

SKRIPSI

**KINETIKA KELARUTAN MINYAK BUMI DENGAN BIOSURFAKTAN
DARI BAKTERI INDIGEN *Pseudomonas acidovorans* DAN *Pseudomonas
peii* MENGGUNAKAN METODE DIFFERENSIAL DAN INTEGRAL**

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



**NOVRIAN TRIHARIADI
08031381320022**

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

HALAMAN PENGESAHAN

**KINETIKA KELARUTAN MINYAK BUMI DENGAN BIOSURFAKTAN
DARI BAKTERI INDIGEN *Pseudomonas acidovorans* DAN *Pseudomonas
peli* MENGGUNAKAN METODE DIFFERENSIAL DAN INTEGRASI**

SKRIPSI

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

Oleh :

NOVRIAN TRIHARIADI

08031381320022

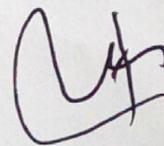
Indralaya, Januari 2018

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc.

NIP. 197210041997021001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Kinetika Kelarutan Minyak Bumi Dengan Biosurfaktan Dari Bakteri Indigen *Pseudomonas acidovorans* dan *Pseudomonas peli* Menggunakan Metode Differensial dan Integral” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 15 Januari 2018 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Indralaya, Januari 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

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

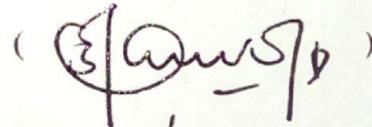
()

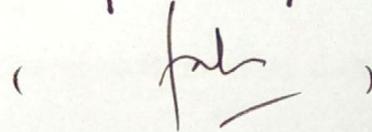
Penguji :

1. **Dr. Muhammad Said, M.T**
NIP. 197407212001121001
2. **Drs. Almunadi T. Panagan, M.Si**
NIP. 196011081994021001
3. **Dr. Eliza, M.Si**
NIP. 196407291991022001
4. **Dra. Fatma, M.S**
NIP. 196207131991022001

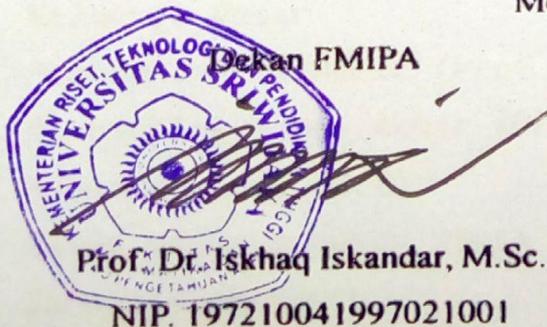
()

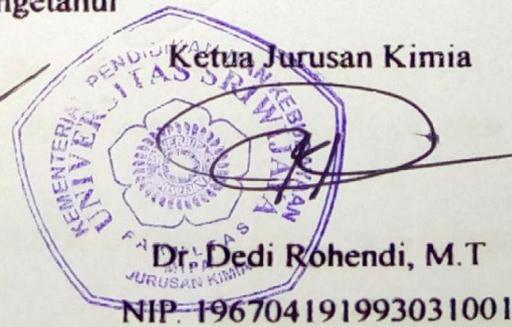
()

()

()

Mengetahui


Dekan FMIPA
Prof. Dr. Iskhak 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 : Novrian Trihariadi
Nim : 08031381320022
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 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.

Indralaya, Januari 2018
Penulis



Novrian Trihariadi
NIM. 08031381320022

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

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

Nama mahasiswa : Novrian Trihariadi
Nim : 08031381320022
Fakultas/Jurusan : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia\
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya sebuah Karya Ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Kinetika Kelarutan Minyak Bumi Dengan Biosurfaktan Dari Bakteri Indigen *Pseudomonas acidovorans* dan *Pseudomonas peli* Menggunakan Metode Differensial dan Integral”. Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihkkan, 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, Januari 2018
Penulis

Novrian Trihariadi
NIM. 08031381320022

Taat Pada-Nya Dengan Mengikuti Jalur, Berbakti Kepada Orang Tua
(Ibu), Berbuat Baik Kepada Siapapun, Kerja Keras.

Untuk Sukses ? Cukup Itu Saja.

[Novrian Trihariadi]

Allah Tidak Membebani Seseorang Melainkan Sesuai Dengan
Kesanggupannya [2 : 286]

Maka Barang Siapa Yang Mengerjakan Kebaikan Sebesar Zarah,
Niscaya Dia Akan Melihat Balasannya
Dan Barang Siapa Mengerjakan Kejahatan Sebesar Zarah, Niscaya
Dia Akan Melihat Balasanya

[99 :7-8]

Niscaya Allah Akan Mengangkat (Derajat) Orang-Orang Yang
Beriman Diantaramu Dan Orang-Orang Yang Diberi Ilmu Bererapa
Derajat [58 : 11]

Dengan Mengharapkan Ridho Allah SWT, Skripsi Ini Kupersembahkan
Kepada :

- ❖ Allah SWT
- ❖ Nabi Besar Muhammad SAW
- ❖ Kedua Orang Tua (Alm. Sagi dan Tarni)
- ❖ Kakak Adik (Eko Budianto, S.H , Dwi Chandra Mairiko, dan Agus Susanto)
- ❖ Ustad dan Murabbi.
- ❖ Keluarga Besar
- ❖ Pembimbing Akademik (Prof. Dr. Elfita, M.Si)
- ❖ Pembimbing Tugas Akhir (Dr. Bambang Yudono, M.Sc dan Dr. Muhammad Said, M.T)
- ❖ Semua Dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
- ❖ Sahabat-Sahabatku
- ❖ Almamaterku.

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 Dengan Biosurfaktan Dari Bakteri Indigen *Pseudomonas acidovorans* dan *Pseudomonas peli* Menggunakan Metode Differensial dan Integral. 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 Bapak Dr. Muhammad Said, M.T yang banyak memberikan bimbingan, pengalaman, motivasi, saran dan petunjuk, kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga diberkahi Allah SWT.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tuaku Bapak (alm) Sagi, Semoga diberikan tempat terbaik disisi-Nya dan Ibu Tarni yang selalu memberikan dukugan moril dan materil.
2. Kakak, Adik, dan Keluarga Besar yang telah mendukung dan mendoakan.
3. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar. M.Sc selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Dedi Rohendi, M.T, selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Bambang Yudono, M. Sc dan Ibu Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M. Si yang telah mendanai penelitian ini.
6. Bapak Dr. Muhammad Said, M.T yang telah menjadi pembimbing Kerja Praktek dan Tugas Akhir. Terima kasih atas nasihat dan dukunganya.
7. Bapak Drs. Almunadi T Panagan, M.Si, Ibu Dr. Eliza, M.Si, dan Ibu Dra. Fatma, M.S selaku penguji pada seminar hingga sidang sarjana.
8. Ibu Prof. Dr. Elfita, M.Si selaku pembimbing akademik yang telah memberikan motivasi dan arahan selama masa studi. Semoga Ibu Selalu Menjadi Dosen Terfavorit di Jurusan Kimia.

9. Seluruh Staf Dosen Pengajar yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.
10. Seluruh Analis Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya (Bu Niar, Yuk Nur, dan Bu Yanti)
11. Murabbi yang silih berganti terikat oleh Ukhuwah Islamiyah, karena telah membimbing dan mengarahkan menjadi manusia yang lebih memanusiaikan manusia lain nya.
12. Saudara perjuangan yang telah mengisi aktivitas pasca sekolah hingga pasca kampus. M. Arifin, S.Pd, R. Elji Silisia, S.ST, M.Akbar, Jimmy Josvaldo, Rahmat Farizal, Mgs. Deni Trisna Jaya, S.ST Arung Samudra, Haris Sulaiman, S.ST. Terima kasih untuk waktu yang begitu berharga.
13. Keluarga Besar FADS (Forum Aktivistis Dakwah Sekolah) SMA N 16 Palembang.
14. Keluarga Besar HAMADA Sumatera Selatan.
15. Ketua, Seluruh Staf, Ustad, Ustadzah, Kakak Asuh, dan Relawan Yayasan YAZRI (Yayasan Amil Zakat Pusri) PT. Pupuk Sriwidjaja (Pak Ibrahim, Kak Sulaiman, Kak Rifa'i, Mbak Ari Yuliza, Mbak Kokom, Mbak Eka, Mbak Ratih, Kak Nurudin, Mbak Deny, Rofby dan Ayas. Terima Kasih telah mempercayakan saya menjadi bagian dari kalian.
16. Seluruh Staff PT. Pandu Persada di Bandung (Mas Sandi, Pak Budi, dan Pak Rahmat) yang telah mempercayakan saya sebagai Surveyor Lingkungan dan Asisten Sampling AMDAL untuk Pembangunan RSUD Sumatera Selatan dan Politeknik Pariwisata Palembang.
17. Partner TA MEOR : Ayu Indra Ningsi, S.Si, Uci Dwi Lestari, S.Si, dan Aulia Karima, S.Si. Terimakasih untuk kerjasamanya selama ini.
18. Keluarga "Sudah Wisuda" : Azizil Hamid, S.Si, Istiqomah Insani, S.Si, dan M. Tri Handoko, S.Si. Alhamdulillah wisuda barengan. Terima kasih untuk Kerja keras dan Kerja cerdas selama ini. Semoga sukses selalu.
19. Teman-teman seperjuangan kimia 2013 : Ocol, Ipul, Wulandari, Dea, Ama, Peggy, Mia, Yosa, Endang, Ocpri, Sri, Septi, Ismi, Vari, Dori, Yanto, Danang, Dwi Hawa, Willia, Sispa, Ekik, Eci, Rando, Anggi dkk yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

20. Teman-Teman LDF KOSMIC dan KAMMI Komisariat Al Qud's Universitas Sriwijaya. Mohon Maaf atas Segala Khilaf dan Kesalahan.
21. Keluarga KKN Talang Ubi Musi Rawas (Kak Yedi, Kak Bute, Kak Darari, Bang Erwin Purba, Kak Uci, Kak Ira, Mirza, Kak Eliza).
22. Kakak-Kakak Tingkat Kimia 2010-2012 dan Adik-Adik Tingkat Kimia 2014-2016.
23. Mbak Novi dan Kak Iin yang telah membantu segala urusan administrasi.
24. Kak Roni yang siap siaga membantu dalam segala urusan.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan untuk itu penulis mengharapkan saran dan masukan yang membangun dari para pembaca. Demikianlah, semoga karya kecil ini dapat bermanfaat dalam menunjang perkembangan ilmu pengetahuan dikemudian hari.

Indralaya, Januari 2018

Penulis

SUMMARY

KINETICS OF CRUDE OIL SOLUBILITY WITH BIOSURFACTANT BY USING *Pseudomonas acidovorans* AND *Pseudomonas peli* BACTERIA USING DIFFERENTIAL AND INTEGRAL METHODS

Scientific papers in the form of an essay, January 2018

x + 63 pages, 8 tables, 12 figures, 17 attachments

Novrian Trihariadi, advised by Dr. Bambang Yudono, M.Sc and Dr. Muhammad Said, M.T. Chemistry Department, Mathematics and Natural Science Faculty, Sriwijaya University.

The research about kinetics rate of crude oil solubility has been done by using biosurfactant from *Pseudomonas acidovorans* and *Pseudomonas peli* bacteria using differential and integral methods. Differential method was used to find the order of reaction which is directly from relation chart of $\ln [C]$ and $\ln r$. For *P. acidovorans* bacteria get 1,3134 reaction order and 0,8446 reaction order for *P. peli* bacteria. Integral method was used to find the constanta of the reaction rate. Order reaction value from differential method was used as an input of integral equation to get the rate of kinetic solubility equation i.e. $Y = 0,0029x + 0,7263$ on *P. acidovorans* bacteria the constanta of reaction is $0,00925 \text{ days}^{-1}$. Therefore on *P. peli* bacteria shown the kinetics solubility equation $Y = -0,005x + 1,1986$ with 0.0321 days^{-1} order reaction. Qualitative analysis used *Gas Chromatography (GC)* shown the chromatogram after the addition of biosurfaktant from *P. acidovorans* bacteria that could binding the crude oil with $<C_{10}$, $C_{11}-C_{14}$, $C_{15}-C_{17}$ fraction which appeared at 40-165 °C. A long chain of carbon fraction $C_{18}-C_{21}$ and $>C_{22}$ appeared at 215-265 °C. *P. peli* bacteria presented $<C_{10}$, $C_{11}-C_{14}$ fraction at 40-140 °C and A long carbon bonds at $C_{18}-C_{21}$ fraction and fraction $>C_{22}$ appeared at 240-265 °C.

Keyword : MEOR, Biosurfactant, Kinetics, *Pseudomonas acidovorans*, *Pseudomonas peli*.

RINGKASAN

KINETIKA KELARUTAN MINYAK BUMI DENGAN BIOSURFAKTAN DARI BAKTERI INDIGEN *Pseudomonas acidovorans* DAN *Pseudomonas peli* MENGGUNAKAN METODE DIFFERENSIAL DAN INTEGRAL

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Januari 2018

x + 63 halaman, 8 tabel, 12 gambar, 17 lampiran

Novrian Trihariadi, 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 penelitian kinetika kelarutan minyak bumi menggunakan biosurfaktan dari bakteri *Pseudomonas acidovorans* dan *Pseudomonas peli* dengan metode differensial dan metode integral. Metode differensial digunakan untuk memperoleh orde reaksi yang diperoleh secara langsung dari grafik hubungan $\ln [C]$ dan $\ln r$. Bakteri *P. acidovorans* diperoleh orde reaksi sebesar 1,3134 dan diperoleh orde reaksi sebesar 0,8446 untuk bakteri *P. peli*. Metode integral digunakan untuk menentukan konstanta laju reaksi. Nilai orde reaksi yang diperoleh dari metode differensial dimasukkan kedalam persamaan integral sehingga menghasilkan persamaan kinetika kelarutan. Pada bakteri *P. acidovorans* diperoleh persamaan $Y = 0,0029x + 0,7263$ dengan harga konstanta reaksi sebesar $0,00925 \text{ hari}^{-1}$. Diperoleh persamaan $Y = -0,005x + 1,1986$ untuk bakteri *P. peli* dengan harga konstanta reaksi sebesar sebesar $0,0321 \text{ hari}^{-1}$. Analisa kualitatif menggunakan *Gas Chromatography* (GC) memperlihatkan kromatogram setelah penambahan biosurfaktan dari bakteri *P. acidovorans* dapat mengikat minyak pada fraksi $<C_{10}$, $C_{11}-C_{14}$, $C_{15}-C_{17}$ yang muncul pada temperatur 40-165 °C dan C rantai panjang pada fraksi $C_{18}-C_{21}$ dan $>C_{22}$ yang muncul pada temperatur 215-265 °C. Pada bakteri *P. peli* terlihat pada fraksi $<C_{10}$, $C_{11}-C_{14}$ yang muncul pada temperatur 40-140 °C dan C rantai panjang pada fraksi $C_{18}-C_{21}$ dan $>C_{22}$ yang muncul pada temperatur 240-265 °C.

Kata kunci : MEOR, Biosurfaktan, Kinetika, *Pseudomonas acidovorans*, *Pseudomonas peli*.

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 GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
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 Teknologi <i>Microbial Enhanced Oil Recovery</i> (MEOR).....	5
2.2.1 Klasifikasi Proses MEOR.....	5
2.2.2 Keuntungan dan Kekurangan Metode MEOR.....	6
2.3 Biosurfaktan.....	6
2.3.1 Bakteri Penghasil Biosurfaktan.....	8
2.3.2 <i>Pseudomonas acidovorans</i>	9
2.3.3 <i>Pseudomonas peli</i>	9

2.3.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri...	9
2.3.5 Kurva Pertumbuhan Bakteri.....	11
2.3.6 Proses Aerob dan Anaerob.....	13
2.4 Kinetika Kelarutan Minyak Bumi dengan Metode Differensial Dan Metode Integral.....	14
2.4.1 Metode Differensial.....	14
2.4.2 Metode Integral.....	15
2.5 Analisis Kromatografi Gas Hidrokarbon Minyak Bumi.....	16
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Cara Kerja.....	18
3.3.1 Sterilisasi Alat.....	18
3.3.2 Preparasi Sampel.....	18
3.3.3 Pengukuran TPH <i>Sludge</i> Awal.....	19
3.3.4 Analisis Gc <i>Sludge</i> Awal.....	19
3.3.5 Peremajaan Bakteri.....	20
3.3.6 Pembuatan Medium Zobell.....	20
3.3.7 Pembuatan Starter Bakteri Indigen.....	20
3.3.8 Produksi <i>Crude</i> Biosurfaktan.....	20
3.3.9 Penentuan Orde Reaksi Kelarutan Minyak Bumi.....	21
3.3.10 Penentuan Konstanta Laju Reaksi Kelarutan Minyak Bumi.....	21
3.3.11 Pengukuran TPH <i>Sludge</i> Setelah Perlakuan.....	21
3.3.12 Analisis GC Setelah Perlakuan.....	22
3.3.13 Analisis Data.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil Pengukuran TPH <i>Sludge</i> Awal.....	23
4.2 Penentuan Orde Reaksi Kelarutan Minyak Bumi.....	23
4.3 Penentuan Konstanta Laju Reaksi Kelarutan Minyak Bumi.....	26

4.4 Penurunan TPH.....	29
4.5 Kromatogram Hasil Analisis GC Pada TPH Awal dan Akhir.....	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Skematis Yang Menggambarkan Suatu Molekul Surfaktan	7
Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Bakteri.....	12
Gambar 3. Grafik Hubungan $\ln [C]$ dan $\ln r$	14
Gambar 4. Kinetika Degradasi.....	16
Gambar 5. Grafik Hubungan $\ln [C]$ dan $\ln r$ bakteri <i>Pseudomonas acidovorans</i>	24
Gambar 6. Grafik Hubungan $\ln [C]$ dan $\ln r$ bakteri <i>Pseudomonas peli</i>	25
Gambar 7. Grafik hubungan waktu dan $\ln [C]^{-0,252}$ bakteri <i>Pseudomonas acidovorans</i>	27
Gambar 8. Grafik hubungan waktu dan $\ln [C]^{0,201}$ bakteri <i>Pseudomonas peli</i> ..	28
Gambar 9. Kromatogram komponen <i>sludge</i> sebelum perlakuan (a) dan setelah perlakuan pada bakteri <i>Pseudomonas acidovorans</i> (b).....	31
Gambar 10. Histogram hidrokarbon terlarut sebelum dan setelah penambahan biosurfaktan dari bakteri <i>Pseudomonas acidovorans</i>	32
Gambar 11. Kromatogram komponen <i>sludge</i> sebelum perlakuan (a) dan setelah perlakuan pada bakteri <i>Pseudomonas peli</i> (b).....	33
Gambar 12. Histogram hidrokarbon terlarut sebelum dan setelah penambahan biosurfaktan dari bakteri <i>Pseudomonas peli</i>	35

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Volume Campuran Produksi Biosurfaktan.....	20
Tabel 2. Data perhitungan metode differensial [TPH] hari ke 10 konsentrasi 1,64; 3,28; 4,91; 6,11; 7,57 % bakteri <i>Pseudomonas acidovorans</i>	24
Tabel 3. Data perhitungan metode differensial [TPH] hari ke 10 konsentrasi 1,64; 3,28; 4,91; 6,11; 7,57 % bakteri <i>Pseudomonas peli</i>	25
Tabel 4. Data perhitungan metode integral [TPH] hari ke 0 hingga [TPH] hari ke 10 pada bakteri <i>Pseudomonas acidovorans</i>	27
Tabel 5. Data perhitungan metode integral [TPH] hari ke 0 hingga [TPH] hari ke 10 pada bakteri <i>Pseudomonas peli</i>	28
Tabel 6. Fraksi rantai C berdasarkan temperaturnya.....	30
Tabel 7. Klasifikasi waktu retensi pada bakteri <i>P. acidovorans</i>	32
Tabel 8. Klasifikasi waktu retensi pada bakteri <i>P. peli</i>	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja Metode Differensial dari Bakteri <i>Pseudomonas acidovorans</i> dan <i>Pseudomonas peli</i>	42
Lampiran 2. Skema Kerja Metode Integral dari Bakteri <i>Pseudomonas acidovorans</i> dan <i>Pseudomonas peli</i>	43
Lampiran 3. Komposisi Media Pertumbuhan Bakteri.....	44
Lampiran 4. Pengukuran TPH Awal.....	45
Lampiran 5. Perhitungan TPH pada masing-masing konsentrasi.....	46
Lampiran 6. Pengukuran TPH akhir setelah perlakuan.....	48
Lampiran 7. Tabel Perhitungan Metode Differensial Bakteri <i>P. acidovorans</i> dan <i>P. peli</i>	49
Lampiran 8. Tabel Perhitungan Metode Integral Bakteri <i>P. acidovorans</i> dan <i>P. peli</i>	51
Lampiran 9. Penentuan Konstanta Kelarutan.....	53
Lampiran 10. Penentuan Waktu Kelarutan untuk Mencapai TPH 1 %.....	55
Lampiran 11. Kondisi Operasional Alat GC-MS untuk Analisis Minyak Bumi.....	56
Lampiran 12. Data Kromatogram GC komponen awal <i>sludge</i>	57
Lampiran 13. Data Kromatogram GC Setelah Perlakuan dari Bakteri <i>P. acidovorans</i>	58
Lampiran 14. Data Kromatogram GC Setelah Perlakuan dari Bakteri <i>P. peli</i> ..	59
Lampiran 15. Persentase Kelimpahan Luas Puncak Bakteri <i>P. acidovorans</i>	60
Lampiran 16. Persentase Kelimpahan Luas Puncak Bakteri <i>P. peli</i>	61
Lampiran 17. Dokumentasi Penelitian.....	62

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Minyak bumi merupakan sumber energi utama yang digunakan untuk berbagai keperluan. Kebutuhan minyak bumi di Indonesia terus meningkat. Sedangkan eksploitasi ladang minyak bumi di Indonesia belum banyak menemukan cadangan baru guna meningkatkan produksi minyak bumi. Sumatera Selatan merupakan daerah yang memiliki beberapa wilayah tambang minyak bumi. Beberapa diantaranya sumur tua dan minyak bumi dari hasil pengeboran yang tersisa masih terperangkap didalam sumur. Untuk mengatasi permasalahan ini perlu digunakan cara dan teknologi lain untuk memperoleh minyak bumi yang masih tersisa (Salleh *et al*, 2011).

Salah satu cara yang dilakukan oleh pelaku industri perminyakan untuk menarik minyak bumi dan eksploitasi minyak bumi secara keseluruhan dengan melakukan usaha *recovery*. Mekanisme *recovery* minyak bumi dalam reservoir dapat digolongkan menjadi tiga yaitu *primary recovery*, *secondary recovery*, dan *tertiary recovery*. Proses *primary recovery* merupakan produksi minyak bumi hanya menggunakan tenaga yang sudah ada dalam reservoir. *Secondary recovery* yaitu produksi minyak bumi dengan memberikan injeksi gas atau air untuk mendorong minyak keluar. Proses *primary recovery* dan *secondary recovery* hanya mampu menghasilkan minyak bumi sebanyak 40-60 % dari total minyak bumi yang tersedia. Cara lain untuk memperoleh sisa minyak tersebut dengan cara *tertiary recovery* (Gudina *et al*, 2012). *Tertiary recovery* atau proses *Enhanced Oil Recovery (EOR)*, yaitu setiap proses menggunakan fluida-fluida pendesak yang lebih efektif untuk mengambil minyak dari dalam reservoir. Teknik EOR selanjutnya dikembangkan lebih lanjut dengan memanfaatkan mikroba yang dikenal dengan metode *Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR)*.

Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR) merupakan suatu teknik EOR yang dikembangkan dengan cara memanfaatkan produk metabolit sekunder mikroba untuk membantu meningkatkan perolehan minyak bumi yang masih terperangkap di dalam reservoir (Jimoh, 2012). Berbagai cara untuk

meningkatkan perolehan minyak bumi diantara adalah dengan penambahan injeksi gas, asam, pelarut, surfaktan sintetis, biopolimer serta biomassa (Al-Sulaimani *et al*, 2011). Disisi lain penambahan surfaktan sintetis akan menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan dikarenakan bahan tersebut sulit terurai dan dari sisi eksplorasi kurang ekonomis (Silva *et al*, 2010). Salah satu produk yang dihasilkan dari metode MEOR adalah biosurfaktan. Biosurfaktan merupakan senyawa aktif permukaan yang diproduksi sebagai metabolit sekunder oleh mikroorganisme (Bala *et al*, 2002). Senyawa hidrokarbon dari minyak mentah akan dipecah oleh mikroba sehingga lebih mudah dikeluarkan dan diolah lebih lanjut. (Yudono, Munawar, dan Hardestyariki, 2013) telah berhasil mengisolasi bakteri indigen dari desa Babat Toman yang berpotensi sebagai bakteri penghasil biosurfaktan diantaranya adalah *Pseudomonas acidovorans*, *Brevundimonas diminuta*, *Pseudomonas fluorescens*, *Burkholderia glumae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus firmus*, *Pseudomonas peli*, dan *Pseudomonas citronellolis*.

Dalam perkembangan MEOR, telah banyak dilakukan penelitian untuk mendapatkan kondisi optimum pada produksi biosurfaktan. Telah banyak dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan variasi pH, suhu, konsentrasi molase, konsentrasi NaCl, dan umur kultur bakteri terhadap produksi biosurfaktan. Penelitian tersebut memperoleh nilai optimum dari masing-masing penambahan variasi terhadap kinerja biosurfaktan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui orde reaksi dan konstanta laju reaksi kelarutan *sludge* dalam biosurfaktan dengan menggunakan bakteri *P. acidovorans* dan *P. peli*. Hasil penelitian selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk pengaplikasian biosurfaktan pada sumur minyak tua. Orde reaksi degradasi sampel dapat ditentukan dengan menggunakan metode diferensial berdasarkan persentase konsentrasi TPH sampel terhadap laju kelarutan *sludge*. Konstanta reaksi degradasi dapat ditentukan dengan menggunakan metode integral. Studi kualitatif akan dilakukan dengan menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS), sehingga akan memberikan gambaran yang lebih rinci tentang fraksi-fraksi senyawa hidrokarbon yang terdegradasi oleh biosurfaktan.

1.2. Rumusan Masalah

Minyak bumi dari hasil pengeboran yang tersisa di *reservoir* masih terperangkap didalam pori-pori batuan karena tingginya tegangan permukaan. Perlu digunakan teknologi lain untuk meningkatkan perolehan minyak bumi selain menggunakan surfaktan sintetis yang kurang ekonomis dan berpotensi merusak lingkungan. Teknologi MEOR dapat digunakan untuk mengaktifkan sumur-sumur tua atau meningkatkan perolehan minyak bumi dari sumur aktif dengan memanfaatkan mikroba. Pada pengaplikasian biosurfaktan di lapangan, belum diketahui waktu optimum *sludge* untuk larut dalam biosurfaktan. Perhitungan kinetika sangat penting karena kinetika memberikan informasi waktu optimum *sludge* yang larut pada biosurfaktan. Perhitungan kinetika ditentukan dengan menentukan orde reaksi dan konstanta laju reaksi.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menentukan Orde reaksi degradasi *sludge* berdasarkan konsentrasi TPH sampel terhadap laju kelarutan *sludge* menggunakan bakteri *P. acidovorans* dan *P. peli*.
2. Menentukan konstanta reaksi degradasi *sludge* menggunakan bakteri *P. acidovorans* dan *P. peli*.
3. Menentukan waktu optimum untuk memperoleh nilai TPH <1 % pada bakteri *P. acidovorans* dan *P. peli*.
4. Menentukan komponen minyak bumi yang terlarut dalam biosurfaktan berdasarkan analisis *Gas Chromatography* (GC) dari bakteri *P. acidovorans* dan *P. peli*

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dalam bidang pengembangan teknologi produksi minyak bumi menggunakan bakteri yang mampu mendegradasi senyawa-senyawa hidrokarbon dan dapat memperoleh senyawa hidrokarbon dengan sifat kimia fisik yang berbeda berdasarkan kinetika degradasinya sehingga dapat meningkatkan *recovery* minyak bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, S.N. 2014. Biodegradasi Minyak Bumi Dengan Menggunakan Bakteri Indigen *Pseudomonas peli* Dari Sumur Tua Desa Babat Toman Musi Banyuasin (MUBA). *Skripsi*. Universitas sriwijaya. Indralaya.
- Al-Amani, H. *et al.* 2010 'Journal of Petroleum Science and Engineering Comparative study of biosurfactant producing bacteria in MEOR applications', *Journal of Petroleum Science and Engineering*. Elsevier B.V., 75(1–2), pp. 209–214. doi: 10.1016/j.petrol.2010.11.008.
- Al-Sulaimani, H. *et al.* 2011 'Microbial biotechnology for enhancing oil recovery : Current developments and future prospects', 2(1), pp. 147–158.
- Bala, G.A., Bruhn, D.F., Fox, S.L., Noah, K.S, and Thompson, D.N. 2002. Microbial Production of Surfactant from Agricultural Residuals for IOR Application, *Society of Petroleum Engineers Inc.*
- Banat, I. M. 2008 'Production and characterization of a glycolipid biosurfactant from *Bacillus megaterium* using economically cheaper sources', pp. 917–925. doi: 10.1007/s11274-007-9609-y.
- Basim, E., Abbasi., and Walid, D.S. 2008. Kinetics of Indigenous Isolated Bacteria Used for Ex Situ Bioremediation of Petroleum Contaminated Soil. *Water Air Soloid Pollut.* 192: 221-226
- Bordoloi, N. K. and Konwar, B. K. 2009 'Bacterial biosurfactant in enhancing solubility and metabolism of petroleum hydrocarbons', 170, pp. 495–505. doi: 10.1016/j.jhazmat.2009.04.136.
- Brown, L. R. 2010 'Microbial enhanced oil recovery (MEOR)', *Current Opinion in Microbiology*. Elsevier Ltd, 13(3), pp. 316–320. doi: 10.1016/j.mib.2010.01.011.
- Ciccyliona, D. Y. *et al.* 2012 'PENGARUH pH TERHADAP PRODUKSI BIOSURFAKTAN OLEH BAKTERI *Pseudomonas aeruginosa* LOKAL', 1(1), pp. 1–6.
- Gudiña, E. J. *et al.* 2012 'International Biodeterioration & Biodegradation Isolation and study of microorganisms from oil samples for application in Microbial Enhanced Oil Recovery', *International Biodeterioration & Biodegradation*. Elsevier Ltd, 68, pp. 56–64. doi: 10.1016/j.ibiod.2012.01.001.
- Harner, N. K. *et al.* 2011 'Microbial processes in the Athabasca Oil Sands and their potential applications in microbial enhanced oil recovery', pp. 1761–1775. doi: 10.1007/s10295-011-1024-6.

- Ismiyati. 2013. Permodelan Kinetika Reaksi Proses Sulfonasi Lignin Menjadi Natrium Lignosulfonat. *Simposium Nasional Teknologi Terapan (SNTT)*. Hal 6-13.
- Jawad, R. H. (2010). Production Of Biosurfactant From Locally Isolate Bacteria Faculty Of Chemical and Natural Resources Engineering. (August)
- Jimoh, I. A. (2012) ‘Aalborg Universitet Microbial enhanced oil recovery MICROBIAL ENHANCED OIL RECOVERY Ph . D . Thesis Submitted by Jimoh Ismaila Adetunji To the Faculty of Engineering and Science , Aalborg University Section of Chemical Engineering Aalborg University Esbje’.
- Kaffah, S. 2016. Uji *Recovery* Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan Bakteri Indigen Pada Variasi Konsentrasi Sumber Karbon Molase. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya: Inderalaya.
- Kharisudin, I. 2017. Koefisien Determinasi Regresi Fuzzy Simetris Untuk Pemilihan Model Terbaik. *Prosiding*. Hal 902-903
- Knob, A and Carmona, E.C. 2008. Xylanase production by *Penicillium sclerotiorum* and its characterization. *World Applied Sciences Journal*. Vol 4(2): 277-283
- Lazar, I., I.G, P. and T.F, Y. (2007) ‘Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR)’, (1947), pp. 1353–1366. doi: 10.1080/10916460701287714.
- Marley, V.S. 2016. Uji *Recovery* Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan dari Bakteri Indigen pada Variasi Konsentrasi Molase. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya: Inderalaya.
- Michael, J., Pelczar, J. and E.C.S, C. (2006) *Dasar Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Pres.
- Nielsen, S. M. (2010) *Microbial Enhanced Oil Recovery – Advanced Reservoir Simulation*.
- Novriliza (2008) ‘Novriliza : Penentuan Komposisi Hidrokarbon Pada LNG Yang Terdapat Dalam Berth II Dan Berth III Dengan Menggunakan Kromatografi Gas, 2008 USU Repository © 2008’.
- Nugroho, A. (2006) ‘Produksi Biosurfaktan oleh Bakteri Pengguna Hidrokarbon dengan Penambahan Variasi Sumber Karbon’, 7, pp. 312–316. doi: 10.13057/biodiv/d070403.
- Nugroho, A. (2009) ‘PRODUKSI GAS HASIL BIODEGRADASI MINYAK BUMI: KAJIAN AWAL APLIKASINYA DALAM MICROBIAL ENHANCED OIL RECOVERY (MEOR)’, 13(2), pp. 111–116.

- Padmapriya, B., Suganthi, S. and Anishya, R. S. (2013) 'Screening , Optimization and Production of Biosurfactants by Candida Species Isolated from Oil Polluted Soils', 13 (2), pp.227–233.
- Saikrishna, M., Knapp, R.M, and Mcinmey, M.J. 2007. Microbial Enhanced-OilRecovery Technologies: A Review of the Past, Present, and Future, *The 2007 SPE Production and Operations Symposium*, Oklahoma City, USA, SPE 106978.
- Salleh, S. M. *et al.* (2011) 'Comparative study : Different recovery techniques of rhamnolipid produced by Pseudomonas aeruginosa USMAR-2', 18, pp. 132–135.
- Schlegel, H.G. 1994. *Dasar Mikrobiologi*. Terjemahan. Universitas Indonesia Press: Jakarta
- Siahaan, P. 2000. Analisis Data Kinetika Dengan Mathcad : Reaksi Dekomposisi Etilen Oksida Asumsi Orde 1, Orde 2, dan Orde 3. *Artikel*. Universitas Diponegoro: Semarang
- Siahaan, P. 1998. Peningkatan Kinerja Material Baru dari Polimer : Mempelajari Aspek Degradasi. *Jurnal Sains dan Matematika*. Vol 6 (5): 1-7
- Silva, S. N. R. L. *et al.* (2010) 'Colloids and Surfaces B : Biointerfaces Glycerol as substrate for the production of biosurfactant by Pseudomonas aeruginosa UCP0992', *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. Elsevier B.V., 79(1), pp. 174–183. doi: 10.1016/j.colsurfb.2010.03.050.
- Sinambela, S.D., Ariswoyo, S., dan Sitepu, H.R. 2014. Menentukan Koefisien Determinasi antara Estimasi M dengan Type Welsch dengan Least Trimmed Square dalam Data yang Mempunyai Pencilan. *Saintia Matematika*. Vol 2 (3): 225–235
- 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 Effect of temperature and pH on the growth rate of Five Bacterial I', 3(2), pp. 58–62.
- Varjani, S. J. (2016) 'Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbons', *Bioresource Technology*, (October). doi: 10.1016/j.biortech.2016.10.037.
- Vasconcellos, S. P. *et al.* (2011) 'The potential for hydrocarbon biodegradation and production of extracellular polymeric substances by aerobic bacteria isolated from a Brazilian petroleum reservoir', pp. 1513–1518. doi: 10.1007/s11274-010-0581-6.

- Wang, X. *et al.* (2012) 'Effect of Nutrient Addition on an Oil Reservoir Microbial Population: Implications for Enhanced Oil Recovery', 3(3). doi: 10.4172/2157-7463.1000118.
- Widjajanti, H. (2013) 'Screening of biosurfactant producing hydrocarbonoclastic bacteria as a bioremediation agent of petroleum contaminated environment', pp. 339–346.
- Yang, G. C. *et al.* (2016) 'Activation of CO₂-reducing methanogens in oil reservoir after addition of nutrient', *Journal of Bioscience and Bioengineering*. Elsevier Ltd, 122(6), pp. 740–747. doi: 10.1016/j.jbiosc.2016.06.011.
- Yudono, B. 1994. An Investigation into The Premature Cracking Asphaltic Pavements in Hot Arid Climate. *Thesis School of Chemistry*. University of Bristol
- Yudono, B. *et al.* (2017) 'Oil recovery test using bio surfactants of indigenous bacteria in variation concentration of carbon source Oil recovery test using bio surfactants of indigenous bacteria in variation concentration of carbon source'.
- Yudono, B. and Estuningsih, S. P. (2013) 'Kinetika Degradasi Limbah Minyak Bumi Menggunakan Sinergi Bakteri Konsorsium (*Micrococcus* sp , *Pseudomonas* '.
- Yudono, B., Munawar and Hardestyariki, D. (2013) 'Eksplorasi Bakteri Hidrokarbonoklastik dari Rhizosfer di Lahan Tambang Minyak Rakyat, Kecamatan Babat Toman, Sumatera Selatan', 16, pp. 78–85.
- Zeng, H. *et al.* (2012) 'Gas Chromatograph Applications in Petroleum Hydrocarbon Fluids'.
- Zajic, J.E., Cooper. D.G., Jack, T.R., and Kosaric, N. 2003. Microbial Enhanced Oil Recovery. *Penwell Publ. Co.*, Tulsa, Oklahoma, Hal 175-193