

SKRIPSI

**KINETIKA KELARUTAN MINYAK BUMI MENGGUNAKAN
BIOSURFAKTAN DARI BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa*
DAN *Pseudomonas flourescens* PADA SUMUR MINYAK TUA**

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



Oleh :

AZIZIL HAMID

08031181320026

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

**KINETIKA KELARUTAN MINYAK BUMI MENGGUNAKAN
BIOSURFAKTAN DARI BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa* DAN
Pseudomonas fluorescens PADA SUMUR MINYAK TUA**

SKRIPSI

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

Oleh

AZIZIL HAMID

08031181320026

Inderalaya, Januari 2018

Pembimbing I



Dr. Bambang Yudono, M.Sc

NIP. 1961020711989031004

Pembimbing II



Dr. Muhammad Said, M.T

NIP. 197407212001121001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Ekhaq Iskandar, M. Sc.

NIP. 197210041997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis kimia berupa skripsi ini dengan judul “Kinetika Kelarutan Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan Dari Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Dan *Pseudomonas flourescens* Pada Sumur Minyak Tua” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 15 Januari 2018.

Indralaya, Januari 2018

Ketua :

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

()

Anggota :

1. Dr. Muhammad Said, M.T
NIP. 197407212001121001

()

2. Drs. Almunady T. Panagan, M.Si
NIP. 196011081994021001

()

3. Dr. Ady Mara, M.Si
NIP. 196404301990031003

()

4. Dra. Fatma, M.S
NIP. 196207131991022001

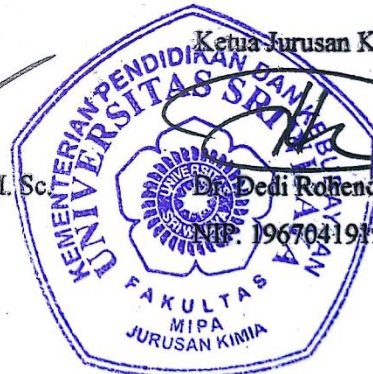
()

Mengetahui,



Dekan MIPA

Prof. Dr. Ischaq 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 : Azizil Hamid
NIM : 08031181320026
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.

Inderalaya, Januari 2018



Penulis,

Azizil Hamid

NIM. 08031181320026

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

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

Nama Mahasiswa : Azizil Hamid
NIM : 08031181320026
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Kinetika Kelarutan Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan Dari Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Dan *Pseudomonas flourescens* Pada Sumur Minyak Tua”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif 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.

Inderalaya, Januari 2018

Yang menyatakan,



Azizil Hamid

NIM. 08031181320026

*Kesenangan dalam sebuah pekerjaan
Akan membuat kesempurnaan
Pada hasil yang dicapai
Mulailah sesuatu itu dengan Bismillah...
Nilailah dirimu dari apa kekuaranganmu jangan nilai dirimu,
Dari apa kesempurnaanmu, karena manusia tiada yang sempurna
“If you can not be intelligent, be a good person”
“Do not give up just because if failed at the first opportunit”*

Dengan Mengharap Ridho Allah SWT, Skripsi ini kupersembahkan kepada :

- ❖ Allah SWT
- ❖ Nabi besar Muhammad SAW
- ❖ Kedua orang tua yang dicintai (Yuhandri dan Dewi Roslaini SE.MM)
- ❖ Kakak adik (dr. Adella Fiona Aminta dan Yudellia Wira Permata)
- ❖ Pembimbing Akademik (Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si)
- ❖ Pembimbing Tugas Akhir
(Dr. Bambang Yudono, M.sc dan Dr. Muhammad Said, M.T)
- ❖ Semua Dosen FMIPA KIMIA UNSRI
- ❖ Sahabatku yang luar biasa
- ❖ Almamaterku

BIG THANKS ☺

KATA PENGANTAR

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 : “Kinetika Kelarutan Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan Dari Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Dan *Pseudomonas flourescens* Pada Sumur Minyak Tua”.

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 Dr. Muhammad Said, M.T yang telah banyak memberikan bimbingan, pengalaman, motivasi, saran dan petunjuk, kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga bapak diberkahi Allah SWT.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Harta yang luar biasa berharga dan simbol semangatku yaitu Kedua orang tua dan kakak adik saya atas dukungan serta Do'a dan kasih sayang yang selalu memotivasi penulis.
2. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M. Sc selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T, selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr.rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si selaku Pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan serta motivasi selama masa perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Dra. Fatma, M.S, Dr. Ady Mara, M.Si dan Drs. Almunady T Panagan, M.Si, selaku pembahas yang telah banyak memberikan saran yang sangat bermanfaat dalam penulisan skripsi.
6. Staf Dosen dan Analis FMIPA Kimia yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
7. Uni Nia selaku analis di Mikrobiologi yang selalu membantu dan membimbing penelitian saya.

8. Teman terbaik partner sejati Lavini Indwi Saputri yang sudah menemani dalam pembuatan karya ilmiah ini hingga selesai dan semangat untuk penelitiannya semoga dilancarkan.
9. Sahabat Seperjuangan dari SMA (Rendy, Mayu, Rada, Ayu, Febri) semangat untuk yang masih mengejar gelarnya semoga berkah.
10. TIM SAHABAT MEOR (Ayu, Aulia, Tika, Isti, Uci, Coco, dan Novrian), , Big thanks untuk Senior sahabat MEOR (Kak Velda, Kak Imik, Kak Venny, Kak Wahyu, Kak Lilis, dll), Semangat juga untuk sahabat MEOR junior (Sari dan Robi) kalian luar biasa.
11. Keluarga KKN TJDY (Donny, Mitra, Monte, Tika) semoga kita suksse selalu kedepannya.
12. Keluarga Kedua disini GWK Kost yang memberikan kenyamanan sehingga selalu bertahan selama empat tahun lebih (nova, arif, iblo, ayu, irfan, rizki, fajar, rifqi, gebri, johan, melin, yopi) dan yang lainnya kalian the best.
13. Teman-teman seperjuangan, KIMIA 2013(Dedek Vari, Guntar, Uci, Danang, Syaiful, Vanda, Renda, Wilia, Sispa, Rando, Peggy, Dea, Yosa, Ryanto, Zana, Septi, Ocpri, Anggi, Yupi, Jigas, Ulan Wuri, Wulan, Ama, Eci, Endang, Rismia dan teman teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.
14. Kakak tingkat 2012, 2011, dan 2010 atas semua motivasi serta pengalaman dan cerita yang sangat berharga. adik-adik KIMIA 2014, 2015, 2016 dan 2017 semangat kuliahnya, kalian luar biasa.
15. Kak Roni, Mbak Novi dan kak iin yang menjadi bagian cerita pengalaman dalam kehidupan di kampus dan yang selalu siap siaga dalam membantu segala urusan administrasi.
16. Keluarga HIMAKI periode 2013 hingga 2015, terimakasih atas semua pengalaman berharganya.
17. Keluarga PERMATO SUMSEL periode 2013-2016 yang telah bekerja sama dan memberikan amanah kepada saya “Minangkan Indonesia, Urang awak dirantau urang”.
18. Keluarga DPM KM FMIPA periode 2014-2016 terimakasih atas semua kerja samanya.
19. Semua pihak yang memberikan dukungan selama saya kuliah serta dalam

menyelesaikan skripsi ini.

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

Inderalaya, 15 Januari 2018

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above the word 'Penulis'.

Penulis

SUMMARY

KINETICS OF PETROLEUM SOLUBILITY WITH BIOSURFACTANT FROM BACTERIA *Pseudomonas aeruginosa* AND *Pseudomonas flourescens* ON OLD WELL

Scientific papers in the form of an essay, Desember 2017

xvii + 78 Pages, 6 Tables, 7 Figures, 18 Attachments

Azizil Hamid, supervised by Dr. Bambang Yudono, M.Sc and Dr. Muhammad Said M.T

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

The kinetics test of petroleum solubility using bacteria *Pseudomonas aeruginosa* and *Pseudomonas flourescens* have been done. The differential method reaction and the integral method was used to find the order reaction and the constant of solubility reaction of petroleum. The decrease of TPH sludge concentration from the initial TPH cation of 4.91% with the aeration for 10 days was found for *P. aeruginosa* bacteria were made 2.3%; 2.6%; 3%; 3.2%; 3.5% and *P. flourescens* bacteria were made 3.5%; 2.8%; 2.5%; 2.1%; 1.2%. The order reaction values obtained from the relationship of $\ln [C]$ versus $\ln r$ for each bacteria were made 0.59 and 0.45 and the constant rate of reaction values is 0.06 days^{-1} and 0.09 days^{-1} , the time required to reach TPH <1% in bacteria *P. aeruginosa* and *P. flourescens* is for 20 dyas and 12 days. The result of GC analysis was conducted of component present in degraded petroleum. The result of petroleum degradation ability for *P. aeruginosa* bacteria on hydrocarbon atoms <C₁₀-C₁₄; >C₂₂ and for *P. flourescens* bacteria on hydrocarbon atoms <C₁₀-C₁₄; C₁₅-C₁₇; C₁₈->C₂₂.

Keywords : MEOR, Kinetics, Biosurfactant *Pseudomonas aeruginossa*, *Pseudomonas flourescens*.

RINGKASAN

KINETIKA KELARUTAN MINYAK BUMI DENGAN BIOSURFAKTAN DARI BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa* DAN *Pseudomonas fluorescens* PADA SUMUR MINYAK TUA

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Desember 2017

xvii + 78 Halaman, 6 Tabel, 7 Gambar, 18 Lampiran

Azizil Hamid, dibimbing oleh Dr. Bambang Yudono, M.Sc dan Dr. Muhammad Said M.T

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Telah dilakukan uji kinetika kelarutan minyak bumi menggunakan biosurfaktan dari isolat bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Pseudomonas fluorescens*, dengan menggunakan metode differensial untuk mencari orde reaksi dan metode integral untuk mencari konstanta laju reaksi kelarutan minyak bumi. Penurunan konsentrasi TPH *sludge* dari konsentrasi TPH awal 4,91% dengan aerasi selama 10 hari didapatkan untuk bakteri *P. aeruginosa* berturut-turut adalah 2,3%; 2,6%; 3%; 3,2%; 3,5% dan bakteri *P. fluorescens* berturut-turut adalah 3,5%; 2,8%; 2,5%; 2,1%; 1,2%. Didapatkan nilai orde reaksi dari hubungan $\ln[C]$ dengan $\ln r$ untuk masing-masing bakteri sebesar 0,59 dan 0,45 serta konstanta laju reaksi sebesar $0,06 \text{ hari}^{-1}$ dan $0,09 \text{ hari}^{-1}$ dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai konsentrasi TPH <1% pada bakteri *P. aeruginosa* dan *P. fluorescens* yaitu selama 20 hari dan 20 hari.. Hasil analisis GC digunakan untuk melihat kemampuan biosurfaktan dalam degradasi minyak bumi dan melihat komponen yang ada pada minyak bumi yang terdegradasi. Didapat hasil kemampuan degradasi minyak bumi untuk bakteri *P. aeruginosa* pada senyawa hidrokarbon atom <C₁₀-C₁₄; >C₂₂ dan untuk bakteri *P. fluorescens* pada senyawa hidrokarbon atom <C₁₀-C₁₄; C₁₅-C₁₇; C₁₈->C₂₂.

Kata Kunci: MEOR, Kinetika, Biosurfaktan, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas fluorescens*.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	x
RINGKASAN	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
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 Teknologi MEOR.....	6
2.3 Kelebihan Dan Kekurangan Metode MEOR	7
2.4 Biosurfaktan	8
2.5 Siklus Hidup Bakteri	10
2.6 Analisis GC.....	11
2.7 Uji TPH.	12
2.8 Kinetika <i>Recovery</i> Minyak Bumi.	12
2.8.1 Metode Differensial	12
2.8.2 Metode Integral.....	13

BAB III METODELOGI PENELITIAN	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.2.1 Alat	14
3.2.2 Bahan	14
3.3 Prosedur Kerja	14
3.3.1 Sterilisasi Alat	14
3.3.2 Peremajaan Bakteri	15
3.3.3 Pembuatan Starter	15
3.3.4 Produksi <i>Crude</i> Biosurfaktan	15
3.3.5 Penentuan Orde Reaksi Terhadap Kelarutan Minyak Bumi	16
3.3.6 Penentuan Konstanta <i>Recovery</i> Terhadap Kelarutan Minyak	
Bumi	16
3.3.7 Pengukuran TPH	16
3.3.7.1 Pengukuran TPH Sebelum Perlakuan	16
3.3.7.2 Pengukuran TPH Setelah Perlakuan	17
3.3.8. Analisis GC	17
3.3.8.1 Analisis GC Sebelum Perlakuan	18
3.3.8.2 Analisis GC Setelah Perlakuan	18
3.3.9 Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Pengukuran TPH <i>Sludge</i> Sebelum Perlakuan	19
4.2 Penentuan Orde Reaksi Kelarutan Minyak Bumi Menggunakan	
Biosurfaktan	19
4.3 Penentuan Konstanta Laju Reaksi Kelarutan Minyak Bumi	
Menggunakan Biosurfaktan	22
4.4 Kromatogram Hasil Analisis Menggunakan GC Pada Sampel	
<i>Sludge</i> Sebelum dan Setelah Perlakuan	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Volume campuran produksi biosurfaktan	16
Tabel 2. Data peburunan TPH dengan metode differensial pada konsentrasi <i>sludge</i> 1,64%; 3,28%; 4,91%; 6,11%; 7,57% hari ke-nol [TPH] hingga hari ke-10 [TPH] menggunakan bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	19
Tabel 3 . Data penurunan TPH dengan metode differensial pada konsentrasi <i>Sludge</i> 1,64%; 3,28%; 4,91%; 6,11%; 7,57% hari ke-nol [TPH] hingga hari ke-10 [TPH] menggunakan bakteri <i>Pseudomonas flouerescens</i>	20
Tabel 4. Data penurunan TPH dengan metode integral menggunakan bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	22
Tabel 5. Data penurunan TPH dengan metode integral menggunakan bakteri <i>Pseudomonas flourescens</i>	22
Tabel 6. Fraksi rantai hidrokarbon berdasarkan temperaturnya	25

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur rhamnolipid pada bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	9
Gambar 2. Grafik hubungan $\ln [C]$ dan $\ln r$ untuk: (a) Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (b) Bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i>	21
Gambar 3. Grafik hubungan hari dengan: (a) $[C]^{0,4}$ bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (b) $[C]^{-0,83}$ bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i>	23
Gambar 4. Kromatogram komponen minyak pada <i>sludge</i> sebelum perlakuan	25
Gambar 5. Kromatogram komponen minyak pada <i>sludge</i> setelah perlakuan menggunakan bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	26
Gambar 6. Histogram perubahan kelimpahan minyak terlarut pada biosurfaktan dari bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27
Gambar 7. Kromatogram GC <i>sludge</i> setelah perlakuan dengan biosurfaktan bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i>	28
Gambar 8. Histogram hidrokarbon terlarut sebelum dan setelah penambahan biosurfaktan dari bakteri <i>Pseudomonas fluorescens</i>	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja Uji <i>Recovery</i> Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan Dengan Metode Differensial.	36
Lampiran 2. Skema Kerja Uji <i>Recovery</i> Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan Dengan Metode Integral.....	37
Lampiran 3. Perhitungan TPH pada masing-masing konsentrasi <i>Sludge</i>	38
Lampiran 4. Tabel Perhitungan Metode Differensial Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	40
Lampiran 5. Tabel Perhitungan Metode Integral Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	41
Lampiran 6. Tabel Perhitungan Metode Differensial Bakteri <i>Pseudomonas flourescens</i>	42
Lampiran 7. Tabel Perhitungan Metode Integral Bakteri <i>Pseudomonas flourescens</i>	43
Lampiran 8. Komposisi Media Pertumbuhan Bakteri.....	44
Lampiran 9. Penentuan Konstanta Degradasi TPH bakteri <i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	45
Lampiran 10. Penentuan Kontanta degradasi TPH bakteri <i>Pseudomonas flourescens</i>	46
Lampiran 11. Penentuan Waktu Degradasi untuk mencapai TPH sebesar 1%	47
Lampiran 12. Data peak ekstrak <i>sludge</i> sebelum perlakuan	48
Lampiran 13. Data Peak Pada Filtrat Setelah Perlakuan Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	55
Lampiran 14. Data peak pada filtrat setelah perlakuan bakteri <i>Pseudomonas Flourescens</i>	64
Lampiran 15. Kondisi Operasional Alat GCMS untuk Analisis Minyak Bumi.....	72
Lampiran 16. Persentase Kelimpahan Luas Puncak Bakteri <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	73

Lampiran 17. Persentase Kelimpahan Luas Puncak Bakteri <i>Pseudomonas</i> <i>aeruginosa</i>	74
Lampiran 18. Dokumentasi Penelitian	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Minyak bumi merupakan salah satu sumber energi utama di bidang industri, transportasi dan kebutuhan rumah tangga masyarakat. Kebutuhan minyak bumi sampai saat ini semakin meningkat namun untuk persediaanya semakin berkurang padahal pencarian minyak bumi semakin sulit sehingga belum banyak orang yang menemukan sumur minyak baru guna mempertahankan dan meningkatkan produksi minyak bumi (Shibulal *et al.*, 2014; Sabdono dan Utama, 2015).

Sumur minyak yang ada saat sekarang ini hanya mampu produksi minyak bumi sekitaran 40% saja pada tahap *recovery* primer dan *recovery* sekunder dikarenakan sudah tidak mampu produksi minyak bumi biasanya sumur minyak ditingalkan. Data menunjukkan total sumur minyak bumi yang sudah ditinggalkan (*abandoned well*) di Indonesia mencapai 13.824 sumur dan total sumur minyak yang tidak digunakan di Sumatera Bagian Selatan mencapai 3.623 sumur (Naumi dan Trilaksana, 2015).

Pada dasarnya minyak bumi diolah secara bertahap, ada dua tahap awal yaitu *recovery* primer dan *recovery* sekunder, pada *recovery* primer kemampuan untuk memproduksi minyak bumi hanyalah sekitar 5-10% dari jumlah total yang ada di dalam reservoir dengan secara alami *recovery* primer hanya membutuhkan tekanan yang berasal dari dalam reservoir dikarenakan tekanan yang masih tinggi. Pada *recovery* sekunder dilakukan melalui pendorongan air (*water flood*) atau dengan gas, proses ini mampu memproduksi minyak bumi sekitar 25-30% (Armstrong and Wildenschild, 2012).

Setelah tahapan *recovery* primer dan *recovery* sekunder cadangan minyak dan gas bumi menurut data LEMIGAS menunjukkan bahwa sekitar 60% dari ketersediaan awal minyak bumi masih tertinggal dalam reservoir (Usman, 2011). Viskositas minyak bumi di dalam reservoir cukup tinggi dan salah satu tahapan selanjutnya yang mampu melarutkan dan menurunkan viskositas minyak bumi

tersebut pada tahapan *recovery* tersier, sehingga perlu adanya metode yang dapat mengatasi produksi minyak bumi pada tahapan ini.

Adapun metode alternatif untuk meningkatkan *recovery* minyak bumi yaitu, *chemical flooding*, *water flooding* dan injeksi termal namun itu semua masih belum efektif dan ekonomis. Salah satu metode yang dinilai ekonomis dan aman yaitu MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*) yang merupakan modifikasi dari metode EOR (*Enhanced Oil Recovery*). Teknologi MEOR merupakan tahapan *recovery* tersier bahwa ada sekitar 60% komposisi minyak bumi yang masih terdapat di dalam reservoir. Metode ini dilakukan dengan memanfaatkan biosurfaktan yang dihasilkan oleh mikroorganisme, biosurfaktan dapat menurunkan tegangan antar muka sehingga memungkinkan mobilisasi jumlah besar sisa minyak bumi di dalam reservoir yang cocok dengan biosurfaktan tersebut (Gudiña *et al.*, 2012).

Setiap reservoir memiliki keadaan lingkungan yang berbeda-beda, untuk mendapatkan biosurfaktan yang cocok dan bisa beradaptasi dengan reservoir, diperlukan bakteri yang sesuai sehingga biosurfaktan dapat digunakan secara maksimal. Salah satunya bakteri yang biasa digunakan untuk menghasilkan biosurfaktan adalah bakteri dari genus *Pseudomonas* yang diharapkan dapat *recovery* minyak bumi pada sumur minyak tua di Desa Babat Toman Kabupaten Musi Banyuasin. Bakteri dari genus *Pseudomonas* diketahui mampu memproduksi biosurfaktan tipe glikolipid. Glikolipid dari bakteri *Pseudomonas* yaitu rhamnosa dan 3-hidroksi asam lemak α alkil (β -hidroksi asam lemak) yang dikenal sebagai rhamnolipid. Rhamnolipid sendiri telah terbukti manfaatnya dalam aktivitas mikrobialnya dibandingkan mikroorganisme lainnya (Refdinal, dkk., 2014).

Pada penelitian ini akan digunakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Pseudomonas fluorescens* sebagai penghasil biosurfaktan dengan mengkondisikan konsentrasi sampelnya dan dilakukan dengan skala laboratorium sebelum diaplikasikan ke lapangan. Kaffah, dkk (2016) telah melakukan produksi biosurfaktan dengan pengaruh pH, suhu, dan pengaruh lingkungan lainnya untuk menghasilkan biosurfaktan pada *recovery* minyak bumi, namun belum ada penelitian bagaimana waktu terbaik untuk biosurfaktan dapat *recovery* minyak bumi, sehingga pada penelitian ini dilakukan berdasarkan kinetika kimia. Proses

degradasi minyak bumi dinyatakan sebagai penurunan konsentrasi Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) persatuan waktu.

Semua data akan dianalisa menggunakan kinetika kimia dengan pendekatan metode differensial dan integral. Yudono *et al* (2010) menyatakan bahwa informasi kinetika sangat penting karena informasi kinetika merupakan konsentrasi kimia yang masih tertinggal pada setiap waktu dan dapat digunakan untuk memperoleh lamanya waktu proses degradasi minyak bumi untuk menuju target residu yang diharapkan. Pada penelitian ini juga dilakukan studi kualitatif analisis *Gas Chromatography (GC)* yang memberikan informasi lebih detail tentang fraksi-fraksi senyawa hidrokarbon yang terlarut.

1.2 Rumusan Masalah

Persediaan minyak bumi saat ini semakin sedikit, sehingga perlu mengatasinya dengan peningkatan produksi minyak bumi, pada sumur minyak tua masih terdapat sebagian besar dari minyak bumi yang tidak *terrecovery* oleh teknologi konvensional. Untuk meningkatkan produksi minyak bumi di dalam reservoir yang terjebak sekitar 60% akan diperlukan teknologi MEOR menggunakan biosurfaktan yang biasanya dihasilkan oleh bakteri dari genus *Pseudomonas*, pada penelitian ini digunakan bakteri sebagai penghasil biosurfaktan adalah *P. aeruginosa* dan *P. fluorescens*.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan kelarutan degradasi minyak bumi pada *sludge* dengan melihat penurunan konsentrasi TPH.
2. Menentukan orde reaksi dan konstanta laju reaksi pada *recovery* minyak bumi dengan dengan biosurfaktan dari bakteri *P. Aeurginosa* dan *P. Flourescens*.
3. Mengetahui kemampuan biosurfaktan dari bakteri *P. aeurginosa* dan *P. flourescens* dalam mendegradi minyak bumi dengan analisis GC.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini dapat memberikan pengetahuan tentang penggunaan biosurfaktan oleh bakteri *P. aeruginosa* dan *P. fluorescens* yang mampu melarutkan senyawa hidrokarbon berdasarkan kinetika kimia sehingga dapat meningkatkan *recovery* minyak bumi serta dapat mengetahui susunan senyawa didalam minyak bumi yang terlarut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbassi, B. E. and Shquirat, W. D. 2008. Kinetics of indigenous isolated bacteria used for ex-situ bioremediation of petroleum contaminated soil. *Water, Air, and Soil Pollution*. 192: 221–226.
- Agustin, S.N.S. 2015. *Biodegradasi Minyak Bumi Dengan Menggunakan Bakteri Indigen Pseudomonas peli Dari Sumur Tua Desa Babat Tomona Musi Banyuasin (MUBA)*. Skripsi Program Studi Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1999. *Toxological Profile for Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)*. Atlanta, GA: US. Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- Al-Sulaimani, H., Joshi, S., Al-Wahaibi, Y., Al-Bahry, S., Elshafie, A., Al-Bemani, A. 2011. Microbial Biotechnology For Enhancing Oil Recovery: Current Developments And Future Prospects. *Invited Review, Biotech, BioInf and Bioeng*. 1(2): 147-158.
- Al-Tahhan RA, Sandrin TR, Badour AA, and. Maier RM. 2002. Rhamnolipid-Induced removal of lipopolyschearide from *Pseudomonas aeruginosa*: Effect on cell surface Properties and Interaction with Hydrophobic substrates. *J. Appl. Environ. Microbiol* 66: 3262-3268.
- Alexander, M. 1997. *Introduction to Soil Microbiology*. John Wiley and Sons. Toronto.
- Armstrong, R.T., Wildchild, D. 2012. Investigating The Pore-Scale Mechanisms Of Microbial Enhanced Oil Recovery. *Journal Of Petroleum Science and Engineering*. 95: 155-163.
- Avery H. E. 1981. *Basic Reaction kinetis and Mechanism*, second edition, John Wiley and Sons Inc. London.
- Bordoloi, N. K. and Konwar, B. K. 2009. Bacterial biosurfactant in enhancing solubility and metabolism of petroleum hydrocarbons. *Journal of Hazardous Materials*. 170: 495–505.
- Baoune, H., Ould, A., Hadj-khelil, E., Pucci, G., Sineli, P and Alejandra, M. 2018. Petroleum degradation by endophytic *Streptomyces* spp . isolated from plants grown in contaminated soil of southern Algeria. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 147: 602- 608.

- Chayabutra, C., Wu, J., Ju, L.K. 2001. Rhamnolipid Production By *Pseudomonas Aeruginosa* Under Denitrification: Effects Of Limiting Nutrients And Carbon Substrates. *Biotechnology and Bioengineering*. 72(1): 25-33.
- Desai, J.D., and Banat, I.M. 1997. Production of a biosurfactant by *Pseudomonas fluorescens*. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 61: 47–64.
- Floehr, T., Scholz S.B., Xiao, H., Koch, J., Wu, L., Hou, J., Wolf, A., Bergmann, A., Bluhm, K., Yuan, X., Roß, M., Schäffer, A., Hollert, H. 2015. JES-00509; No of Pages 20 *Journal Of Environmental Sciences*. 38: 63-82.
- Gruła, M.M., Pennington, R., and Sewell, G.W. 1991. Biodegradation Of Chemicals Used In Enhanced Oil Recovery. *Proceedings Of International Conference Microbial Enhancement Of Oil Recovery*. 31: 1-530.
- Gudina E, J. Pereira J.F., Costa R., Coutinho J.A.P., Texeira J.A., and Rodrigues L.R. 2012. Biosurfactant-producing and oil-degrading *Bacillus subtilis* strains enhance oil recovery in laboratory sand-pack columns. *Journal of Hazardous Materials* .
- Hadi, S dan Jumarlis. 2013. Pengaruh Lingkungan Minyak Mentah Terhadap Laju Korosi Pada Pipa baja Karbon Dan Pipa Galvanis. *Jurnal Teknik Mesin*. 3(2): 66-69.
- Hatta, M., Emzizal., Asnita, S. 2013. Karakterisasi Dan Penentuan Kematangan Minyak Mentah (Crude Oil Langgak, Riau). *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*.
- Hori, K., Ichinohe, R., Unno, H., Marsudi, S. 2002. Simultaneous Syntheses Of Polyhydroxyalkanoates and Rhamnolipids by *Pseudomonas aeruginosa* IFO3924 at Various Temperatures and From Various Fatty Acids. *Biochemical Engineering Journal*. 53: 196-202.
- Huo, F., Tang, H., Wu, X., Chen, D., Zhao, T., Liu, P., Li, L. 2016. Utilizing a novel sorbent in the solid phase extraction for simultaneous determination of 15 pesticide residues in green tea by GC/MS. *Journal Of Chromatography*. 1051:1-13.
- Ibrahim, M. L., U. J.J. Ijah, S. B. Manga, L. S. Bilbis, and S. Umar. 2013. Production and Partial Characterization of Biosurfactant Produced by Crude Oil Degrading Bacteria. *International Journal Biodeterioration and Biodegradation* 81: 28–34.

- Jovančićević, B., Mališa P. A., Tatjana M. S., Miroslav M. V., Alexander K and Jan S. 2004. Investigation of Interactions Between Surface Water and Petroleum Type Pollutants. *Environmental Science and Pollution Research - International*. 12 (4):205.
- Juli, N., dan Berma, V. 2001. *Penelitian Awal Terhadap Delapan Isolat Bakteri Reservoir Dalam Mengembangkan Volume Minyak Bumi Secara Monokultur*. Proceeding Simposium Nasional IATMI. Yogyakarta.
- Kaffah, S, Bambang Y. 2016. *Uji Recovery Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan Bakteri Indigen Pada Variasi Konsentrasi Sumber Karbon Molase*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
- Krüger, M., Dopffel, N., Sitte, J., Mahler, E., Mukherjee, S., Herold, A., Alkan, H. 2016. Sampling for MEOR: Comparison Of Surface And Subsurface Sampling And Its Impact On Field Applications. *Journal Of Petroleum Science and Engineering*. 146: 1192-1201.
- Kurniawan, A., Effendi, J.A. 2014. Biodegradasi Residu Total Petroleum Hidrokarbon Di Bawah Konsentrasi 1 % (W / W) Hasil Proses Bioremediasi. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 21(3): 286-294.
- Lazaar, I., Petrisor, I.G., Yen, T.F. 2007. Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR). *Journal Petroleum and Science Technology*. 25: 1353-1366.
- Marley, V S, Bambang Y. 2016. *Uji Recovery Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan Dari Bakteri Indigen Dengan Variasi Konsentrasi Molase*. Skripsi. Fakultas Matematika Dan ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
- Marsudi, S., Hori, K., Tanji, Y., and Unno, H. 2008. Palm Oil Utilization For The Simultaneous Production Of Polyhydroxyalkanoates (PHAs) And Rhamnolipids by *Pseudomonas aeruginosa*. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 78:955-961.
- Michael, J., Pelczar, Jr., Chan, E.C.S. 2006. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. UI Press: Jakarta.
- Murray, G., 1994. Indigenous Pre-Cambrian Petroleum. *AAPG Bull*, 49 (I), 321.

- Naumi, R.N dan Trilaksana, A. 2015. Pertambangan Minyak Tradisional Di Desa Wonocolo Kecamatan Kedewan Kabupaten Bojo Negro Tahun 1970-1987. *Jurnal Pendidikan Sejarah*. 3(1): 135-146.
- Ningsih, W.T.M, Bambang Y. 2015. *Pengaruh Temperatur Terhadap Recovery Minyak Bumi Dengan Biosurfactant Dari Bakteri Termotoleran Pseudomonas Flourescens Dan Pseudomonas Acidovorans*. Skripsi Program Studi Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Inderalaya.
- Obayori, O.S., Adebusoye, S.A., Adewale, A.O., Oyetibo, G.O., Oluyemi, and O., Amokun, R.A., Ilori, M.O. Differential Degradation Of Crude Oil (Bonny Light) By Four Pseudomonas Strains. *Journal of Environmental Sciences*. 21: 243-248.
- Oberbremer, A., Müller-Hurtig, R., and Wagner, F. 1990. Effect Of The Addition Of Microbial Surfactants On Hydrocarbon Degradation In A Soil Population In A Stirred Reactor. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 32: 485-489.
- Ould, A., Hadj-khelil, E., Pucci, G., Sineli, P., and Alejandra, M. 2018. Ecotoxicology and Environmental Safety Petroleum degradation by endophytic Streptomyces sp . isolated from plants grown in contaminated soil of southern Algeria. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 147: 602-609.
- Rahman K.S.M., Street G., Lord R., Kane G., Raghman T.J., Marchant R., dan Banat I.M. 2006. *Bioremediation of Petroleum Sludge using Bacterial Consortium with Biosurfactant*. In: *Environmental Biomediation Technologies*, Singh S.N., dan Tripathi R.D. (Eds.) Springer Publication, 391-408.
- Raza Z.A., Rehman A., Khan M.S., and Khalid Z.M. 2007. Improved production of biosurfactant by a Pseudomonas aeruginosa mutant using vegetable oil refinery wastes. *Biodegradation*. 18: 115-12.
- Refdinal, N., Endah ,M.M.P., Meita, A.B. 2014. *Pengaruh pH dan Temperatur Pada Pembantuan Biosurfaktan Oleh Bakteri Pseudomonas Aeruginosa*. Prosiding Seminar Nasional Kimia Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.
- Sabdono, A.S., dan Utama, D.C. 2015. Rembesan Minya Bumi di Banyumenang Demak Jawa tengah. *Jurnal Teknologi Minyak Bumi dan Gas*. 9(3): 113-120.

- Sarafzadeh, P., Niazi, A., Oboodi, V., Ravanbakhsh, M., Hezave, A., Ayatollahi, S. S., Raeissi, S. 2014 Investigating The Efficiency Of Meor Processes Using Enterobacter Cloacae And Bacillus Stearothermophilus Sucpm#14 (Biosurfactant-Producing Strains) In Carbonated Reservoirs. *Journal of Petroleum Science and Engineering*. 113:46-53.
- Shibulal, B, Saif N Al-bahry, Yahya M Al-wahaibi, Abdulkader E Elshafie, Ali S Al-bemani, and Sanket J Joshi. 2014. Microbial Enhanced Heavy Oil Recovery by the Aid of Inhabitant Spore-Forming Bacteria. *The World Scientific Journal*. 2014: 12.
- Silva, S.N., Farias, C.B., Rufino, R.D., Luna, J.M., Sarubbo, L.A. 2010. Colloids and Surfaces B : Biointerfaces Glycerol as substrate for the production of biosurfactant by Pseudomonas aeruginosa UCP0992. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 79:174-183.
- Tang, M dan Suendo, V. 2011. Pengaruh Penambahan Pelarut Organik Terhadap Tegangan Permukaan Larutan Sabun. *Prosiding SNIPS*. 1-7.
- Usman. 2011. Potensi Pengembangan EOR untuk Peningkatan Produksi Minyak Indonesia. *Lembaran Publikasi Minyak Dan Gas Bumi*. 42(2): 91-102.
- Yasin, G., Bhangar, M.I., Ansari, T.M., Naqvi, S.M.S.R., Ashraf, M., Ahmad, K., and Talpur, F.N. 2013. Quality And Chemistry Of Crude Oils. *Journal Of Petroleum Technology And Alternative Fuels*. 4(3): 53-63.
- Yudono, B. 1994. An Investigation Into The Premature Cracking Asphaltic Pavement in Hot Arid Climate. *Thesis School of Chemistry*. University of Bristol.
- Yudono, B., Said, M., Hakstege, P., Suryadi, f.x. 2009. Kinetics Of Indigenous Isolated Bacteria Bacillus Mycooides Used For Ex-Situ Bioremediation Of Petroleum Contaminated Soil In Pt Pertamina Sungai Lilin South Sumatera. *Journal of Sustainable Development*. 2(3): 64-71.
- Yudono, B., Estuningsih, S.P., 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., Said, M., Sabaruddin., Napoleon, A., and Utami, M.B. 2010. Kinetics of Petroleum-Contaminated Soil Biodegraded by An Indigenous Bacteria *Bacillus megaterium*. *Journal of Biosciencesi*. 17(4): 155-160.