

**PENGARUH KADAR GARAM, pH DAN TEMPERATUR TERHADAP
RECOVERY MINYAK BUMI DENGAN BIOSURFAKTAN DARI
BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa***

SKRIPSI

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



FOPY AYU MEITIARA

08031181520002

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2019

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH KADAR GARAM, pH DAN TEMPERATUR TERHADAP
RECOVERY MINYAK BUMI DENGAN BIOSURFAKTAN DARI
BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa***

SKRIPSI

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

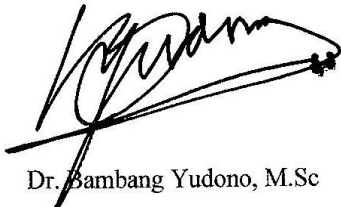
Oleh:

FOPY AYU MEITIARA

08031181520002

Indralaya, Oktober 2019

Pembimbing I



Dr. Bambang Yudono, M.Sc
NIP.196102071989031001

Pembimbing II



Dr. Desnelli, M.Si
NIP.196011081994021001

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam**



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Pengaruh Kadar Garam, pH dan Temperatur Terhadap *Recovery* Minyak Bumi dengan Menggunakan Biosurfaktan dari Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dalam sidang sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 03 Oktober 2019 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang diberikan.

Indralaya, Oktober 2019

Ketua :

1. **Dr. Bambang Yudono, M.Sc.**
NIP. 19610207198931001

()

Anggota:

2. **Dr. Desnelli, M.Si.**
NIP. 196011081994021001
3. **Widia Purwaningrum, M.Si.**
NIP. 1973040319990320001
4. **Dr. Heni Yohandini, M.Si.**
NIP. 197011152000122004
5. **Dr. Addy Rachmat, M.Si.**
NIP. 197409282000121001

()

()

()

()

Mengetahui,

Dekan FMIPA

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 dibawah ini :

Nama mahasiswa : Fopy Ayu Meitiara

NIM : 08031181520002

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, Oktober 2019



Fopy Ayu Meitiara

NIM. 08031181520002

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

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

Nama Mahasiswa : Fopy Ayu Meitiara
NIM : 08031181520002
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusivelyroyalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Pengaruh Kadar Garam, pH dan Temperatur terhadap *Recovery* Minyak Bumi dengan Menggunakan Biosurfaktan dari Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola 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, Oktober 2019

Yang menyatakan,



Fopy Ayu Meitiara

NIM. 08031181520002

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”
(Q.S. Al-Insirah:5-6)

“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah melaikan orang-orang yang kufur (terhadap karunia Allah).”
(q.s. Yusuf:87)

“Pada saat kamu sukses, kamu mendapatkan sesuatu. Pada saat kamu gagal, kamu belajar sesuatu. Kamu membutuhkan keduanya.”
(Dr. Bilal Philips)

“Bertikir positif dalam setiap keadaan yang kamu hadapi saat ini dan tetaplah bersyukur atas apa yang telah kamu dapatkan hari ini.”
(Anonim)

Skripsi ini sebagai tanda syukurku kepada:

- Allah SWT
- Nabi Muhammad SAW

Dan kupersembahkan kepada :

1. Bapak dan Mama tersayang yang Selalu mendoakan, memotivasi dan memberiku semangat
2. AdikKu yang ku sayangi dan cintai
3. Pembimbing Akademik
4. Pembimbing Tugas Akhirku
5. Semua Dosen FMIPA KIMIA UNSRI
6. Sahabat Seperjuangan
7. Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

KATA PENGANTAR

Assalamualikum, wr. wb

Segala puji dan syukur hanyalah milik Allah SWT semata, kita memujinya, memohon pertolongan dan ampunan hanya kepada-Nya dan pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul : “Pengaruh Kadar Garam, pH dan Temperatur Terhadap *Recovery* Minyak Bumi Dengan Biosurfaktan dari Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*”. 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 yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Bambang Yudono, M.Sc dan Ibu Dr. Desnelli, M.Si yang telah banyak memberikan bimbingan, pengalaman, motivasi, saran dan petunjuk, kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga bapak dan ibu diberkahi Allah SWT.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar. M.Sc selaku Dekan FMIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T, selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Bambang Yudono, M.Sc yang telah memberikan dukungan, motivasi dan yang telah mendanai penelitian ini.
4. Dr. Desnelli, M.Si yang selalu membimbing dan meluangkan waktu untuk berdiskusi dan selalu mendengarkan permasalahanku.
5. Seluruh Staf Dosen Pengajar Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.
6. Ibu Widia Purwaningrum, M.Si, Ibu Dr. Heni Yohandini, M.Si dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si selaku penguji pada seminar hingga sidang sarjana.
7. Bapak Drs. H. Dasril Basir, M.Si selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan selama masa studi.
8. Harta paling berharga dan semangat terbesarku, Bapakku Panruin, S.Pd dan

9. mamaku Sri Sunanti, serta adekku Deo Fanggi Anugra yang terus memberikan semangat padaku selama ini. Terima kasih telah mendoakan yang terbaik.
10. Yogi Rahmadoni Terima kasih untuk kesabaran, bantuan, dukungan, saran dan juga doa yang telah diberikan. Semoga seterusnya kita dapat berjuang bersama dalam kesuksesan.
11. Sahabat Mabaku (Gita, Rany, Kikik).
12. Sahabatku (Mifta, Ratih, Wisa), kalian luar biasa bisa mengerti akan sifatku wkwk. Terima kasih atas tawa dan cerita kita yang sangat-sangat luar biasa.
13. Teman Seperjuangan Lab Analis (Devi, Herma, Sarah, Rima, Citra, Suci, Cica, Pemi, Gustia, Karmila). Maafkan atas aroma penelitianku yang mengganggu ungu :-p.
14. Teman seperjuangan Kimia 2015 (Julya, Janet, Mutiara, Retno, Wiwin, Mba Rany). Semangat mengejar S.Si yahh.
15. Kost Albert yang dulunya pernah jadi keluarga :D (Yuk Retno, Ofiq, Benny, Audrey, Via, Ayu, Abi, Novita, Wita), semoga kita dipertemukan dan bisa bersahabat seperti dulu lagi yah hihii. Terima kasih atas bantuan dan dukungannya selama ini.
16. TIM SAHABAT MEOR (Qisthi, Resti, Yuliana, kak Tika, Dini dan Lisa).
17. Teman KKN Terusan Menang (SP PADANG, Kayuagung), terima kasih untuk semua cerita, tangis dan tawa. Sukses untuk kita semua (kita pernah nyemplung bareng :D).
18. Seluruh Kakak-kakak dan adik-adik KIMIA Angkatan 2013, 2014, 2016, 2017 dan 2018 yang telah menjadi bagian dari kenangan yang berharga.
19. Sahabat DAFDARS, semoga kita selalu bersahabat hingga kita tua. :D
20. Staff dosen dan analis FMIPA Kimia (Yuk Yanti, Yuk Nur dan Yuk Niar) yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat serta arahan saat penelitian.
21. Admin jurusan kimia Mbak Novi, Kak Roni dan Kak Iin yang baik hati dan selalu membantu dalam administrasi selama perkuliahan.
22. Terima kasih untuk semua teman-teman yang selalu memberikan motivasinya.

Penulis menyadari masih terapat 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, Oktober 2019

Penulis,

Fopy Ayu Meitiara

NIM. 08031181520002

SUMMARY

THE EFFECT OF SALINITY, pH AND TEMPERATURE ON OIL RECOVERY WITH BIOSURFACTANT FROM *Pseudomonas aeruginosa*

Scientific papers in the form of an essay, Oktober 2019
x + 80 pages, 3 tables, 14 figures, 20 attachments

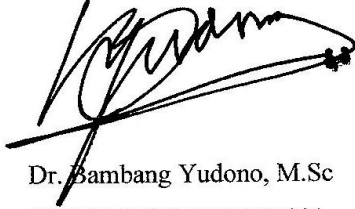
Fopy Ayu Meitiara, supervised by Dr. Bambang Yudono, M.Sc and Dr. Desnelli, M.Si
Departement of chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Science, Sriwijaya University.

Oil recovery was studied in the effect of salinity, pH and temperature in *biosurfactants* of *Pseudomonas aeruginosa*. The application of oil recovery in petroleum wells is performed in bell siphon with water flooding system. *Biosurfactants* are varied in salinity, pH and temperature to obtain the optimal percentage of oil recovery. The biggest *crude biosurfactant* produce at NaCl 3% up to 33,56% oil recovery, then the best NaCl concentrations were combined with pH and develop oil recovery to 20.14% on pH 8. At a high temperature of 80°C, NaCl concentration of 3% and pH 8 increased oil recovery to the highest up to 26.09%. The results were tested statistically using ANOVA to obtain F count > F table, this shows that variations with salt NaCl, pH and temperature provide a significant difference to oil oil recovery. The *biosurfactant* of *Pseudomonas aeruginosa* bacteria dissolved hydrocarbon compounds fractions of <C₁₀, C₁₁ – C₁₄ dan C₁₈ – C₂₁ conditions of 3% NaCl. Conditions of 3% NaCl and pH 8 is able to dissolve hydrocarbon compounds in fractions <C₁₀, C₁₄ and C₁₈ - C₂₁. Conditions of 3% NaCl and pH 8 are able to dissolve hydrocarbon compounds in fractions <C₁₀, C₁₁ - C₂₁ and > C₂₂. The condition of NaCl 3%, pH 8 and temperature of 60°C are able to dissolve hydrocarbon compounds in fractions <C₁₀, C₁₁ - C₁₄ and > C₂₂.

Keywords : Oil Recovery, *Crude Biosurfactants*, *Pseudomonas aeruginosa*, NaCl, pH and Temperature.

Mengetahui,

Pembimbing I



Dr. Bambang Yudono, M.Sc
NIP.196102071989031001

Pembimbing II



Dr. Desnelli, M.Si
NIP.196011081994021001

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP.196704191993031001

RINGKASAN

PENGARUH KADAR GARAM, pH DAN TEMPERATUR TERHADAP RECOVERY MINYAK BUMI DENGAN MENGGUNAKAN BIOSURFAKTAN DARI BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa*

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Oktober 2019
xii + 80 halaman, 3 tabel, 14 gambar, 20 lampiran

Fopy Ayu Meitiara, dibimbing oleh Dr. Bambang Yudono, M.Sc dan Dr. Desnelli, M.Si
Jurusan kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Recovery minyak bumi menggunakan biosurfaktan dari bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan menentukan pengaruh kadar garam, pH dan temperatur telah dilakukan. Pengaplikasian *oil recovery* pada sumur tua dilakukan pada *bell siphon* dengan menggunakan metode *water flooding*. Biosurfaktan menghasilkan *oil recovery* terbesar pada kadar garam NaCl 3% sebesar 33,56%. Biosurfaktan dengan variasi kadar garam NaCl terbesar divariasikan dengan pH sehingga menghasilkan *oil recovery* terbesar 20,14% pada pH 8. Kemudian biosurfaktan dengan variasi kadar garam NaCl dan pH terbaik divariasikan dengan temperatur sehingga menghasilkan *oil recovery* terbesar 26,09% pada temperatur 60°C. Hasil tersebut diuji statistika menggunakan ANOVA sehingga diperoleh F hitung > F tabel, hal ini menunjukkan bahwa variasi dengan garam NaCl, pH dan temperatur memberikan perbedaan yang signifikan terhadap *oil recovery* minyak bumi. Biosurfaktan dari bakteri *Pseudomonas aeruginosa* mampu melarutkan komponen hidrokarbon pada fraksi <C₁₀, C₁₁ – C₁₄ dan C₁₈ – C₂₁ pada kondisi kadar garam NaCl 3%, Pada kondisi kadar garam NaCl 3% dan pH 8 mampu melarutkan senyawa hidrokarbon pada fraksi <C₁₀, C₁₁ – C₁₄ dan >C₂₂. Kondisi kadar garam NaCl 3%, pH 8 dan temperatur 60°C mampu melarutkan senyawa hidrokarbon pada fraksi <C₁₀, C₁₁ – C₁₄ dan >C₂₂.

Kata kunci: *Oil Recovery*, *Crude* Biosurfaktan, *Pseudomonas aeruginosa*, Kadar Garam NaCl, pH dan Temperatur.

Mengetahui,

Pembimbing I



Dr. Bambang Yudono, M.Sc
NIP.196102071989031001

Pembimbing II



Dr. Desnelli, M.Si
NIP.196011081994021001

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP. 196704191993031001

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
SUMMARY	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
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	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Minyak Bumi	4
2.2 <i>Enhanced Oil Recovery</i> (EOR)	5
2.3 <i>Microbial Enhanced Oil Recovery</i> (MEOR)	6
2.4 Injeksi Air (<i>Water Flooding</i>)	7
2.5 Biosurfaktan	8
2.5.1 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9
2.5.2 Faktor yang Mempengaruhi Produksi Biosurfaktan	10
2.6 Waktu Generasi Terpendek Bakteri	11
2.7 Fase Pertumbuhan Bakteri	11

2.7.1 Fase <i>lag</i> (Adaptasi)	11
2.7.2 Fase <i>Logaritma</i> / Eksponensial	12
2.7.3 Fase Stasioner.....	12
2.7.1 Fasa Kematian	12
2.8 Molase	13
2.9 Analisis Kromatografi Gas Hidrokarbon Minyak Bumi	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.2.1 Alat	15
3.2.2 Bahan	15
3.3 Prosedur Kerja	15
3.3.1 Sterilisasi Alat	15
3.3.2 Peremajaan Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	16
3.3.3 Pembuatan Medium Zobell.....	16
3.3.4 Pembuatan Starter Bakteri	16
3.3.5 Pembuatan Nutrien untuk <i>crude</i> biosurfaktan	16
3.3.6 Produksi <i>Crude</i> Biosurfaktan.....	17
3.3.7 Pengukuran TPH Sampel <i>Sludge</i> Sebelum Perlakuan.....	17
3.3.8 Analisis GC Pada Ekstrak <i>Sludge</i> Sebelum Perlakuan ...	17
3.3.9 Ekstrak Minyak Bumi dengan Metode <i>Water Flooding</i>	17
3.3.10 Penentuan Waktu Optimum <i>Crude</i> biosurfaktan dalam <i>oil recovery</i> Ekstrak Minyak Bumi dengan Metode <i>Water Flooding</i>	18
3.3.11 Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Blanko	19
3.3.12 Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi terhadap <i>crude</i> Biosurfaktan dengan Variasi Kadar Garam NaCl	19

3.3.13 Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi terhadap Biosurfaktan dengan Variasi pH dengan kadar Garam NaCl terbaik	20
3.3.14 Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi terhadap Biosurfaktan dengan Variasi Temperatur dengan pH kadar Garam NaCl terbaik	20
3.3.15 Pengukuran TPH Akhir Setelah Perlakuan.....	21
3.3.16 Analisis GC pada Filtrat <i>sludge</i> Setelah Perlakuan.....	21
3.3.17 Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Penentuan TPH Awal Sampel <i>Sludge</i> Sebelum Perlakuan.....	23
4.2 Penentuan Waktu Optimum Ekstraksi <i>Crude</i> Biosurfaktan dalam <i>Recovery</i> Minyak Bumi menggunakan Metode <i>Water Flooding</i>	23
4.3 Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Menggunakan Blanko	25
4.4 Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi terhadap <i>Crude</i> Biosurfaktan dengan Variasi Kadar Garam NaCl.....	25
4.5 Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi terhadap <i>Crude</i> Biosurfaktan dengan Variasi pH dan Kadar Garam NaCl Terbaik.....	26
4.6 Penentuan <i>Recovery</i> Minyak Bumi terhadap <i>Crude</i> Biosurfaktan dengan Variasi Tempertur dengan variasi pH dan Kadar Garam NaCl Terbaik.....	27
4.7 Hasil Analisis Data <i>Oil Recovery</i> Menggunakan ANOVA.	28
4.8 Kromatogram Hasil Analisis GC Minyak Bumi dan Sampel <i>Sludge</i> Sebelum dan Setelah Perlakuan Variasi Kadar Garam NaCl, pH dan Temperatur yang Menghasilkan <i>Recovery</i> Terbesar	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Biosurfaktan.....	9
Gambar 2. Kurva Fase Pertumbuhan Mikroba.....	13
Gambar 3. Skema Ekstrak Minyak Bumi dengan <i>Bell Siphon</i>	19
Gambar 4. Hubungan Persentase <i>Oil Recovery</i> dan Waktu Ekstraksi Menggunakan <i>Crude</i> Biosurfaktan	24
Gambar 5. Hasil <i>recovery</i> minyak bumi dari biosurfaktan setelah penambahan kadar Garam NaCl Optimum	25
Gambar 6. Hasil <i>recovery</i> minyak bumi dari biosurfaktan setelah penambahan kadar Garam NaCl Optimum 3% dan variasi pH	27
Gambar 7. Hasil <i>recovery</i> minyak bumi dari biosurfaktan setelah penambahan kadar Garam NaCl, pH Optimum dan variasi temperatur	29
Gambar 8. Kromatogram komponen ekstrak <i>sludge oil</i> sebelum perlakuan dan kromatogram komponen ekstrak <i>sludge</i> setelah perlakuan biosurfaktan dari kultur bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> variasi kadar garam NaCl 3%	30
Gambar 9. Histogram hidrokarbon terlarut sebelum dan setelah perlakuan pada biosurfaktan dengan kadar garam NaCl 3%	31
Gambar 10. Kromatogram komponen ekstrak <i>sludge</i> setelah perlakuan biosurfaktan variasi kadar garam NaCl 3% dan pH 3% dan pH 8.....	33
Gambar 11. Histogram hidrokarbon terlarut sebelum dan setelah perlakuan pada biosurfaktan dengan kadar garam NaCl 3% pH 8.....	34
Gambar 12. Kromatogram hidrokarbon terlarut sebelum dan setelah perlakuan pada biosurfaktan dengan kadar garam NaCl 3%, pH 8 dan temperatur 60°C	35
Gambar 13. Histogram hidrokarbon terlarut sebelum dan setelah perlakuan pada biosurfaktan dengan kadar garam NaCl 3%, pH 8 dan temperatur 60°C.....	35
Gambar 14. Kromatogram komponen ekstrak n-heksan hasil ekstraksi dengan blanko akuades.....	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Bioproduk Mikroba dan Aplikasinya pada MEOR.....	7
Tabel 2. Komposisi Bahan Pembuatan Buffer	20
Tabel 3. Fraksi rantai hidrokarbon berdasarkan temperaturnya	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Komposisi Media Pertumbuhan Bakteri	43
Lampiran 2. Perhitungan Komposisi Nutrien <i>Crude</i> Biosurfaktan.....	44
Lampiran 3. Pengukuran TPH Ekstrak <i>Sludge</i> Sebelum Perlakuan dengan Variasi Kadar garam NaCl, pH dan Temperatur	46
Lampiran 4. Data Persentase <i>Oil Recovery</i> untuk Waktu Optimum Ekstraksi Minyak Bumi	47
Lampiran 5. <i>Oil Recovery</i> Minyak Bumi menggunakan Pelarut blanko akuades	48
Lampiran 6. Pengukuran TPH dan % <i>Oil Recovery</i> Setelah Perlakuan Variasi Kadar Garam NaCl	49
Lampiran 7. Pengukuran TPH dan % <i>Oil Recovery</i> Setelah Perlakuan Variasi pH	50
Lampiran 8. Pengukuran TPH dan % <i>Oil Recovery</i> Setelah Perlakuan Variasi Temperatur	51
Lampiran 9. Analisis Data Hasil <i>Recovery</i> Minyak Bumi dari Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dengan Variasi Kadar Garam NaCl Menggunakan ANOVA	52
Lampiran 10. Analisis Data Hasil <i>Recovery</i> Minyak Bumi dari Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dengan Variasi Kadar Garam NaCl Terbaik dan Variasi pH Menggunakan ANOVA	54
Lampiran 11. Analisis Data Hasil <i>Recovery</i> Minyak Bumi dari Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> dengan Variasi Kadar Garam NaCl, pH Terbaik dan Variasi Temperatur Menggunakan ANOVA	56
Lampiran 12. Kondisi Operasional Alat Kromatografi Gas untuk Analisis Minyak Bumi	58
Lampiran 13. Data peak pada Ekstrak <i>Sludge</i> Sebelum Perlakuan Variasi Konsentrasi Kadar Garam NaCl, pH dan Temperatur	59
Lampiran 14. Data peak pada Ekstrak <i>Sludge</i> Setelah Penambahan Garam	

	NaCl Terbaik pada biosurfaktan dari bakteri <i>pseudomonas aeruginosa</i>	62
Lampiran 15.	Data peak pada Ekstrak <i>Sludge</i> Setelah Penambahan Garam NaCl dan pH Terbaik pada biosurfaktan dari bakteri <i>pseudomonas aeruginosa</i>	65
Lampiran 16.	Data peak pada Ekstrak <i>Sludge</i> Setelah Penambahan Garam NaCl, pH dan Temperatur Terbaik pada biosurfaktan dari bakteri <i>pseudomonas aeruginos</i>	68
Lampiran 17.	Data peak pada Ekstrak <i>Sludge</i> Sebelum Penambahan Garam NaCl, pH dan Temperatur Terbaik pada Blanko	71
Lampiran 18.	Persentase Kelimpahan Luas Puncak Kadar Garam Terbaik Bakteri <i>pseudomonas aeruginosa</i>	74
Lampiran 19.	Persentase Kelimpahan Luas Puncak Kadar Garam NaCl dan pH Terbaik Bakteri <i>pseudomonas aeruginosa</i>	75
Lampiran 20.	Persentase Kelimpahan Luas Puncak Kadar Garam NaCl, pH dan Temperatur Terbaik Bakteri <i>pseudomonas aeruginosa</i>	76

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Minyak bumi sebagai sumber energi esensial dan salah satu faktor utama yang mendorong perkembangan ekonomi dunia (Gudiña *et al.*, 2012). Di Indonesia terdapat ribuan titik sumur minyak tua yang berproduksi pada zaman Belanda dan ditinggalkan serta ditutup ketika zaman Jepang masuk ke Indonesia. Sumur-sumur tua ini tidak dieksploitasi oleh Pertamina karena dianggap tidak ekonomis, yakni produksinya rendah dan memerlukan biaya produksi yang sangat tinggi. Di beberapa tempat sumur-sumur minyak tua ini dikelola secara tradisional. Namun, minyak bumi pada sumur tua terus mengalami penurunan sehingga menyebabkan banyaknya kegiatan eksplorasi untuk mencari sumber minyak bumi baru (Tamboesai, 2008). Salah satu cara untuk mengurangi permasalahan terhadap eksplorasi sumur minyak bumi adalah dengan melakukan *recovery* pada sumur tua dengan menggunakan teknologi yang mampu meningkatkan produktivitas sumur minyak sehingga sumur tua dapat memproduksi minyak kembali. *Recovery* minyak pada sumur tua dapat diperoleh dengan menggunakan teknologi EOR (*Enhanced Oil Recovery*) (Laini *et al.*, 2014).

Recovery minyak bumi dalam reservoir terdiri atas tiga tahapan yaitu *primary recovery*, *secondary recovery* dan *tertiary recovery*. Tahapan *primary recovery* hanya mengandalkan tekanan di dalam reservoir, ketika tekanan di dalam reservoir cenderung turun, maka *secondary recovery* diterapkan. *Secondary recovery* yaitu produksi minyak bumi dengan memberikan injeksi gas atau injeksi air (*water flooding*) untuk mendorong minyak keluar. Injeksi yang diberikan tergantung pada kedalaman sumur. Teknologi EOR (*Enhanced Oil Recovery*) digunakan pada tahapan *tertiary recovery* bertujuan untuk memobilisasi sisa minyak masih yang terjebak di dalam reservoir sehingga minyak semakin mudah mengalir ke permukaan (Shabani *et al.*, 2017).

Teknologi *tertiary recovery* yang dikembangkan saat ini dengan memanfaatkan mikroba yang dikenal dengan teknologi MEOR (*Microbial*

Enhanced Oil Recovery) (Shibulal *et al.*, 2014). MEOR dilakukan dengan cara menginjeksikan mikroba ke dalam reservoir, yang bertujuan agar bakteri dan produk sampingannya menyebabkan beberapa efek menguntungkan seperti pembentukan emulsi minyak yang stabil dan mobilisasi sisa minyak (Omoniyi, 2015). Produk yang digunakan pada aplikasi MEOR berupa biosurfaktan. Biosurfaktan merupakan senyawa aktif yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan perolehan minyak di dalam reservoir karena biosurfaktan dapat menurunkan tegangan antar muka antara dua fase cairan yaitu minyak dan air, dengan turunnya tegangan minyak maka tekanan kapiler pada pori-pori batuan reservoir dapat di kurangi sehingga minyak yang terperangkap dapat di desak sehingga minyak dapat mengalir ke permukaan (Haddad *et al.*, 2008). Molekul surfaktan memiliki bagian polar (hidrofilik) yang larut dalam air dan bagian nonpolar (hidrofobik) yang dapat larut dalam minyak atau pelarut non polar (Tang, 2011).

Penelitian Yudono, dkk (2013) didesa Babat Toman Musi Banyuasin berhasil mengisolasi delapan mikroba yang berpotensi sebagai penghasil biosurfaktan. Bakteri yang diisolasi diantaranya *Pseudomonas acidovorans*, *Brevundimonas diminuta*, *Pseudomonas fluorescens*, *Burkholderia glumae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus firmus*, *Pseudomonas peli* dan *Pseudomonas citronellolis*. Pada penelitian ini digunakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* sebagai penghasil biosurfaktan. Produksi biosurfaktan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kadar garam, pH, temperatur, nutrisi, dan lain-lain. Dalam penelitian ini akan dilihat pengaruh kadar garam, pH dan temperatur terhadap produksi biosurfaktan dari bakteri *Pseudomonas aeruginosa* 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 dan 80°C. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *water flooding*. Alat yang digunakan berupa *bell siphon*. *Water flooding* dilakukan untuk memberikan sirkulasi biosurfaktan secara kontinu dan diharapkan pada proses ini bakteri dapat tumbuh lebih optimal.

Pada proses *oil recovery* menggunakan biosurfaktan, mikroba akan mendegradasi serta mentransformasikan komponen hidrokarbon yang berantai panjang sehingga akan memperlihatkan perubahan fraksi hidrokarbon

penyusunnya (Nugroho, 2006). Untuk mengetahui % *oil recovery* dilakukan analisis Total Petroleum Hidrokarbon (TPH), Sedangkan untuk melihat kinerja pendegradasian bakteri terhadap minyak bumi dilakukan analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS), sehingga akan memberikan gambaran yang lebih rinci tentang fraksi-fraksi senyawa hidrokarbon yang terdegradasi oleh bakteri (Li *et al.*, 2013).

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapa persentase *oil recovery* pada kadar garam, pH dan temperatur optimal dengan menggunakan biosurfaktan dari bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.
2. Bagaimana kemampuan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon dari *sludge* minyak bumi yang terlarut dalam biosurfaktan melalui analisis *Gas Chromatography* (GC).

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menentukan persentase *oil recovery* pada kadar garam, pH dan temperatur optimal dengan menggunakan biosurfaktan dari bakteri *Pseudomonas aeruginosa*.
2. Mengetahui kemampuan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon dari *sludge* minyak bumi yang terlarut dalam biosurfaktan melalui analisis *Gas Chromatography* (GC).

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat mengetahui kemampuan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dalam *me-recovery* minyak bumi yang masih terjebak di dalam sumur tua yang sudah tidak aktif serta memberikan informasi mengenai pengaruh kadar garam, pH dan temperatur terbaik pada *recovery* minyak bumi dengan menggunakan biosurfaktan dari bakteri *Pseudomonas aeruginosa* pada teknologi MEOR.

DAFTAR PUSTAKA

- Amilia, M. N. T., Juliani, A. and Yulianto, A. 2012. Biosurfaktan Yang Terdapat didalam Deposit. *Khazanah*. 5(2) : 49-61.
- Amani, H. Müller., Markus, M.S., Christoph, H, and Rudolf. 2013. Production of microbial rhamnolipid by *Pseudomonas aeruginosa* for Ex situ enhanced oil recovery. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 5(170) : 1080-1093.
- Andaly LMB, Indriani, DA, Juli N. 2011. Studi laboratorium *microbial enhanced oil recovery* (MEOR): Efek kultur campuran bakteri penghasil biosurfaktan terhadap penurunan tegangan antar muka. *Jurnal Teknologi Minyak dan Gas Bumi*. 2 (1): 20-22.
- Astuti, D. 2012. Pengaruh variasi jumlah inokulum konsorsium bakteri terhadap degradasi hidrokarbon minyak bumi. skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Azarmi, R and Ashjari, A. 2015. Type and application of some common surfactants. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. 7(2) : 632-640.
- Balhasan, S., Jumaa, M, and Elbagir, A. 2017. Development of a correlation to predict water flooding performance of sandstone reservoirs based on reservoir fluid properties. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(10) : 2586–2597.
- Benfield, L. D., Randall, C. W. 1980. *Biological Process Design For Wastewater Treatment* : Prentice Hall Inc, Englewood Cliffs.
- Brooks, P. C., Clark. R. A and Cheres, D. A. 1994. *Mikrobiologi Kedokteran*. Ed. 23. Jakarta : EGC.
- Dhanarajan, G., Rangarajan, V. B., Chandrakanth. D. A., Das, S. A, Kranthikiran,S. R. 2017. Biosurfactant-biopolymer driven microbial enhanced oil recovery (MEOR) and its optimization by an ann-ga hybrid technique, *Journal of Biotechnology*. Elsevier. 256(5) : 46-56.
- Dyah, W., Pita. R., Dodi, H. Saputra, R and Ade, B. 2016. Kajian Produksi Dan Proses Biosurfaktan Rhamnolipida Dari Limbah Industri Minyak Sawit Dan Turunannya Menggunakan *Pseudomonas Aeruginosa*. *Prosiding Seminar Nasional & Teknologi*. 2(1) : 84-94.
- El Sheshtway and Doheim. 2014. *Biodegradation Of Oil Refinery Residues Using Mixed Culture Of Microorganisms Isolated From Land farming*. Estadual Paulista University: Brasil.
- Fatimah. 2007. Uji produksi biosurfaktan oleh *Pseudomonas sp* pada substrat yang berbeda. *Berk. Penel. Hayati*. 12(6) : 181-185.

- Gudiña, E. J., Jorge, F. B. A., Ligia, R. R., Joao, A. P. C, and Jose, A. T. 2012. Isolation and study of microorganisms from oil samples for application in Microbial Enhanced Oil Recovery. *International Biodeterioration and Biodegradation*. Elsevier Ltd. 68 : 56-64.
- Haddad, N. I. A., Ji, W., Bozhong, M. 2008. Isolation and Characterization of a Biosurfactant Producing Strain, *Brevibacillus brevis* HOB 1. *J Ind Microbial Biotechnol*. 35: 1597-1604.
- Hasegawa, R., Toyama, K., Miyanaga, K, and Tanji, Y. 2014. Identification of crude oil components and microorganisms that cause souring under anaerobic conditions. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 98(4) : 1853-1861.
- Ibemenuga, K. N. 2013. Impacts of crude oil on freshwater fish fauna, its control and management measures. *Animal Research International*, 10(3) : 1799-1804.
- Jayus., Nurhayati., Ayu, M., Sabrina. A, and charoen, C. 2016. Studies on Bioethanol Production of Commercial Baker's and Alcohol Yeast under Aerated Culture Using Sugarcane Molasses as the Media. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 1(9) : 493-499.
- Juliani, A dan Rahman, F. 2011. Bioremediasi Lumpur Minyak (Sludge oil) dengan Penambahan Kompos sebagai Bulking Agent dan Sumber Nutrien Tambahan. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 3(1) : 01-018.
- Jimoh, I. A. 2012. Microbial enhanced oil recovery microbial enhanced oil recovery. Faculty of Engineering and Science, Aalborg University Section of Chemical Engineering Aalborg University Esbje.
- Ke, C. Y., Guo. M. L., Yong. B. Sun., Wu. J., Zhang. Q. Zheng., Zhang. X. L. 2018. A pilot study on large scale microbial enhanced oil recovery (MEOR) in Baolige Oil field. *International Biodeterioration and Biodegradation*. 127: 247-253.
- Kumar, S. Seema, D., Ved, P., Sanjay, Y., J.P. Yadap. 2012. Antimicrobial activity of *Salvadora oleoides* Decne. *Journal OF Expremental Biology* 6(4) : 2754-2760.
- Laini, R. E. dan Napoleon, A. 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.
- Lestari, U. D. 2016. Pengaruh Garam NaCl Terhadap Uji Oil Recovery Menggunakan Biosurfaktan Dari Isolat *Pseudomonas Aeruginosa* dan *Pseudomonas Citronellolis*. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya.

- Li, C. Z., Zheng, X. J., Xiao, Q.C., Yu, L., Jiao, W., Jian, P. 2013. Of crude oil by a newly isolated strain rhodococcus sp. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 171(7) : 1715–1725.
- Lumbantoruan, P dan Erislah, Y. 2016. Pengaruh Suhu terhadap Viskositas Minyak Pelumas. *Sainmatika*. 13(2) : 26-34.
- Michael, J., Pelczar, Jr., Chan, E.C.S. 2006. Dasar-dasar Mikrobiologi. UI Press: Jakarta.
- Muliawati, D. I. 2006. Sintesis Biosurfaktan dengan Menggunakan Minyak Kedelai sebagai Sumber Karbon Tambahan secara Biotransformasi oleh *Pseudomonas aeruginosa*. *Skripsi. Surakarta : FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta*.
- Munawaroh, M. 2014. *Uji Recovery Minyak dengan Biosurfaktan dari Bakteri yang Toleran Terhadap Konsentrasi Garam*. Skripsi. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sriwijaya : Inderalaya.
- Munawar, 2012. Bioremediasi Tumpahan Minyak dengan Metode Biostimulasi Nutrien Organik di Lingkungan Pantai Surabaya. *Berk Panel Hayati*. 13 : 91-96.
- Najafi, M., Adel, K., Shahin, H., Abdolnabi, M, dan Hossein. 2018. Experimental investigation of efficiency of MEOR process in a carbonate oil reservoir using *Alcaligenes faecalis*: Impact of interfacial tension reduction and wettability alteration mechanisms. *Fuel*. 232 : 27–35.
- Nanda, C. and Kussuryani, Y. 2013. Seleksi Mikroba dan Nutrisi yang Berpotensi Menghasilkan Biosurfaktan untuk MEOR. 59-68.
- Nugroho, A. 2009. Produksi Gas Hasil Biodegradasi Minyak Bumi. *Makara, Sains*. 2(13). 111-116.
- Omar, A. I., Chen, Z. and Khalifa, A. E. 2017. Predicating Water-flooding Performance into Stratified Reservoirs Using a data driven proxy model', 1(7) : 60-78.
- Omoniyi, O. A. and Abdul malik, F. 2015. A review of microbial enhanced oil recovery: current development and future prospects. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 6(1) : 1378-1389.
- Pramono, Y.B., E.S. Rahayu, Suparmo, T. Utami. 2007. Perubahan Mikrobiologis, Fisik, dan Kimiawi Cairan Bakal Petis Daging Selama Fermentasi Kering Spontan. *J.Indon.Trop.Anim.Agric*.32(4): 213-221.
- Refdinal, E. M. 2014. Pengaruh ph dan temperatur pada pembentukan biosurfaktan oleh bakteri *Pseudomonas aeruginosa* effect of ph and temperature on biosurfactant produced by *Pseudomonas aeruginosa*. 1(9) : 41-48.

- Riffiani, R. 2010. Bakteri Penghasil Biosurfaktan yang Diisolasi dari Pulau Laki Kepulauan Seribu. *Jurnal Hidrosfir*. 5(2) : 1–11.
- Rochani, A., Yuniningsih, S. and Zuhdi Ma 'sum, D. 2015. Pengaruh konsentrasi gula larutan molases terhadap kadar etanol pada proses fermentasi. *Jurnal Reka Buana* 1(1) : 43-48.
- Sarbini, K. 2012. Biodegradasi Pyrena Menggunakan Bacillus Subtilis. *Jurnal Penelitian Sains*. 2(1) : 17-35.
- Shabani, M. H., Jafari, A. and Mousavi, S. M. 2017. A Pore Scale Evaluation of Produced Biosurfactants for Ex-situ Enhanced Oil Recovery. *Iranian Journal of Oil & Gas Science and Technology*, 6(2) : 75-89.
- Shibulal, B., Al-Bahry., Saif N., Al-Wahaibi., Yahya M., Elshafie., Abdulkadir E., Al-Bemani., Ali S., Joshi and Sanket J. 2017. The potential of indigenous Paenibacillus ehimensis BS1 for recovering heavy crude oil by biotransformation to light fractions. *PLoS ONE*. 12(2) : 1-19.
- Simpson, D. R. N., Natraj, N. R. M., Michael, J. D, and Kathleen E. 2011. Biosurfactant producing Bacillus are present in produced brines from Oklahoma oil reservoirs with a wide range of salinities. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 91(4) : 1083-1093.
- Speight, J. G. and El-Gendy, N. S. 2018. *Introduction to Petroleum Biotechnology, Introduction to Petroleum Biotechnology*.
- Stoicescu, M. and Ionescu, E. M. 2014. Romanian achievements in petroleum industry Petroleum in Romania since antiquity until. 2(1) : 134-142.
- Suriani, S. 2013. Pengaruh Suhu dan pH terhadap Laju pertumbuhan Lima Isolat Bakteri Anggota Genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen di sekitar Kampus Universitas Brawijaya. 3(2) : 58-62.
- Svehla, G. 1985. *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro*, Edisi kelima, Bagian I, Kalman Media Pusaka, Jakarta.
- Tamboesai, E. M. 2008. Penggunaan Parameter Geokimia Isoprenomnjnid untuk Menentukan Tingkat Kematangan Minyak Bumi (*Crude Oil*) Sumur Minyak Langgak Riau. 1(2) : 65-69.
- Tang, M. and Suendo, V.2011. Pengaruh Penambahan Pelarut Organik terhadap Tegangan Permukaan Larutan Sabun. *Prosiding SNIPS*. 1-7 hlm.
- Usman, M. M. 2011 Application of Biosurfactans in Environmental Biotechnology: Remediation of Oil and Heavy Metal. *AIMS Bioengineering*. 3(3): 289-304.
- Wang, J. *et al.* 2008. Monitoring exogenous and indigenous bacteria by PCR-DGGE technology during the process of microbial enhanced oil recovery. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*. 35(6) : 619-628.

- Wolicka, D. and Borkowski, A. 2012. Microorganisms and Crude Oil. *Introduction to Enhanced Oil Recovery (EOR) : Processes and Bioremediation of Oil Contaminated Sites*. 2(2) : 113-123.
- Yudono, B., Sri, P. E., dan Munawar, 2013. Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Potensi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Termotoleran dari Sumur Tua di Babat Toman Musi Banyuasin Sumatera Selatan. *Proceeding Seminar*. 1 (1): 2-3.
- Yudono, B., Said, M., Sabaruddin., Napoleon, A and Fanan, Z. 2011. Kinetics Approach of Biodegradation of Petroleum Contaminated Soil by Using Indigenous Isolated Bacteria. *Journal of Tropical Soils*. 16 (1): 33-38.
- Yudono, B., Purwaningrum, W., Estuningsih, S.P and Kaffah, S.. 2017. Oil recovery test using bio surfactants of Halo tolerant bacteria *Brevundimonas diminuta* and *Brukholderia glumae* at variation of NaCl Salt concentration. *Microbiology Indonesia*. 11 (3) : 81-88.
- Zam, S. I. 2010. Optimasi konsentrasi inokulum, rasio c : n : p dan pH pada proses bioremediasi limbah pengilangan minyak bumi menggunakan kultur campuran. *El-Hayah*, 1(2) : 23-34.
- Zeng, H. *et al.* 2012. Gas Chromatograph Applications in Petroleum Hydrocarbon Fluids. *Advanced Gas Chromatography Progress in Agricultural, Biomedical and Industrial Applications*. 363-388.