

**PENGARUH pH, KADAR GARAM DAN TEMPERATUR TERHADAP *RECOVERY*
MINYAK BUMI DI SUMUR MINYAK TUA OLEH BAKTERI
*Pseudomonas fluorescense***

SKRIPSI

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



Oleh:

RESTI SETYO ANGGRAINI

08031181520026

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH pH, KADAR GARAM DAN TEMPERATUR TERHADAP
RECOVERY MINYAK BUMI DI SUMUR MINYAK TUA OLEH BAKTERI
*Pseudomonas fluorescense***

SKRIPSI

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

Oleh :

RESTI SETYO ANGGRAINI

08031181520026

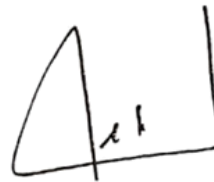
Indralaya, 31 Juli 2019

Pembimbing I




Dr. Bambang Yudono, M.Sc
NIP. 196102071989031001

Pembimbing II



Dr. Desnelli, M.Si
NIP. 196912251997022001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Pengaruh pH, Kadar Garam dan Temperatur Terhadap *Recovery* Minyak Bumi di Sumur Minyak Tua Oleh Bakteri *Pseudomonas fluorescense*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Juli 2019 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, 31 Juli 2019


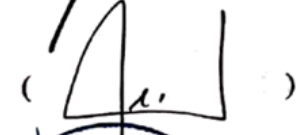



Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

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

Anggota :

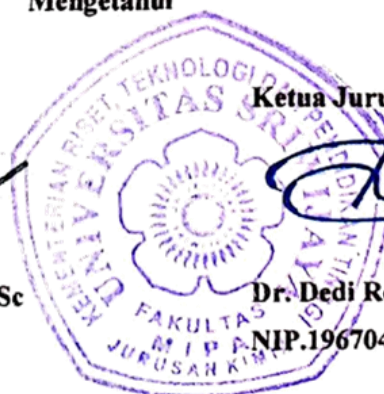
2. **Dr. Desnelli, M.Si**
NIP. 196912251997022001
3. **Dr. Dedi Rohendi, M.T**
NIP. 196704191993031001
4. **Dr. Suheryanto, M.Si**
NIP. 196006251989031006
5. **Dra. Julinar, M.Si**
NIP. 196507251993032002

()
()
()
()
()

Mengetahui



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



Ketua Jurusan Kimia

Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP. 196704191993031001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Resti Setyo Anggraini
NIM : 08031181520026
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi dan karya ilmiah ini adalah hasil karya penulis yang belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun dari perguruan tinggi lain. Semua informasi yang berasal dari penulis lain yang dicantumkan di dalam skripsi ini baik yang telah 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 penulis buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 31 Juli 2019

Penulis,



Resti Setyo Anggraini

NIM. 08031181520026

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis persembahkan kepada Allah SWT karena berkat rahmat serta hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan masa perkuliahan dan skripsi yang berjudul “Pengaruh pH, Kadar Garam dan Temperatur Terhadap *Recovery* Minyak Bumi di Sumur Minyak Tua Oleh Bakteri *Pseudomonas fluorescense*” dengan sebaik-baiknya. Shalawat serta salam juga turunkan kepada suri tauladan, Nabi Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Dalam penyelesaian tugas akhir dan skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT, karena tanpa rahmat dan hidayah-Nya, penulis tidak bisa menyelesaikan skripsi dengan sebaik ini.
2. Nabi Muhammad SAW, keluarga dan sahabat serta insyaAllah kita sebagai pengikutnya hingga akhir zaman.
3. Dr. Bambang Yudono, M.Sc dan Dr. Desnelli, M.Si selaku pembimbing penulis yang sudah sangat banyak membantu dan mengarahkan selama proses penyelesaian penelitian ini.
4. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T, Dr. Suheryanto, M.Si dan Dra. Julinar, M. Si selaku dosen penguji yang telah banyak memberikan saran serta kritikan sehingga skripsi ini menjadi lebih baik.
5. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc selaku Dekan Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M. T selaku Ketua Jurusan FMIPA Kimia UNSRI yang telah banyak memberikan kemudahan serta keringanan dalam upaya penyelesaian urusan di kampus.
7. Bapak Dr. Hanasudin, M.Si sebagai dosen pembimbing akademik yang juga sudah sangat baik dalam membimbing penulis hingga dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
8. Ayah (Edwan Hepni) dan Ibu (Rita) Selaku orang tua penulis yang sudah sangat perhatian dan selalu membantu melalui moral dan moril serta mendo'akan penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.

9. Adik Penulis Yoga Pratikto, Deni Firmansyah, dan M. Fadly yang telah memberikan semangat, bantuan, dan harapan untuk bisa menyelesaikan skripsi ini.
10. Keluarga besar penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi serta dukungannya sehingga penulis selalu semangat dalam mengerjakan skripsi ini.
11. Nur Fauziah Al Qisthi, S.Si (sahabat penulis) yang banyak sekali membantu penulis dalam menyelesaikan segala kesulitan dikampus dan selalu memberikan kebahagiaan dalam suka maupun duka. Terima Kasih banyak atas waktu dan pengertiannya qis.
12. Yuk Husnul, mba Tini, Fikri, Aisyah, Uci, Ilham jola, Uni Putri, Vio, Nyimas selaku teman yang selalu memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan TA dan skripsi. Semangat mengejar impian masing-masing.
13. Muhammad Iqbal dan Rizky Anugrah, terimakasih atas waktu, ilmu dan semangatnya.
14. Citra, Rahayu, Suci, Pemi, Cica, Sarah, Rima, Puput yang selalu membagikan kebahagiaan selama nge-lab di kimia analis, terima kasih atas bantuannya selama penulis masih menyelesaikan Tugas Akhir.
15. Team MEOR (Icak, Kak Tika, Yuli, Fopy, Ratih dan Dini) atas bantuannya kepada penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir. Semangat semuanya, semoga sukses.
16. Riani, Theres, Jeri, Widya, Febthy, Vero, Bunga, Mijik, Hardi yang selalu membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir dan selalu memberikan kebahagiaan kepada penulis selama di kampus.
17. Leidy, Arrum, Tasya, Ira Rizka, selaku teman pertama di kampus yang selalu memberikan semangat kepada penulis dan membantu penulis dalam menghadapi hingar-bingarnya kehidupan kampus. Semoga bahagia selalu sayang-quuu.
18. MIKI 2015 yang dari awal sampe akhir selalu memberikan semangatnya, sukses selalu kawan-kawan.

19. Kak Iin dan Mba Novi tersayang, yang selalu sabar dalam menghadapi penulis untuk menyelesaikan berbagai administrasi di kampus.
20. Yuk Nur, Yuk Yanti, Yuk Niar, selaku analis kimia, yang selalu membantu penulis dan memberikan ilmu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritikan serta saran dari para pembaca. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Indralaya, 31 Juli 2019

Resti Setyo Anggraini
08031181520026

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Recovery</i> Minyak Bumi	4
2.2 <i>Water Flooding</i>	5
2.3 Metode MEOR	5
2.3.1 Kelebihan dan Kekurangan Metode MEOR.....	6
2.4 Biosurfaktan	6
2.4.1 Faktor Produksi Biosurfaktan.....	8
2.5 <i>Pseudomonas fluorescense</i>	9
2.6 <i>Total Petroleum Hydrocarbon</i> (TPH)	10
2.7 Analisa Menggunakan Alat GC-MS	10
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	11

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3.1 Alat	11
3.3.2 Bahan.....	11
3.3 Prosedur Kerja	11
3.3.1 Sterilisasi Alat.....	11
3.3.2 Inokulasi Bakteri <i>Pseudomonas fluorescense</i>	12
3.3.3 Pembuatan Medium Zobell.....	12
3.3.4 Pembuatan Starter Bakteri	12
3.3.5 Pembuatan Nutrisi Kultur Bakteri <i>P. Fluorescense</i>	12
3.3.6 Pembuatan Kultur Bakteri <i>Pseudomonas fluorescense</i>	13
3.3.7 Proses <i>Recovery</i> Minyak Bumi Secara <i>Water Flooding</i>	13
3.3.8 Penentuan TPH Awal Sebelum Perlakuan	13
3.3.9 Analisis GC Pada <i>Sludge Oil</i> Hasil Ekstraksi Sebelum Perlakuan	14
3.3.10 Penentuan Waktu Optimum <i>Recovery</i> Minyak Bumi Menggunakan <i>Bell Siphon</i>	14
3.3.11 Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Injeksi Air	14
3.3.12 Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Variasi Kadar Garam.....	15
3.3.13 Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Variasi pH	15
3.3.14 Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Variasi Temperatur.....	15
3.3.15 Analisis GC Setelah Perlakuan.....	15
3.3.16 Analisis Data	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Pengukuran TPH <i>Sludge Oil</i> Menggunakan Pelarut n-heksan	17

4.2 Pengukuran Waktu Optimum <i>Recovery</i> Minyak Bumi Secara <i>Water Flooding</i>	17
4.3 Pengukuran <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Variasi Kadar Garam NaCl.....	18
4.4 Pengukuran <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Variasi pH.....	20
4.5 Pengukuran <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Variasi Temperatur	21
4.6 Kromatogram Hasil Analisis GC Pada Sampel <i>Sludge Oil</i> Sebelum dan Sesudah Perlakuan	22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Kesimpulan.....	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	75

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Tipe Biosurfaktan	7
Tabel 2. Pengukuran TPH <i>Sludge Oil</i> dengan Injeksi Air.....	42
Tabel 3. Pengukuran <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Injeksi Air	42
Tabel 4. Pengukuran TPH <i>Sludge Oil</i> dengan Variasi Kadar Garam NaCl .	44
Tabel 5. Pengukuran <i>Recovery</i> Minyak Bumi Oleh Bakteri <i>Pseudomonas fluorescense</i> dengan Variasi Kadar Garam NaCl.....	45
Tabel 6. Pengukuran TPH <i>Sludge Oil</i> dengan Variasi pH	46
Tabel 7. Pengukuran <i>Recovery</i> Minyak Bumi Oleh Bakteri <i>Pseudomonas fluorescense</i> dengan Variasi pH.....	47
Tabel 8. Pengukuran TPH <i>Sludge Oil</i> dengan Variasi Temperatur.....	48
Tabel 9. Pengukuran <i>Recovery</i> Minyak Bumi Oleh Bakteri <i>Pseudomonas fluorescense</i> dengan Variasi Temperatur	49
Tabel 10. Analisis Data Pada Variasi Kadar Garam NaCl	50
Tabel 11. Analisis Data Pada Variasi pH	53
Tabel 12. Analisis Data Pada Variasi Temperatur.....	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Mekanisme Biosurfaktan dalam Proses <i>Oil Recovery</i>	8
Gambar 2. Mekanisme Kerja <i>Recovery</i> Minyak Bumi Secara <i>Water Flooding</i>	13
Gambar 3. Persentase <i>Recovery</i> Minyak Bumi dalam Penentuan Waktu Optimum Secara <i>Water Flooding</i> dengan kadar garam NaCl 4,5%	17
Gambar 4. Persentase <i>Recovery</i> Minyak Bumi Oleh Bakteri <i>Pseudomonas fluorescense</i> dengan Variasi Kadar Garam NaCl.....	19
Gambar 5. Persentase <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Kadar Garam NaCl 3% dan Variasi pH.....	20
Gambar 6. Persentase <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Kadar Garam NaCl 3%, pH 5 serta Variasi Temperatur	21
Gambar 7. Kromatogram Hasil GC (a) Sebelum Perlakuan (b) Menggunakan Blanko (c) Menggunakan Kadar Garam NaCl 3% (d) Menggunakan Kadar Garam NaCl 3% dan pH 5 (e) Menggunakan Kadar Garam NaCl 3%, pH 5 serta Temperatur 80°C	24
Gambar 8. Histogram Perubahan Rantai Hidrokarbon Sebelum dan Sesudah Perlakuan Oleh Bakteri <i>P. fluorescense</i> dengan Kadar Garam NaCl 3%.....	25
Gambar 9. Histogram Perubahan Rantai Hidrokarbon Terlarut Sebelum dan Sesudah Perlakuan Oleh Bakteri <i>P. fluorescense</i> dengan Kadar Garam NaCl 3% dan pH 5	26
Gambar 10. Histogram Perubahan Rantai Hidrokarbon Terlarut Sebelum dan Sesudah Perlakuan Oleh Bakteri <i>P. Fluorescense</i> dengan Kadar Garam NaCl 3%, pH 5 dan Temperatur 80°C	27

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1.	Skema Prosedur Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi Sebelum Perlakuan (dengan n-heksan)	34
Lampiran 2.	Skema Prosedur Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Injeksi Air (Secara <i>Water Flooding</i>)	35
Lampiran 3.	Skema Prosedur Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Variasi Kadar Garam NaCl (Secara <i>Water Flooding</i>).....	36
Lampiran 4.	Skema Prosedur Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Variasi pH (Secara <i>Water Flooding</i>).....	37
Lampiran 5.	Skema Prosedur Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Variasi Temperatur	38
Lampiran 6.	Perhitungan Komposisi Pembuatan <i>Buffer</i> pH 5-9	39
Lampiran 7.	Pengukuran TPH <i>Sludge Oil</i> Menggunakan Pelarut n-Heksan	40
Lampiran 8.	Data Penentuan Waktu Optimum <i>Recovery</i> Minyak Bumi Secara <i>Water Flooding</i>	41
Lampiran 9.	Pengukuran TPH dengan Injeksi Air.....	42
Lampiran 10.	Pengukuran TPH _{akhir} dan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Variasi Kadar Garam NaCl	44
Lampiran 11.	<i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Variasi pH.....	46
Lampiran 12.	<i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Variasi Temperatur	48
Lampiran 13.	Analisis Data <i>Recovery</i> Minyak Bumi secara ANOVA dengan menggunakan <i>Excel</i>	50
Lampiran 14.	Kondisi Alat <i>Gas Chromatography</i> yang Digunakan Untuk Analisa Komponen Minyak Bumi.....	57
Lampiran 15.	Data <i>Peak</i> Hasil GC Sebelum Ada Perlakuan	58
Lampiran 16.	Data <i>Peak</i> Hasil GC dengan Kadar Garam NaCl 3%.....	61
Lampiran 17.	Persentase Kelimpahan Rantai Hidrokarbon Sebelum dan Sesudah Perlakuan Oleh Bakteri <i>P. Fluoresence</i> dengan Kadar Garam NaCl 3%	64

Lampiran 18. Data <i>Peak</i> Hasil GC dengan Kadar Garam NaCl 3% dan pH 5	65
Lampiran 19. Persentase Kelimpahan Rantai Hidrokarbon Sebelum dan Sesudah Perlakuan Oleh Bakteri <i>P. Fluoresence</i> dengan Kadar Garam NaCl 3% dan pH 5.....	68
Lampiran 20. Data <i>Peak</i> Hasil GC dengan Kadar Garam NaCl 3%, pH 5 dan Temperatur 80°C	69
Lampiran 21. Persentase Kelimpahan Rantai Hidrokarbon Sebelum dan Sesudah Perlakuan Oleh Bakteri <i>P. Fluoresence</i> dengan Kadar Garam NaCl 3%, pH 5 dan Temperatur 80°C.....	72
Lampiran 22. Dokumentasi Penelitian.....	73

ABSTRACT

THE EFFECT OF pH, SALT CONCENTRATION, AND TEMPERATURE TO ENHANCE OIL RECOVERY ON ABANDONED WELS BY

Pseudomonas fluorescence

Resti Setyo Angraini

08031181520026

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science

Sriwijaya University

E-mail : restisetyo21@gmail.com

The experimental study investigates effect of pH, salt concentration, and temperature to enhance oil recovery on abandoned wells using *Pseudomonas fluorescence* were conducted by water flooding using bell siphon which process takes place continuously. Produce oil recovery with salt concentration 4,5% as much as 27,85, while oil recovery with NaCl concentration of 3%, a pH 5 and temperature 80°C were trapped the oil as much as 30.82%. The biggest oil recovery from every treatments were analyzed based on retention time to see abundance and degrade composition by *Pseudomonas fluorescence* using gas chromatography. The results shown *Pseudomonas fluorescence* could break down the hydrocarbon chain.

Keywords: *Pseudomonas fluorescence*, pH, NaCl, Temperature, Gas Chromatography, Oil Recovery

Citations: 54 (1994-2018)

Pembimbing I



Dr. Bambang Yudono, M.Sc
NIP. 196102071989031001

Indralaya, 31 Juli 2019

Pembimbing II



Dr. Desnelli, M.Si
NIP. 196912251997022001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia



Dr. Dedi Rohendi, M.T

Scanned with CamScanner NIP. 196704191993031001

ABSTRAK

PENGARUH pH, KADAR GARAM DAN TEMPERATUR TERHADAP RECOVERY MINYAK BUMI DI SUMUR MINYAK TUA OLEH BAKTERI *Pseudomonas fluorescense*

Resti Setyo Angraini

08031181520026

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sriwijaya

E-mail: restisetyo21@gmail.com

Telah dilakukan uji pengaruh pH, kadar garam dan temperatur terhadap *recovery* minyak bumi di sumur minyak tua oleh bakteri *Pseudomonas fluorescense*. Proses *recovery* minyak bumi dilakukan secara *water flooding* menggunakan *bell siphon*, sehingga berlangsung secara terus-menerus. Hasil *recovery* minyak bumi dengan menggunakan kadar garam NaCl 4,5% oleh bakteri *Pseudomonas fluorescense* didapatkan sebesar 27,85%, sedangkan *recovery* minyak bumi dengan kondisi optimum kadar garam NaCl 3% dengan pH 5 dan temperatur 80°C meningkatkan persentase *recovery* menjadi sebesar 30,82%. Hasil *recovery* minyak bumi terbesar dari setiap variasi dilakukan analisis terhadap kelimpahan senyawa hidrokarbon berdasarkan waktu retensi menggunakan kromatografi gas. Berdasarkan hasil evaluasi kromatogram dari kromatografi gas yang dilakukan pada kondisi optimum dapat disimpulkan bahwa bakteri *Pseudomonas fluorescense* dapat memutus senyawa hidrokarbon.

Kata kunci : *Pseudomonas fluorescense*, pH, NaCl Temperatur, *Recovery* minyak bumi

Pembimbing I



Dr. Bambang Yudono, M,Sc
NIP. 196102071989031001

Indralaya, 31 Juli 2019
Pembimbing II



Dr. Desnelli, M.Si
NIP. 196912251997022001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Dedi Rohendi, M.T

CS Scanned with CamScanner NIP. 196704191993031001

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Metode *Microbial Enhanced Oil Recovery* adalah multi-disiplin yang menggabungkan antara bidang geologi, kimia, mikrobiologi, dinamika fluida, teknik perminyakan, dan teknik kimia. Metode ini menginjeksi bakteri di sumur minyak kemudian akan tumbuh dan menghasilkan biopolimer dan dalam beberapa kasus juga dapat mengurangi tegangan antarmuka antara minyak dan air untuk meningkatkan mobilitas fluida. Ciri-ciri dari mikroba yang dapat digunakan dalam MEOR diantaranya merupakan bakteri hidrokarbonoklastik, berukuran kecil, menghasilkan gas, tidak bersifat patogen, barofilik, termasuk golongan *thermophiles*, *halophile* serta menghasilkan biosurfaktan (Laini *et al.*, 2014).

Biosurfaktan adalah kelompok molekul aktif permukaan atau hasil sintesis senyawa kimia oleh mikroorganisme. Senyawa *amphiphilic* ini diproduksi di permukaan sel mikroba atau diekskresikan secara ekstraselular. Molekul *amphiphatic* ini mengandung struktur hidrofilik dan hidrofobik yang memiliki sifat dapat menurunkan tegangan permukaan (Saikia, 2015). Genus *Pseudomonas* merupakan bakteri yang mampu menghasilkan berbagai macam substrat seperti gliserol, fruktosa, glukosa, minyak nabati dan n-parafin, bertujuan untuk menghasilkan biosurfaktan tipe *rhamnolipid* (Abouseoud *et al.*, 2007).

Pada penelitian sebelumnya, sampel *sludge oil* dan isolat bakteri yang digunakan berasal dari sumur minyak yang terletak di daerah Babat Toman, Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan (Yudono dkk, 2014). Sampel *sludge oil* dan isolat bakteri ini digunakan dalam penelitian Munawaroh (2015) dan Ningsi (2017) yang menguji *recovery* minyak bumi dengan variasi kadar garam diketahui bahwa *Pseudomonas fluorescence* mampu hidup sampai kadar garam NaCl 7,5% dan menghasilkan *recovery* minyak bumi terbesar pada kadar garam NaCl 4,5%. Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Ningsih (2016) hanya melakukan uji temperatur menghasilkan *recovery* minyak bumi yang maksimal pada suhu tinggi. Pada uji pengaruh pH dilakukan oleh Suganda (2016) menggunakan campuran kultur bakteri meliputi *Brevundomonas diminuta*, *Pseudomonas fluorescence*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Pseudomonas*

citronellolis menghasilkan *recovery* minyak bumi yang maksimal pada pH 7. Penelitian tersebut menggunakan jumlah sampel *sludge oil* dan volume kultur inokulum bakteri yang lebih sedikit untuk proses *recovery* minyak bumi, selain itu uji pengaruh pH tidak dilakukan pada masing-masing isolat bakteri serta tidak dilakukan penggabungan antar perlakuan kadar garam, pH dan temperatur, oleh karena itu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh dari gabungan antara uji kadar garam, pH dan temperatur secara bersamaan pada kondisi terbaik.

Penelitian ini menggunakan isolat bakteri *Pseudomonas fluorescense* (Yudono dkk, 2014) sebagai penghasil biosurfaktan yang diaplikasikan pada *sludge oil* dari sumur minyak yang terletak di Bantiale, Sekayu, Sumatera Selatan dengan jumlah sampel dan volume kultur inokulum bakteri yang lebih besar. Proses *recovery* minyak bumi dilakukan secara *water flooding* dengan menggunakan *bell siphon* dengan memberikan uji pengaruh meliputi variasi kadar garam, pH serta temperatur dan penggabungan kondisi optimum dari ketiga perlakuan tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Bakteri *Pseudomonas fluorescense* diketahui mampu menghasilkan biosurfaktan sehingga dapat digunakan dalam proses *recovery* pada minyak bumi. Bakteri ini diuji dalam berbagai kondisi meliputi pH, kadar garam dan temperatur dengan menerapkannya pada model sumur minyak tua. Penelitian ini menggunakan *sludge* minyak yang diambil dari daerah Bantialae, Sekayu, Sumatera Selatan, sehingga berbeda dari penelitian sebelumnya agar dapat ditentukan kondisi optimum bakteri tersebut untuk melakukan proses *recovery* minyak bumi.

1.3. Tujuan Penelitian

Menentukan kondisi optimum meliputi pH, kadar garam dan temperatur terhadap *recovery* minyak bumi oleh bakteri *Pseudomonas fluorescense* di sumur minyak tua dan mengetahui komponen hidrokarbon yang dapat didegradasi oleh bakteri *Pseudomonas fluorescense* menggunakan analisa GC.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan pengetahuan mengenai pengaruh pH, kadar garam dan temperatur dalam proses *recovery* minyak bumi oleh bakteri *Pseudomonas fluorescense* serta mampu mengetahui komponen hidrokarbon hasil *recovery* minyak bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abouseoud, M., Maachi, R., and Amrane, A. 2007. Biosurfactant Production from Olive Oil by *Pseudomonas fluorescens*. *Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology*. 340-347.
- Al-Sulaimani, H., Joshi, S., Al-Wahaibi, Y., Al-Bahry, S., Elshafie, A., and Al-Bemani, A. 2011. Microbial Biotechnology for Enhancing Oil Recovery : Current Developments and Future Prospects. *Biotechnology, Bioinformatics and Bioengineering*. 1(2): 147-158.
- Al-Tahhan, R. A., Sandrin, T. R., Bodour, A. A., and Maier, R. M. 2000. Rhamnolipid-Induced Removal of Lipopolysaccharide from *Pseudomonas aeruginosa*: Effect on Cell Surface Properties and Interaction with Hydrophobic Substrates. *Applied and Environmental Microbiology*. 66(8): 3262-3268.
- Bach, H., Berdichevsky, Y., and Gutnick, D. 2003. An exocellular protein from the oil- degrading microbe *Acinetobacter venetianus* RAG-1 enhances the emulsi- fying activity of the polymeric bioemulsifier emulsan. *Applied Environment Microbial*. 69 (5): 2608-2615.
- Banat, I. M *et al.* 2010. Microbial Biosurfactants Production, Applications and Future Potential. *Appl Microbiol Biotechnol*. 87: 427–444.
- Bharali, P. 2011. Crude Biosurfactant From Thermophilic *Alcaligenes faecalis*: Feasibility in Petro-spill Bioremediation. *International Biodeterior Biodegrad*. 65(5): 682-690.
- Bisen, P. S, and K Verma. 1994. *Handbook of Microbiology*. New Delhi: CBS Publishers & Distributors.
- Budiharjo, R., Purbowatiningrum, R. S dan Asy'ari, M. 2017. 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.
- Desai, J. D and Banat, I. M. 1997. Microbial Production of Surfactant and Their Commercial Potential. *Microbial Molecular Biology Revised*. 61: 47-64.
- Gao, C. 2018. Experiences of Microbial Enhanced Oil Recovery in Chinese Oil Fields. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 166: 55-62.
- Geetha, S. J., Banat, I. M., and Joshi, S. J. 2018. Biosurfactants: Production and Potential Applications in Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 14: 23-32.
- Gudina, E. J., Pereira, J. F. B., Costa, R., Coutinho, J. A. P., Teixeira, J. A., and Rodrigues, L. R. 2013. Biosurfactant-Producing and Oil-Degrading *Bacillus*

- subtilis Strains Enhance Oil Recovery in Laboratory Sand-Pack Columns. *Journal of Hazardous Materials*. 261: 106-113.
- Hall, C. P., Tharakan, J. H., Cleveland, C and Jefferson, M. 2003. Hydrocarbons and The Evolution of Human Culture. *Nature*. 426(6964): 318-322.
- Helmy, Q., Suryatma, P., Kardena, E., Funamizu, N and Wisjnuaprpto. 2008. Biosurfactants Production from Azotobacter Sp. and Its Application in Biodegradation of Petroleum Hydrocarbon. *Journal of Applied and Industrial Biotechnology in Tropical Region*. 1: 1-5.
- Hosseini-noosheri, P. 2016. Further Model Development and Application of UTCHEM for Microbial Enhanced Oil Recovery and Reservoir Souring. *Doctoral Dissertation*: University of Texas.
- Ikhwan *et al.* 2017. *Preliminary Study: Optimazation of pH and Salinity For Biosurfactant Production from Pseudomonas aeruginosa in Diesel Fuel and Crude Oil Medium*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.
- Kaffah, S. 2016. Uji Recovery Minyak Bumi Menggunakan Crude Biosurfaktan Bakteri Indigen pada Variasi Konsentrasi Sumber Karbon Molase. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya: Inderalaya.
- Karlapudi, A. P *et al.* 2018. Role of Biosurfactants in Bioremediation of Oil Pollution-A Review. *Journal Petroleum*. 4(3): 1-9.
- Laini, R. E., Napoleon, A., dan Munawar, D. 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.
- Lan, G *et al.* 2015. Effects of the Addition of Waste Cooking Oil on Heavy Crude Oil Biodegradation and Microbial Enhanced Oil Recovery Using Pseudomonas sp. SWP- 4. *Biochemical Engineering Journal*. 103: 219-226.
- Lazar, I., Petrisor, I.G., and Yen T.F. 2007. Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR). *Journal Petroleum Science and Technology*. 25(11): 1353- 1366.
- Lestari, U. 2016. Pengaruh Garam NaCl Terhadap Uji Oil Recovery Menggunakan Biosurfaktan dari Isolat Pseudomonas aeruginosa dan Pseudomonas citronellolis. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya: Inderalaya.
- Marley, V.S. 2016. Uji *Recovery* Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan dari Bakteri Indigen dengan Variasi Konsentrasi Molase. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya: Inderalaya.
- Margesin, R., Hammerle, M and Tscherko, D. 2007. Microbial Acitivity and Community Composition during Bioremediation of Diesel-Oil-Contaminated Soil : Effects of Hydrocarbon Concentration, Fertilizers and Incubation Time. *Microb Ecol*. 53(2): 259-269.

- Moustafa, E.A.A and Shedid, A.S. 2018. Effects of Magnesium and Potassium Sulfates on Oil Recovery by Water Flooding. *Egyptian Journal of Petroleum*. 1-8.
- Munawaroh, M. 2015. Uji Recovery Minyak Bumi dengan Biosurfaktan dari Bakteri yang Toleran Terhadap Konsentrasi Garam. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya: Inderalaya.
- Mustafa, I. 2006. Pengkajian Potensi Bakteri Termofilik dari Sumur Minyak Bumi di Jatibarang dalam Penerapan MEOR. *Tesis Magister*. Institut Teknologi Bandung.
- Ningsi, A I. 2017. Pengaruh Kadar Garam NaCl pada Recovery Minyak Bumi dengan Menggunakan Biosurfaktan dari Bakteri *Pseudomonas peli* dan *Pseudomonas fluorescens*. *Skripsi*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Ningsih, W. T .M. 2016. Pengaruh Temperatur Terhadap Recovery Minyak Bumi dengan Biosurfaktan dari Bakteri Termotoleran *Pseudomonas fluorescence* dan *Pseudomonas acidovorans*. *Skripsi*. Inderalaya: Universitas Sriwijaya.
- Perfumo, A., Smyth, T. J. P., Marchant, R., Banat, I. M. 2010. *Production and Roles of Biosurfactants and Bioemulsifiers in Accessing Hydrophobic Substrates*. Berlin: Springer.
- Peter, J. K and Singh, D. P. 2014. Characterization of Emulsification Activity of Partially Purified Rhamnolipids from *Pseudomonas fluorescens*. *International Journal of Innovation and Scientific Research*. 3(1): 88-100.
- Prayitno, J., Mahmudah, A., dan Lisyastuti, E. 2010. Degradasi Minyak Mentah Dan Solar Oleh Konsorsium. *Journal Ecolab*. 4(708): 81-88.
- Rahman, K. S. M., Rahman, T. J., Banat, I. M., Lord, R., and Street, G. 2001. Bioremediation of Petroleum Sludge Using Bacterial. *Environmental Bioremediation Technologies*. 391-408.
- Rashedi, H., Yazdian, F., and Naghizadeh, S. 2012. Microbial Enhanced Oil Recovery. *Intechopen*. 71-86.
- Ron, E. Z and Rosenberg, E. 2001. Minireview Natural Roles of Biosurfactants. *Environmental Biology*. 3 (4): 229-236.
- Saikia, R. 2015. Structure , Function and Their Properties International Journal of Education and Science Research Review. *International Journal of Education and Science Research Biosurfactants*. 5: 5-20.
- Santos, D.K.F., Rufino, R. D., Luna, J. M., Santos, V. A., and Sarubbo, L. A. 2016. Biosurfactants: Multifunctional biomolecules of the 21st century. *International Journal of Molecular Sciences*. 17(3): 1-31.

- Santos, S. C. D., Fernandez, L. G., Rossialva, J. C., and Roque, M. R. D. A. 2010. Evaluation of Substrates from Renewable-Resources in Biosurfactants Production by *Pseudomonas* strains. *African Journal of Biotechnology*. 9(35): 5704-5711.
- Sen, R. 2008. Biotechnology in Petroleum Recovery : The Microbial EOR. *Prog Energy Combust Science*. 34L 714-724.
- Shibulal, B., Al-Bahry, S.N., Al-Wahaibi, Y.M., Elshafie, A.E., Al-Bemani, A.S., and Joshi, S.J. 2014. Microbial Enhanced Heavy Oil Recovery by the Aid of Ihabitant Spore-Forming Bacteria: An Insight Review. *The Scientific World Journal*. 1-12.
- Shin, W.S. 2001. Nutrient Enhanced Biodegradation of Crude Oil in Tropical Salt Marshes. *Journal Water Air and Soil Pollution*. 131(14): 135-152.
- Silva, G., Correia, B., Cunha, A., Santos, B and Lima, A. 2017. Water Injection for Oil Recovery by Using Reservoir Simulation via CFD. *The International Journal of Multiphysics* 11 (1): 83–96.
- Situmorang, R.F. 2016. Pemisahan Emulsi Minyak Dari Air Menggunakan Teknologi Membran. 1-8.
- Sunaryanto, R. 2017. Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi Menggunakan Isolat Indigenous. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi*. 147–153.
- Svehla, G. 1985. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro Edisi Kelima Bagian I*. Jakarta: Kalman Media Pustaka.
- Vijayakuma, S and Saravanan, V. 2015. Biosurfactants-Types, Sources and Applications. *Research Journal of Microbiology*. 10(5): 181-192.
- Wang, J *et al.* 2018. Experimental Investigation on Water Flooding and Continued EOR Techniques in Buried-Hill Metamorphic Fractured Reservoirs. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 171: 529-541.
- Yudono, B., Estuningsih, S. P and Suganda, L. 2017. Oil Recovery of Soil Contained Petroleum Oil by Using Bio Surfactant of Mixed Cultures Bacteria (*Brevundumonas Diminuta*, *Pseudomonas Fluorescens*, *Pseudomonas Aeruginosa*, *Pseudomonas Citronelis*) at Vary pH Conditions (5-9). 7 (3): 858-864.
- Yudono, B., Purwaningrum, W., Estuingsih, S.P., and Kaffah, S. 2017. Oil Recovery Test Using Biosurfactants of Indigenous Bacteria in Variation Concentration of Carbon Source. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science PAPER*. 1-12.
- Yudono, B., Purwaningrum, W., dan Fajri, C. 2016. Biosurfaktan dari *Pseudomonas Peli* Pada Berbagai Sumber Karbon Sebagai Agen Anti Kerak Untuk Pipa Minyak Bumi. *Prosiding SEMIRATA Bidang MIPA 2016; BKS-PTN Barat*, Palembang 22-24 Mei 2016: 1854-1861.

Yudono, B., Said, M., 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. *Microbiology Indonesia*. 11(3): 81-88.

Yudono, B., Estuningsih, S.P., dan Munawar. 2014. Isolasi, Karakterisasi dan Uji Potensi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Termotolerant dari Sumur Tua (Abandon Well) di Babat Toman Musi Banyuasin Sumatera Selatan. 193-206.

Yudono, B., Said, M., Sabaruddin., Napoleon, A and Utami, M. B. 2011. Kinetics of Petroleum-Contaminated Soil Biodegraded by An Indigenous Bacteria *Bacillus Megaterium*. *HAYATI Journal of Biosciences* 17 (4): 155-160.

Zeng, H., Zou, F., Lehne, E., Zuo, J.Y., and Zhang, D. 2012. Gas Chromatograph Applications in Petroleum Hydrocarbon Fluids.