.5%, 3%, 4.5%, and 6% NaCl, variations in pH 5, 6, 7, 8 and 9 and temperature variations of 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, and 90°C using *Burkholderia glumae* bacterial culture. Measurement of % TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) was carried out by maceration method with initial TPH of 40.33%, followed by measuring the final TPH. The optimum conditions were obtained at 3% NaCl salts, pH 5 and 70°C temperatures with the results of % recovery of 32.31%. The best recovery results for each variation were carried out by GC (gas chromatography) analysis to determine the abundance of hydrocarbon components which were decomposed due to degradation of the culture of *Burkholderia glumae* bacteria. Based on the measurement of histogram, it was found that the NaCl 3% salts of long chain hydrocarbons decomposed into chains <C₁₀, C₁₁-C₁₄, C₁₈-C₂₁, and >C₂₂. At pH 5 long chain hydrocarbon compounds which break down into chains <C₁₀, C₁₁-C₁₄, C₁₈-C₂₁, and >C₂₂, and temperature 70 ° C long chain hydrocarbon compounds which break down into chains <C₁₀, C₁₈-C₂₁, and >C₂₂. Statistical test results using ANOVA obtained Fcount > Ftable, thus indicating a significant difference from each variation.

Keyword : NaCl, pH, temperature, *oil recovery*, *Burkholderia glumae*

Pembimbing I



Dr. Bambang Yudono, M.Sc.
NIP. 196102071989031001

Pembimbing II



Widia Purwaningrum, M.Si
NIP. 197304031999032001

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP. 196704191993031001

ABSTRAK

PENGARUH KADAR GARAM, pH, DAN TEMPERATUR TERHADAP *RECOVERY* MINYAK BUMI MENGGUNAKAN BAKTERI *Burkholderia glumae*

Lisa Aprimasari

08031181520008

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya

E-mail: lisaaprima@gmail.com

Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh kadar garam NaCl, pH, dan temperatur terhadap *recovery* minyak bumi dengan variasi kadar garam NaCl 0%, 1,5%, 3%, 4,5%, dan 6%, variasi pH 5, 6, 7, 8, dan 9 serta variasi temperatur 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, dan 90°C menggunakan kultur bakteri *Burkholderia glumae*. Pengukuran %TPH (Total Petroleum Hidrokarbon) dilakukan dengan metode maserasi dengan TPH awal sebesar 40,33% yang dilanjutkan dengan mengukur %TPH akhir. Kondisi optimum diperoleh pada kadar garam NaCl 3%, pH 5 dan Temperatur 70°C dengan hasil % *recovery* sebesar 32,31%. Hasil *recovery* terbaik masing-masing variasi dilakukan analisis GC (*gas chromatography*) untuk mengetahui kelimpahan komponen hidrokarbon yang terlurai akibat degradasi dari kultur bakteri *B. glumae*. Berdasarkan pada pengukuran histogram didapatkan bahwa pada kadar garam NaCl 3% senyawa hidrokarbon rantai panjang yang terurai menjadi rantai <C₁₀, C₁₁-C₁₄, C₁₈-C₂₁, dan >C₂₂. Pada pH 5 senyawa hidrokarbon rantai panjang yang terurai menjadi rantai <C₁₀, C₁₁-C₁₄, dan C₁₈-C₂₁, dan temperatur 70°C senyawa hidrokarbon rantai panjang yang terurai menjadi rantai <C₁₀, C₁₈-C₂₁, dan >C₂₂. Hasil uji statistika menggunakan ANOVA didapatkan Fhitung > Ftabel, sehingga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dari masing-masing variasi.

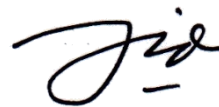
Kata Kunci: garam NaCl, pH, temperatur, *oil recovery*, *Burkholderia glumae*

Pembimbing I



Dr. Bambang Yudono, M.Sc.
NIP. 196102071989031001

Pembimbing II



Widia Purwaningrum, M.Si
NIP. 197304031999032001

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP. 196704191993031001

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Minyak bumi merupakan salah satu sumber energi utama untuk industri, transportasi dan rumah tangga, selain itu juga sebagai sumber devisa bagi negara. Kebutuhan terhadap bahan bakar ini tiap tahun mengalami kenaikan sementara cadangan minyak bumi di Indonesia terus mengalami penurunan. Faktor utama penurunan cadangan minyak bumi karena eksploitasi minyak selama bertahun-tahun sehingga banyak terdapat sumur-sumur tua. Selain itu masih minimnya eksplorasi atau survei geologi untuk menemukan cadangan minyak terbaru (Purwatiningsih dan Masykur, 2012). Cadangan minyak bumi di Indonesia terhitung per 1 Januari 2017 saat ini tersisa sebanyak 3,17 miliar per barel, angka ini turun 4% dibandingkan tahun 2016 yakni 3,31 miliar per barel diperkirakan akan habis antara 10 sampai 11 tahun mendatang (SKK MIGAS, 2017).

Hal yang dapat dilakukan saat kandungan minyak mulai turun yaitu memberikan *treatment* terhadap sumur-sumur tua. Mekanisme umum pemulihan minyak adalah pergerakan dari hidrokarbon ke sumur produksi karena adanya perbedaan tekanan antara reservoir dan sumur produksi. Pemulihan cadangan minyak dibagi menjadi tiga kategori utama. Pertama pemulihan primer yakni produksi minyak terjadi akibat adanya tekanan alami dari cairan yang ada dalam reservoir. Tekanan alami reservoir ini berasal dari gaya gravitasi yang efektif bekerja pada reservoir. Namun kekuatan tekanan alami ini saja mungkin tidak efektif dalam memindahkan sejumlah besar minyak ke sumur produksi. Oleh karena itu dibutuhkan tekanan tambahan dari luar seperti perambahan air dari sisi atau dasar reservoir. Kedua pemulihan sekunder merupakan tahapan ketika terjadi penurunan tekanan dengan menyuntikkan air (*water injection*) atau gas (*gas injection*) sehingga tekanan reservoir diperbesar dan dapat dipertahankan untuk memaksa minyak ke sumur produksi. Namun, metode ini memiliki rasio mobilitas yang tidak baik antara minyak dan air serta efisiensi sapuan yang rendah (Pwaga *et al*, 2010). Ketiga pemulihan tersier, metode ini tidak mengandalkan tekanan reservoir seperti metode primer dan sekunder namun melakukan modifikasi pada sifat dan karakteristik dari cairan reservoir. Mekanisme modifikasi yang dilakukan

yakni dengan mengurangi tegangan antarmuka antara minyak dan air, mengurangi viskositas minyak, dan meningkatkan viskositas cairan menjadi lebih kental daripada minyak. Penerapan metode ini bertujuan untuk mendapatkan efisiensi perolehan minyak yang lebih baik daripada metode primer dan sekunder. Metode tersier ini dapat digunakan sebagai penerapan metode *Enhanced Oil Recovery* (EOR) (Rashedi *et al*, 2012).

Metode EOR menjadi satu set metode pemulihan minyak yang baru diperkenalkan dalam beberapa tahun terakhir. Namun, sebagian metode EOR yang dilakukan merupakan teknik yang mahal, tidak ramah lingkungan, dan sulit dilakukan di bagian dunia yang masih berkembang. Berdasarkan fakta dan keterbatasan ini, *Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR)* adalah metode yang berbeda dimana metode MEOR ini berupa teknik pemulihan secara *in-situ* dan *ex-situ* (Bezza and Chirwa, 2017). MEOR berupa metode yang menginjeksi bakteri di lahan minyak kemudian akan tumbuh dan menghasilkan biopolimer dan dalam beberapa kasus juga dapat mengurangi tegangan antarmuka antara minyak dan air untuk meningkatkan mobilitas fluida (Nmegbu *et al*, 2015). Metode MEOR menggunakan bakteri sebagai

yang dipakai dikarenakan bakteri memiliki ukuran yang kecil dan memproduksi senyawa metabolik yang bermanfaat salah satunya biosurfaktan (Omoniyi and Abdulmalik, 2015).

Biosurfaktan merupakan molekul amphipatik dengan struktur hidrofilik dan hidrofobik yang memiliki sifat dapat menurunkan tegangan permukaan (Saikia and Deka, 2015). Biosurfaktan lebih disukai daripada surfaktan sintesis karena memiliki kelebihan berupa toksisitas yang lebih rendah, biodegradabilitas tinggi, berbisa banyak, dan kompatibilitas lingkungan yang lebih baik. Selain itu kemampuannya juga baik untuk bertindak dalam suhu tinggi, pH rendah, dan tingkat salinitas yang *extreme* serta biaya produksi yang rendah. Aplikasi dari biosurfaktan ini sudah banyak digunakan karena keunggulannya, salah satunya pada industri minyak. Biosurfaktan dapat meningkatkan kembali perolehan minyak bumi di sumur-sumur tua (Yudono *et al*, 2017)

Yudono, dkk (2014) berhasil mengisolasi delapan mikroba indigen dari Desa Babat Toman Musi Banyuasin yang berpotensi sebagai penghasil biosurfaktan diantaranya *Pseudomonas acidovorans*, *Brevundimonas diminuta*,

Pseudomonas fluorescens, *Burkholderia glumae*, *Pseudomonasaeruginosa*, *Bacillus firmus*, *Pseudomonas peli*, dan *Pseudomonas citronellolis*. Anggraini (2016) telah meneliti pengaruh temperatur pada pemulihan minyak bumi dengan isolat bakteri *Burkholderia glumae* di dapatkan hasil 18,19% *recovery* minyak bumi pada temperatur 40°C. Selain itu pada penelitian Yudono (2017) telah meneliti pengaruh kadar garam NaCl pada pemulihan minyak bumi dengan isolat bakteri *Burkholderia glumae* di dapatkan hasil 69,97% *recovery* minyak bumi pada konsentrasi 4,5%. Mikroorganisme yang digunakan dalam penelitian ini berupa bakteri *Burkholderia glumae* dimana pertumbuhannya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti faktor pH, temperatur, dan salinitas ekstraksi *waterflooding* sebagai pembanding sehingga didapat kondisi optimum dari masing-masing variabel.

1.2. Rumusan Masalah

Cadangan minyak bumi semakin menipis pertahunnya akibat kurangnya eksplorasi dan eksploitasi serta metode pengambilan minyak yang masih konvensional. Metode MEOR yang merupakan salah satu metode *recovery* minyak bumi yang lebih *modern* dapat digunakan sebagai alternatif lain dalam *recovery* minyak bumi sehingga dapat mengoptimalkan pengambilan minyak bumi pada sumur-sumur tua. Metode MEOR yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya berhasil membuktikan kemampuan dari *Burkholderia glumae* dalam *recovery* minyak bumi. Namun, pada penelitian sebelumnya hanya dilakukan uji *recovery* dalam skala laboratorium dan 2 penentuan kondisi optimum saja. Berdasarkan pada fakta tersebut maka pada penelitian ini skala pengujian sampel ditingkatkan hingga 20 kali lipat dengan kondisi optimum dari kadar garam, pH dan temperatur berdasarkan % *recovery* minyak bumi terbaik menggunakan bakteri *Burkholderia glumae*. Selain itu, untuk mengetahui bagaimanakah kemampuan bakteri *Burkholderia glumae* dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon dari *sludge* minyak bumi yang terlarut dalam kultur bakteri *Burkholderia glumae*.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menentukan kondisi optimum dari pengaruh kadar garam NaCl, pH dan temperatur pada biosurfaktan bakteri *Burkholderia glumae* berdasarkan hasil % *recovery* minyak bumi terbaik.
2. Menganalisis komponen hidrokarbon dari masing-masing kondisi optimum kadar garam NaCl, pH, dan temperatur dengan GC-MS (*gas chromatography-mass spectrophotometry*).

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan biosurfaktan dengan kondisi optimal dari pengaruh kadar garam, pH dan temperatur berdasarkan persentase terbaiknya. Selain itu dapat memberikan manfaat dalam bidang pengembangan teknologi produksi minyak bumi dengan memanfaatkan bakteri indigen sumur tua seperti *Burkholderia glumae* yang dapat diaplikasikan pada skala yang lebih besar lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alagorni, A. H., Yaacob, Z. Bin, & Nour, A. H. 2015. An Overview of Oil Production Stages: Enhanced Oil Recovery Techniques and Nitrogen Injection. *International Journal of Environmental Science and Development*, 6(9), 693–701. <https://doi.org/10.7763/IJESD.2015.V6.682>
- Alida, R., & Juliansyah, O. 2016. Analisa Kinerja Injeksi Air Dengan Metode Voidage Replacement Ratio Di Pt . Pertamina Ep Asset 1 Field Ramba, 7(1), 41–48.
- Anggraini, V. 2016. Pengaruh Temperatur terhadap *recovery* Minyak Bumi dengan Biosurfaktan dari Bakteri *Pseudomonas peli* dan *Burkholderia glumae*. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Imdralaya.
- Batubara, U. M., Susilawati, I. O., & Riany, H. 2015. Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Indigenous Tanah Di Kawasan Kampus Universitas Jambi. In *Prosiding Semirata 2015 bidang MIPA BKS-PTN Bara* (pp. 243–250).
- Bezza, F. A., & Chirwa, E. M. N. 2017. Possible use of biosurfactant produced by Microbial consortium from contaminated soil for microbially enhanced oil *recovery*. *Chemical Engineering Transactions*, 57.
- Budiharjo, R., & Ria, P. 2017. Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Pengaruh Konsentrasi NaCl Terhadap Aktivitas Spesifik Protease Ekstraseluler dan Pertumbuhan Bakteri Halofilik Isolat Bittern Tambak Garam Madura. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 20(3), 142–145.
- Hardiansyah, M. M. 2014. Amidasi Senyawa Etil p-metoksianamat yang Diisolasi dari Kencur (*Kaempferia galanga L*) dan Uji Aktivasi Antiinflamasi secara In Vitro. *Skripsi*. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Program Studi Farmasasi. Jakarta.
- Kaffah, S. 2016. Uji *Recovery* Minyak Bumi menggunakan *Crude* Biosurfaktan Bakteri Indigen pada Variasi Konsentrasi Sumber Karbon Molase. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Kurniati, T. H. 2016. *Bakteri Penghasil Biosurfaktan Dari Lingkungan Tercemar Limbah Minyak Dan Potensinya Dalam Mendegradasi Hidrokarbon Aromatik Polisiklik (HAP)*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Laini, R. E., Napoleon, A., & Munawar. 2014. Isolasi Bakteri Termofilik Penghasil Biosurfaktan yang Ber- potensi sebagai Agen MEOR (Microbial Enhanced Oil Re- covery) dari Sumur Minyak di Sungai Angit. *Jurnal Penelitian Sains*, 17, 9–13.

- Leba, M. A. U. 2017. *Buku Ajar: Ekstraksi dan Real Kromatografi*. Depublish: Yogyakarta.
- Lestari, U. D. 2016. Pengaruh Garam NaCl Terhadap Uji Oil Recovery Menggunakan Biosurfaktan Dari Isolat *Pseudomonas aeruginosa* dan *Pseudomonas citronellolis*. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Indralya.
- Manik, R. aprita, Rusliadi, & Putra, I. 2018. *Pengaruh Penambahan Sumber Karbon Molase Dengan Dosis Berbeda Pada Sistem Bioflok Terhadap Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Nila Merah (Oreochromis Sp) Pada Media Air Payau*.
- Mardiah, R. (2012). *Validasi Metode Analisis Kontaminan Solar Dalam Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Gc-Fid*. Bandung.
- Marley, V. S. 2016. Uji Recovery Minyak Bumi menggunakan Biosurfaktan dari Bakteri Indigen pada Variasi Konsentrasi Molase. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Indralya.
- Munawaroh, M. 2015. Uji Recovery Minyak Bumi menggunakan Biosurfaktan dari Bakteri Indigen Toleran terhadap Konsentrasi Garam. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Indralya.
- Ningsih, A. I. 2017. Pengaruh Kadar Garam NaCl pada Recovery Minyak Bumi dengan Menggunakan Biosurfaktan dari Bakteri *Pseudomonas peli* dan *Pseudomonas flourencens*. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Indralya.
- Nmegbu, C.G.J, Obah, B. O. and Wemedo, S. A. (2015). Characterization of Biopolymers and Biosurfactant for Microbial Enhanced Oil Recovery in Niger Delta Reservoirs. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 6(10), 80–86.
- Omoniyi, O. A., and Abdulmalik. 2015. A Review Of Microbial Enhanced Oil Recovery : Current Development And Future Prospects. *Internatioal Journal of Scientific & Engineering Research*, 6(1), 1378–1389.
- Purwatiningsih, A., dan Masykur. 2012. Eksplorasi Dan Eksploitasi Pertambanganminyak Dan Gas Bumi Di Laut Natuna Bagian Utara Laut Yuridiksi Nasional Untuk Meningkatkan Kesejahteraanmasyarakat Di Kepulauan Natuna. *Jurnal Reformasi*, 2, 59–67.
- Pwaga, S., Iluore, C., & Idrees, M. U. 2010. *Comparative Study of Different EOR Methods*. Norwegian University of Science & Technology.
- Rashedi, D. 2012. Microbial Enhanced Oil Recovery. *Introduction to Enhanced Oil Recovery (EOR) Processes and Bioremediation of Oil-Contaminated Sites*, 318. <https://doi.org/10.5772/2053>

- Reningtyas, R., & Mahreni. 2015. Biosurfaktan. *Eksergi*, XII(2), 12–22.
- Saikia, R. R., & Deka, S. 2015. Biosurfactants : Structure , Function and Their Properties. *International Journal of Education and Science Research*, 2015(5), 5–20.
- Sari, M., Afiati, F., dan Kusharyoto, W. 2015. Potensi bakteri lumpur minyak sebagai penghasil biosurfaktan dan antimikroba. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*, 1, 85–88. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010113>
- Sartika, D. 2009. Penentuan Persen Volume Fraksi Minyak Mentah (Crude Petroleum) Dengan Metode Distilasi Secara Astm D-86 Di Pt . Pertamina Ep Region Departemen Kimia.
- SKK MIGAS, 2017. Laporan Tahunan SKK MIGAS Tahun 2017. <https://skk.migas.go.id>publikasi>laporan-tahunan>. Diakses Pada Tanggal 5 Agustus 2018
- Suryanti, V., Marliyana, S. D., Handayani, D. S., and Ratnaningrum, D. 2013. Production And Characterization Of Biosurfactant By Pseudomonas Fluorescens Using Cassava Flour Wastewater As Media. *Indo. J. Chem*, 13(3), 229–235.
- Susilowati, A. R. I., dan Listyawati, S. 2001. Keanekaragaman Jenis Mikroorganisme Sumber Kontaminasi Kultur In vitro di Sub-Lab . Biologi Laboratorium MIPA Pusat UNS, 2, 110–114.
- Svehla, G. 1985. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro, Edisi Kelima, Bagian I*. Kalman Media Pusaka: Jakarta.
- Tang, M. and Suendo, V. 2011. Pengaruh Penambahan Pelarut Organik terhadap Tegangan Permukaan Larutan Sabun. *Prosiding SNIPS*. 1-7.
- Utari, U. 2018. Potensi Beberapa Metode Perlakuan Benih untuk mengeliminasi Bakteri Burkholderia glumae pada Benih Padi di Laborator. *Skripsi*. Departemen Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Wicaksono, A. W. 2016. *Analisis Co2 Enhanced Oil Recovery Menggunakan perangkat Lunak Co 2 Enhanced Oil Recovery Analysis Using Comsol Software*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Yudono, B. 1994. *An Investigation Into The Prenature Cracking Asphaltic Pavement in Hot and Climated Thesis School of Chemistry*, University of Bristol. Inggris.
- Yudono, B., Sri, P. E., dan Munawar. 2014. *Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Potensi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Termotoleran dari Sumur Tua di Babat Toman Musi Banyuasin Sumatera Selatan*. Proceeding Seminar Jilid 5: 298-299.

Yudono, B., Estuningsih, S. P., & Suganda, L. (2017). Oil Recovery of Soil Contained Petroleum Oil by Using Bio Surfactant of Mixed Cultures Bacteria (*Brevundimonas diminuta* , *Pseudomonas fluorescens* , *Pseudomonas aeruginosa* , *Pseudomonas citronelis*) at vary pH Conditions (5-9). *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 7(3), 858–864.

Yudono, B., Said, Estuningsih, S. P., and Karima, A. 2017. Oil Recovery Test using Bio Surfactant of Halo Tolerant Bacteria *Brevundimonas diminuta* and *Bhurkholderia glumae* at Variation of NaCl Salt Concentrations, 11(3), 81–88.