

# **SKRIPSI**

## **KINETIKA KELARUTAN *SLUDGE* MINYAK BUMI MENGUNAKAN BIOSURFAKTAN ISOLAT BAKTERI *Bacillus firmus* dan *Bulkholderia glumae***

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



**Oleh :**

**ISTIQOMAH INSANI**

**08031381320010**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2018**

# HALAMAN PENGESAHAN

## KINETIKA KELARUTAN *SLUDGE* MINYAK BUMI MENGUNAKAN BIOSURFAKTAN ISOLAT BAKTERI *Bacillus* *firmus* dan *Bulkholderia glumae*

### SKRIPSI

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

Oleh:

ISTIQOMAH INSANI


08031381320010

Inderalaya, 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. Iskhak Iskandar, M.Sc  
NIP. 197210041997021001



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "Kinetika Kelarutan Sludge Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan Isolat Bakteri *Bacillus Firmus* Dan *Bulkholderia Glumae*" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 15 Januari 2018.

Indralaya, 15 Januari 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

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



Anggota:

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



3. Fahma Riyanti, M.Si  
NIP. 1972040820000032001



4. Widia Purwaningrum, M.Si  
NIP. 197304031999032001



5. Prof. Dr. Elfita, M.Si  
NIP. 196903261994122001



Mengetahui,

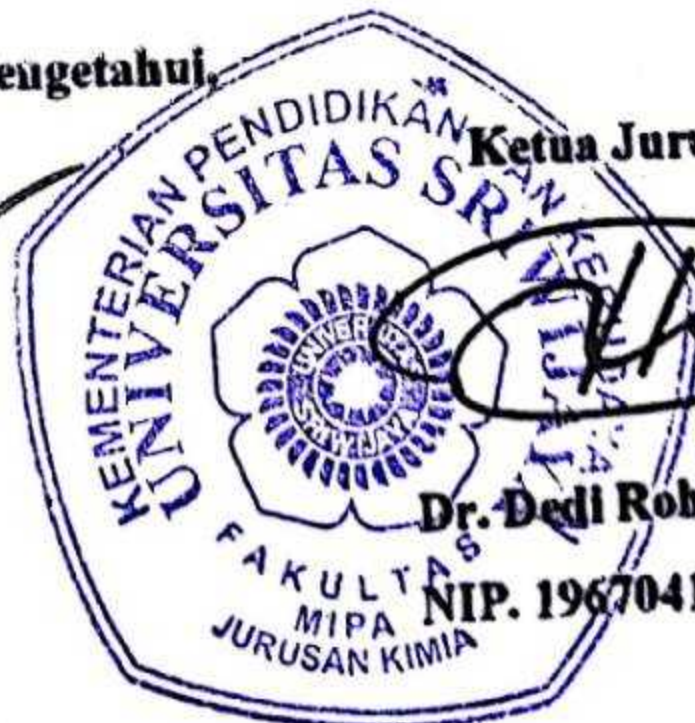
Dekan FMIPA

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



Ketua Jurusan

Dr. Dedi Rohendi, M.T  
NIP. 196704191993031001





## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama mahasiswa : Istiqomah Insani  
NIM : 08031381320010  
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.

Palembang, Januari 2018

Penulis,



Istiqomah Insani

NIM. 08031381320010

## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Istiqomah Insani  
NIM : 08031381320010  
Fakultas/Jurusan : MIPA/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “Kinetika Kelarutan *Sludge* Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan Isolat Bakteri *Bacillus Firmus* Dan *Bulkholderia Glumae*”. 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 penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, Januari 2018

Yang menyatakan,



Istiqommah Insani

NIM. 08031381320010

*"Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah."*

*(Thomas Alva Edison)*

*"Where there is a life, there is a hope.. Do not be a follower...be a Leader!!"*

Dengan Mengharap Ridho Allah SWT, Skripsi ini kupersembahkan kepada :

- ❖ Allah SWT
- ❖ Nabi besar Muhammad SAW
- ❖ Kedua Orang Tua ( Agung Setiawan, S.H dan Lismawati )
- ❖ Kakak ( Tito Aditya Prayogo, S.E )
- ❖ Pembimbing Akademik ( Drs. Almunady T Panagan, 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 *Sludge* Minyak Bumi Menggunakan Biosurfaktan Isolat Bakteri *Bacillus Firmus* Dan *Burkholderia Glumae*”.

Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan terima kasih 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 dan ibu diberkahi Allah SWT.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada :

1. Harta yang luar biasa berharga dan simbol semangatku yaitu Kedua orang tua dan kakak saya (Tito Aditya Prayogo, S.E) 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 Drs. Almunady T Panagan, M.Si selaku Pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan serta motivasi selama masa perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir.
5. Ibu Fahma Riyanti, M.Si, ibu Widia Purwaningrum, M.Si, dan ibu Prof. Dr. Elfita, 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. My Jab's yang selalu memberikan support dalam suka dan duka dan menjadi keluarga kedua di kampus ( Ayu Indra Ningsi, S.Si – Uci Dwi Lestari, S.Si - Aulia karima, S.Si - Triwahyuni Bintang A, S.Si - Linda Hani, S.Si - Mitra Fernandia S, S.Si - Ririn Afriani - dan Wina Nurulia K, S.Si).
9. TIM SAHABAT MEOR (Ayu Indra, Ulik, Tika, Uci, Ajil, Coco, dan Novri).
10. Kakak MEOR generasi pertama (kak Masyitoh, kak Chintya dan kak sarah nita), kakak MEOR kedua (Kak Velda, Kak Imik, Kak Venny, Kak Wahyu, Kak Lilis, dll) yang sudah memberikan ilmu tentang MEOR , Semangat juga untuk sahabat MEOR generasi ke-4 (Sari dan Robi).
11. TIM “SUDAH SARJANA” (M. Tri Handoko, S.Si, Novrian Trihariadi, S.Si, Azizil Hamid, S.Si) yang selalu ada kapanpun dimanapun melewati semua rintangan penelitian, thank you so much guys.
12. Teman-teman seperjuangan, KIMIA 2013 ; Danang, Dedek Vari, Niko, Fachrijal, Syaifullah, Vanda, Renda, Wilia, Sispa, Rando, Peggy, Dea, Yosa, Ryanto, Zana, Septi, Ocpri, Anggi, Yupi, Ulan Wuri, Wulan, Ama, Eci, Endang, Rismia dan teman teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu
13. Kakak tingkat 2009, 2010, dan 2011 atas semua motivasi serta pengalaman dan cerita yang sangat berharga. adik-adik KIMIA 2014, 2015, 2016 dan 2017 semangat kuliahnya.
14. Kak Roni, Kak Iin dan Mbak Novi yang menjadi bagian cerita pengalaman dalam kehidupan di kampus dan yang selalu siap siaga dalam membantu segala urusan administrasi perkuliahan.
15. Keluarga HIMAKI periode 2014 hingga 2016, terimakasih atas semua pengalaman berharganya.
16. Semu pihak yang ikut serta memberikan dukungan dalam menyelesaikan perkuliahan dan penelitian 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

Indralaya, Januari 2018

Penulis



## SUMMARY

### KINETICS OF SLUDGE OIL FIELD USING BACTERIA ISOLATE BIOSURFACTANT *Bacillus Firmus* AND *Burkholderia Glumae*.

Scientific papers in the form of an essay, Desember 2017

xvii + 66 pages, 18 tables, 11 figures, 19 attachments

Istiqomah Insani, supervised by Dr. Bambang Yudono, M.Sc and Dr. Muhammad Said, M. T.

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

A research on sludge solubility kinetics has been done by using biosurfactant of isolates indigenous bacteria *Bacillus firmus* and *Burkholderia glumae*, sample was taken from abandon well at Babat Toman Village Musi Banyuasin, South Sumatra for Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR). TPH measured method while the degradation reaction order was determined by differential method and the determination of degradation constant was done by integral method using sample concentration was 4.91% (w/v). The measurement was observed twice of for 10 days. The initial *sludge* concentration were arranged 1.64%; 3.28%; 4.91; 6.11%; and 7.57% (w/w). After 10 days aeration period in *B.Firmus* bacteria the concentration of the sample decreased the concentration to 1.45%; 2.76%; 4.13%; 5.04%; and 6.51% (w/w). The reaction order was determined by using the differential method, it was 0.139 then the order of the reaction is inserted into the integral equation so that obtained the equation of straight line is  $Y = 0,0099x + 0,807$ . In *B.Glumae* bacteria decreased concentration of 1.09%; 2.68%; 3.8%; 4.88%; and 6.13% (w/v) and got from result of decreasing order of reaction equal to 0,354 so put into integral equation and obtained equation of straight line that is  $Y = 0,0030x + 0,5623$ . Biosurfactants are able to dissolve the hydrocarbon compounds of the  $<C_{10} - C_{14}$  atomic chain and the  $C_{22}$  atomic chain of *B.Firmus* degradation, while the biosurfactant is able to dissolve the  $<C_{10} - C_{14}$  atomic chain hydrocarbon compound from the degradation of the *B.Glumae* bacteria.

Keywords : Biodegradation, *Burkholderia glumae*, *Bacillus Firmus*, MEOR.

## RINGKASAN

### KINETIKA KELARUTAN *SLUDGE* MINYAK BUMI MENGGUNAKAN BIOSURFAKTAN ISOLAT BAKTERI *Bacillus Firmus* DAN *Burkholderia Glumae*.

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, November 2017

xvii + 66 halaman, 18 tabel, 11 gambar, 19 lampiran

Istiqomah Insani, 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 tentang kinetika kelarutan sludge dengan menggunakan biosurfaktan dari isolat bakteri indigen *Bacillus Firmus* dan *Bhurkholderia glumae*, yang telah berhasil diisolasi dari Desa Babat Toman Kabupaten Musi Banyuasin, Sumatera Selatan untuk aplikasi *Mictobial Enhanced Oil Recovery* (MEOR). Pengukuran TPH dilakukan dengan metode sokletasi sedangkan orde reaksi degradasinya dihitung dengan metode differensial dan penentuan konstanta kelarutannya dihitung dengan metode integral menggunakan sampel pada konsentrasi 4,91% (b/v). Pengukuran dilakukan setiap 2 hari sekali selama 10 hari. Konsentrasi awal *sludge* yaitu 1,64%; 3,28%; 4,91; 6,11%; dan 7,57% (b/b). Setelah masa aerasi selama 10 hari pada bakteri *B.firmus* konsentrasi sampel mengalami penurunan konsentrasi menjadi 1,45%; 2,76%; 4,13%; 5,04%; dan 6,51% (b/b). Orde reaksi yang dihitung menggunakan metode differensial didapatkan orde reaksi sebesar 0,139 selanjutnya orde reaksi dimasukkan ke dalam persamaan integral sehingga didapatkan persamaan garis lurus yaitu  $Y=0,0099x + 0,807$ . Pada bakteri *B.Glumae* mengalami penurunan konsentrasi sebesar 1,09%; 2,68%; 3,8%; 4,88%; dan 6,13% (b/v) dan didapatkan orde reaksi sebesar 0,354 sehingga dimasukkan ke dalam persamaan integral dan didapatkan persamaan garis lurus yaitu  $Y=0,0030x + 0,5623$ . Biosurfaktan mampu melarutkan senyawa hidrokarbon rantai atom  $<C_{10}-C_{14}$  dan rantai atom  $C_{22}$  hasil degradasi bakteri *B.Firmus*, sedangkan biosurfaktan mampu melarutkan senyawa hidrokarbon rantai atom  $<C_{10}-C_{14}$  hasil degradasi bakteri *B.Glumae*.

Kata Kunci: Biodegradasi, *Bhurkholderia glumae*, *Bacillus Firmus*, MEOR.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>iv</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Minyak Bumi.....	4
2.2 <i>Enhanced Oil Recovery</i> (EOR) .....	5
2.3 <i>Microbial Enhanced Oil Recover</i> (MEOR).....	5
2.3.1 Efisiensi <i>Microbial Enhanced Oil Recovery</i> (MEOR).....	6
2.3.2 Prinsip <i>Microbial Enhanced Oil Recovery</i> (MEOR). ....	6
2.3.3 Aplikasi <i>Microbial Enhanced Oil Recovery</i> (MEOR). ....	7
2.4 Biosurfaktan .....	7
2.4.1 Bakteri Indigen Penghasil Biosurfaktan.....	8
2.4.2 Produksi Mikroba .....	9
2.5 Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Biosurfaktan .....	10
2.5.1 Substrat Pertumbuhan .....	10
2.5.2 Sumber Nutrisi (Mikro Elemen) .....	10
2.5.3 Kondisi Pertumbuhan Serta Faktor Lingkungan.....	10
2.5.4 Molase .....	11



2.6 Biodegradasi Hidrokarbon .....	11
2.7 Bakteri Hidrokarbonoklastik.....	12
2.7.1 <i>Bacillus Firmus</i> . ....	12
2.7.2 <i>Bulkhoderia Glumae</i> .....	13
2.8 Fase Pertumbuhan Mikroba .....	13
2.8.1 Fase <i>Lag</i> (Adaptasi). ....	13
2.8.1 Fase <i>Log</i> . ....	13
2.8.3 Fase Stasioner.....	14
2.8.4 Fase Kematian. ....	14
2.9 Perhitungan Kinetika.....	15
2.9.1 Metode Defferensial.....	15
2.9.1 Metode Integral .....	16
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>17</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.2.1 Alat .....	17
3.2.2 Bahan.....	17
3.3 Prosedur Kerja.....	18
3.3.1 Preparasi Sampel .....	18
3.3.2 Sterilisasi Alat .....	18
3.3.3 Sumber Karbon dan Persen molase.....	18
3.3.4 Pengukuran Awal TPH.....	18
3.3.5 Peremajaan Bakteri .....	19
3.3.6 Pembuatan Medium Zobel .....	19
3.3.7 Pembuatan <i>Starter</i> Bakteri Indigen .....	19
3.3.8 Produksi <i>Crude</i> Biosurfaktan .....	19
3.3.9 Uji <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Metode Defferensial..	20
3.3.10 Uji <i>Recovery</i> Minyak Bumi dengan Metode Integral .....	20
3.3.11 Pengukuran TPH .....	21
A. Pengukuran TPH <i>Sludge</i> Sebelum Perlakuan Metode	
Defferensial dan Metode Integral.....	21

B. Pengukuran TPH <i>Sludge</i> Sesudah Perlakuan Metode Differensial dan Metode Integral .....	21
3.3.12 Analisis Data GC Minyak Bumi dan Sampel Pada Masing- Masing Bakteri dengan Variasi Konsentrasi TPH .....	22
A. Analisis GC Pada TPH Awal .....	22
B. Analisis GC <i>Sludge</i> Sebelum Perlakuan Metode Differensial dan Metode Integral.....	22
B. Analisis GC <i>Sludge</i> Sesudah Perlakuan Metode Differensial dan Metode Integral.....	22
3.3.13 Analisis Data .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Pengukuran TPH Awal pada <i>Sludge</i> Sebelum Perlakuan dengan metode integral dan differensial .....	24
4.2 Penentuan Orde Reaksi Degradasi dengan metode Differensial....	24
4.3 Penentuan konstanta Degradasi dengan Metode Integral .....	27
4.4 Penentuan Penurunan TPH Tanah Dengan masing-masing Bakteri	30
4.5 Kromatogram Hasil Analisis Menggunakan GC Pada Sampel <i>Sludge</i> Sebelum Dan Setelah Menggunakan Crude Biosurfaktan....	32
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>39</b>
5.1 Kesimpulan .....	39
5.2 Saran.....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 1.</b> Produk dan aplikasi bakteri dalam <i>Oil Recovery</i> .....	9
<b>Tabel 2.</b> Volume campuran produksi biosurfaktan .....	20
<b>Tabel 3.</b> Data perhitungan metode differensial (TPH) hari ke-0 (TPH) dan hari ke 10 bakteri <i>Bacillus firmus</i> .....	24
<b>Tabel 4.</b> Data perhitungan metode differensial (TPH) hari ke-0 (TPH) dan hari ke 10 bakteri <i>Bulkhoderia Glumae</i> .....	25
<b>Tabel 5.</b> Data perhitungan metode integral [TPH] dari hari ke-0 hingga hari ke-10 bakteri <i>Bacillus firmus</i> .....	27
<b>Tabel 6.</b> Data perhitungan metode integral [TPH] dari hari ke-0 hingga hari ke-10 bakteri <i>Bulkhoderia Glumae</i> .....	27
<b>Tabel 7.</b> Penurunan nilai TPH masing-masing bakteri pada konsentrasi awal 4,91% dari hari ke-2 hingga hari ke-10 dengan penambahan bakteri <i>Bacillus Firmus</i> .....	30
<b>Tabel 8.</b> Penurunan nilai TPH masing-masing bakteri pada konsentrasi awal 4,91% dari hari ke-2 hingga hari ke-10 dengan penambahan bakteri <i>Bulkhoderia Glumae</i> .....	30
<b>Tabel 9.</b> Penurunan TPH awal pada hari ke-10 pada masing-masing konsentrasi sludge dengan penambahan bakteri <i>Bacillus firmus</i> .....	31
<b>Tabel 10.</b> Penurunan TPH awal pada hari ke-10 pada masing-masing konsentrasi sludge dengan penambahan bakteri <i>Bulkhoderia Glumae</i> .....	31
<b>Tabel 11.</b> Fraksi rantai hidrokarbon berdasarkan temperaturnya .....	32
<b>Tabel 12.</b> Komposisi Crude Biosurfaktan Metode Differensial. ....	44
<b>Tabel 13.</b> Komposisi Crude Biosurfaktan Metode Integral.....	45
<b>Tabel 14.</b> Komposisi Medium Zobell.....	47
<b>Tabel 15.</b> Hasil [TPH] awal pada masing-masing konsentrasi. ....	48
<b>Tabel 16.</b> Data GC sludge awal.....	58
<b>Tabel 17.</b> Data GC Setelah Perlakuan Penambahan bakteri <i>Bacillus firmus</i> ...	61
<b>Tabel 18.</b> Data GC Setelah Perlakuan Penambahan bakteri <i>Bulkhoderia Glumae</i> .. .....	64



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>GAMBAR 1.</b> Kurva Fase pertumbuhan Mikroba .....	14
<b>GAMBAR 2.</b> Kurva Kinetika Kelarutan Minyak Bumi Dalam Biosurfaktan Bakteri <i>Bacillus Firmus</i> Dengan Metode Differensial ....	26
<b>GAMBAR 3.</b> Kurva Kinetika Kelarutan Minyak Bumi Dalam Biosurfaktan Bakteri <i>Bulkhoderia Glumae</i> Dengan Metode Differensial.....	26
<b>GAMBAR 4.</b> Kurva Kinetika Kelarutan Minyak Bumi Dalam Biosurfaktan Bakteri <i>Bacillus Firmus</i> Dengan Metode Integral .....	28
<b>GAMBAR 5.</b> Kurva Kinetika Kelarutan Minyak Bumi Dalam Biosurfaktan Bakteri <i>Bulkhoderia Glumae</i> Dengan Metode Integral ...	29
<b>GAMBAR 6.</b> Kromatogram GC awal <i>sludge</i> pada $T_0$ .....	33
<b>GAMBAR 7.</b> Kromatogram GC pada $T_{10}$ bakteri <i>Bacillus firmus</i> .....	33
<b>GAMBAR 8.</b> Histogram perubahan kelimpahan minyak terlarut pada biosurfaktan dari bakteri <i>Bulkhoderia glumae</i> .....	34
<b>GAMBAR 9.</b> Kromatogram GC awal <i>sludge</i> pada $T_0$ .....	35
<b>GAMBAR 10.</b> Kromatogram GC pada $T_{10}$ bakteri <i>bulkhoderia glumae</i> .....	36
<b>GAMBAR 11.</b> Histogram perubahan kelimpahan minyak terlarut pada biosurfaktan dari bakteri <i>Bulkhoderia Glumae</i> .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
<b>Lampiran 1.</b> Skema Kerja Uji <i>Recovery</i> Minyak Bumi Menggunakan Bio-Surfaktan Isolat Bakteri <i>Bacillus Firmus</i> Dan <i>Bulkhodeira Glumae</i> Metode Differensial. ....	44
<b>Lampiran 2.</b> Skema Kerja Uji <i>Recovery</i> Minyak Bumi Menggunakan Bio-Surfaktan Isolat Bakteri <i>Bacillus Firmus</i> Dan <i>Bulkhodeira Glumae</i> Metode Integral. ....	45
<b>Lampiran 3.</b> Pengukuran TPH Awal.....	46
<b>Lampiran 4.</b> Komposisi Media Pertumbuhan Bakteri.....	47
<b>Lampiran 5.</b> Perhitungan TPH Pada Masing-Masing Kosentrasi Metode Differensial.....	48
<b>Lampiran 6.</b> Tabel Perhitungan Metode Differensial Bakteri <i>Baccilus Firmus</i> .....	51
<b>Lampiran 7.</b> Tabel Perhitungan Metode Integral Bakteri <i>Baccilus Firmus</i> ..	52
<b>Lampiran 8.</b> Tabel Perhitungan Metode Differensial Bakteri <i>Bulkhoderia Glumae</i> .....	53
<b>Lampiran 9.</b> Tabel Perhitungan Metode Integral Bakteri <i>Bulkhoderia Glumae</i> .....	54
<b>Lampiran 10.</b> Penentuan Konstanta Degradasi Tph Bakteri <i>Bacillus Firmus</i>	55
<b>Lampiran 11.</b> Penentuan Konstanta Degradasi Tph Bakteri <i>Bulkhoderia Glumae</i> .....	56
<b>Lampiran 12.</b> Penentuan Waktu Degradasi Untuk Mencapai Tph Sebesar 1% Bakteri <i>Bacillus Firmus</i> ....	57
<b>Lampiran 13.</b> Penentuan Waktu Degradasi Untuk Mencapai Tph Sebesar 1% Bakteri <i>Bulkhoderia Glumae</i> .....	58
<b>Lampiran 14.</b> Kondisi Operasional Alat GC-MS Untuk Analisis Minyak Bumi.....	59
<b>Lampiran 15.</b> Data Gc <i>Sludge</i> Awal .....	60
<b>Lampiran 16.</b> Data Gc Setelah Perlakuan Penambahan Bakteri <i>Bacillus Firmus</i> .....	63

<b>Lampiran 17.</b>	Data Gc Stelah Perlakuan Penambahan Bakteri <i>Bulkhoderia</i> <i>Glumae</i> .....	66
<b>Lampiran 18.</b>	Presentase Kelimpahan Luas Puncak Bakteri <i>Bacillus Firmus</i>	68
<b>Lampiran 19.</b>	Presentase Kelimpahan Luas Puncak Bakteri <i>Bulkhoderia</i> <i>Glumae</i> .....	69



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kebutuhan dunia termasuk Indonesia akan minyak bumi dari tahun ke tahun terus meningkat. Sementara itu peran minyak bumi sampai saat ini belum tergantikan padahal pencarian deposit minyak bumi makin sulit dan eksploitasinya semakin mahal (Juli & Virmuda, 2001). Minyak bumi adalah campuran kompleks senyawa hidrokarbon dan non-hidrokarbon pada konsentrasi yang tepat, memiliki toksisitas tinggi terhadap kehidupan. Toksisitas produk minyak bumi sangat bervariasi, tergantung pada komposisi, konsentrasi, faktor lingkungan dan keadaan biologis organisme pada saat kontaminasi. Umumnya, kondisi tanah lahan pertanian dan mikroorganisme (Chukwura, Ojiegbo, & Nwankwegu, 2016).

Tanah yang tercemar minyak bumi banyak ditemukan di sekitar sumur minyak dan lokasi pengumpulan minyak. Pencemaran tersebut terjadi akibat tumpahan minyak sewaktu penambangan dan pemindahan minyak bumi. Secara alami, mikroba tanah mampu mendegradasi senyawa-senyawa hidrokarbon yang mencemari tanah. Hanya jenis mikroba tertentu yang dapat mendegradasi senyawa hidrokarbon tertentu saja, sehingga dalam kondisi alami berbagai jenis mikroba bekerjasama (konsorsium) untuk mendegradasi cemaran minyak bumi di tanah. Berbagai teknologi perolehan minyak bumi telah banyak dikembangkan terutama pada taraf laboratorium, lengkap dengan simulasi lapangannya (Prayitno, 2017)

*Enhanced Oil Recovery* (EOR) adalah suatu metode *Oil Recovery* yang digunakan pada tahapan *tertiary recovery* untuk meningkatkan produksi minyak setelah tahapan *primary* dan *secondary recovery*. Salah satu teknik EOR yang dikembangkan sakarang ini adalah dengan memanfaatkan mikroba yang dikenal dengan *Microbial Enhanced Oil Recovery* (MEOR) (Laini, Napoleon, Dan, & Kerja, 2014).

Aplikasi MEOR dapat dilakukan dengan cara mikroba diinjeksikan ke dalam reservoir agar dapat menghasilkan senyawa - senyawa yang mempunyai fungsi sama dengan senyawa kimia yang dapat digunakan pada teknik *chemical flooding* secara *in situ* yaitu salah satunya surfaktan. Biosurfaktan merupakan salah satu bioproduk yang dihasilkan mikroba yang sangat penting peranannya dalam

*recovery* minyak karena keberadaan bioproduk ini dapat mereduksi tegangan antar muka antara dua fase cairan, yaitu minyak dan air, sehingga mobilisasi minyak dapat berlangsung dengan mudah (Andaly *et al.*, 2011). Karakteristik yang harus dimiliki oleh bakteri MEOR yaitu mampu mengolah senyawa hidrokarbon (hidrokarbonoklastik), menghasilkan biosurfaktan, menghasilkan gas, berukuran kecil, barofilik (kuat terhadap tekanan tinggi), termofilik (tahan terhadap suhu tinggi), halofilik (mikroorganisme yang dapat hidup di lingkungan berkadar garam tinggi, bersifat anaerob, tidak patogen dan indigen (berasal dari lingkungan lokasi penambangan tersebut, bukan mikroba asing). (Munawaroh, 2014)

Pada penelitian sebelumnya (Suganda dkk, 2016) telah dilakukan produksi biosurfaktan dengan pengaruh temperatur, konsentrasi molase, suhu dan pengaruh pH. Penelitian Marley dan Kaffah (2016) menyatakan molase sebagai sumber hidrokarbon, dimana penelitian menunjukkan bahwa persentase sumber karbon molase terbaik untuk bakteri *Bacillus firmus* 15% dan konsentrasi molase terbaik untuk bakteri *Bulkhoderia glumae* 20%. Dari penelitian (Agustin, 2015) dilakukan uji *recovery* dengan waktu yang cukup lama, maka penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kinetika kelarutan *sludge* dengan waktu yang lebih optimal dalam waktu 10 hari dalam mendegradasi minyak bumi dengan penambahan bakteri. Yudono (2013) berhasil mengisolasi delapan mikroba indigen dari desa Babat Toman Musi Banyuasin yang berpotensi sebagai biosurfaktan, delapan bakteri yang diisolasi antara lain: (1)*Pseudomonas acidovorans*, (2)*Brevundimonas diminuta*, (3)*Pseudomonas fluorescens*, (4)*Burkholderia glumae*, (5)*Pseudomonas aeruginosa*, (6)*Bacillus firmus*, (7)*Pseudomonas peli*, (8)*Pseudomonas citronellolis*, pada penelitian menggunakan 2 bakteri yaitu bakteri *Bacillus firmus* dan bakteri *Bulkhoderia glumae* untuk *me-recovery* minyak bumi, dimana proses degradasi minyak bumi dinyatakan sebagai penurunan konsentrasi *Total Petroleum Hidrokarbon* (TPH) persatuan waktu. Semua data dievaluasi menggunakan kinetika kimia dengan pendekatan metode differensial dan integral. Studi kualitatif dilakukan dengan menggunakan *Gas Chromatpgraphy* (GC) yang memberikan gambaran yang lebih rinci tentang fraksi-fraksi senyawa hidrokiarbon yang ter-degradasi (Refdinial, Endah, & Meita, 2014)

## 1.2. Rumusan Masalah

Ketersediaan minyak bumi di Indonesia selalu mengalami penurunan, namun kebutuhan akan minyak bumi semakin meningkat per-tahunnya. Perlunya teknologi baru untuk *me-recovery* minyak bumi yaitu dengan teknologi *Microbial Enhanced Oil Recovery* (MEOR). MEOR memerlukan mikroba sebagai biosurfaktan untuk menurunkan tegangan antar muka. Bakteri yang dapat dimanfaatkan sebagai biosurfaktan ialah bakteri *B. firmus* dan *B. Glumae*. Perlunya *study* lebih mendalam tentang kemampuan Bakteri *B. firmus* dan *B. Glumae* dalam *me-recovery* minyak bumi berdasarkan lamanya waktu aerasi yang ditentukan untuk melarutkan *sludge* dalam biosurfaktan.

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Menghitung orde reaksi berdasarkan konsentrasi TPH *sludge* terhadap kelarutan minyak bumi.
2. Menentukan konstanta kelarutan *sludge* dengan menggunakan metode differensial dan integral.
3. Melihat komposisi hidorkarbon minyak bumi pada biosurfaktan oleh bakteri *B. firmus* dan *B. Glumae* untuk mendapatkan *oil recovery* minyak bumi dengan analisis *Gas Chromatography (GC)*.

## 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan agar dapat mengetahui kemampuan bakteri dalam meningkatkan *recovery* minyak bumi dalam sumur minyak menggunakan biosurfaktan oleh bakteri *B. firmus* dan *B. Glumae* dan mendapatkan data ketika kelarutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, S. N. S., 2015. Biodegradasi minyak bumi dengan menggunakan bakteri indigen *Peusedemonas pelidai* sumur tua desa Batat toman musi banyuasin. *Skripsi*. Fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam. Indralaya.
- Al-Mjeni, R., Arora, S., Cherukupalli, P., van Wunnik, J., Edwards, J., Felber, B., Ramamoorthy, R. (2010). Has the Time Come for EOR? *Oilfield Review*, 6(6): 16–35.
- 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. *Biotechnology, Bioinformatics and Bioengineering*, 1(2): 147–158.
- Almeida, P. F., Moreira, R. S., Almeida, R. C. C., Guimares, A. K., Carvalho, A. S., Quintella, C., Taft, C. A. (2004). Selection and application of microorganisms to improve oil recovery. *Engineering in Life Sciences*, 4(4): 319–325.
- Atlas, R. M. M. (1981). Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: an environmental perspective. *Microbiological Reviews*, 45(1), 180–209.
- Brakstad, O. G., & Bonaunet, K. (2006). Biodegradation of petroleum hydrocarbons in seawater at low temperatures (0-5°C) and bacterial communities associated with degradation. *Biodegradation*, 17(1): 71–82.
- Chukwura, E. I., Ojiegbo, N. M., and Nwankwegu, A. S. (2016). Hydrocarbon Degradation Potentials of Fungi Associated with Oil-Contaminated Soil from Selected Mechanic Workshops in Awka , Anambra State , Nigeria, 2(6): 38–44.
- Ciccyliona, D. Y., and Nawfa, R. (2012). Pengaruh pH terhadap produksi biosurfaktan oleh bakteri *Pseudomonas aeruginosa* lokal. *Sains Dan Seni Pomits*, 1(1):1–6.
- Daniel, I. E., & Nna, P. J. (2016). Total Petroleum Hydrocarbon Concentration in Surface Water of Cross River Estuary , Niger Delta , Nigeria, 1(2): 1–7.
- Greene EA, JG Kay, K Jaber, G Stehmeier and G Voordouw. 2000. Composition of soil microbial communities enriched on a mixture of aromatic hydrocarbons. *Appl Environ Microbiol* 66 (12): 5282-5289.

- Gogoi, S. B. (2013). Effluent as surfactant for enhanced oil recovery. *Journal of Earth Science & Climatic Change*, 5(2): 1–6.
- Golabi, E., Sogh, S., Hosseini, S., and Gholamzadeh, M. (2012). Biosurfactant production by microorganism for enhanced oil recovery. *Int J Sci Eng Res*, 3(7): 1–6.
- Gordon, R. E., Hyde, J. L., and Moore, J. A. (1977). *Bacillus firmus-Bacillus lentus: a Series or One Species? INTERNATIONAL JOURNAL OF SYSTEMATIC BACTERIOLOGY International Association Of Microbiological Societies*, 27(3): 256–262.
- Inokulum, O. K., Vol, E., Pertanian, J., Pertanian, F., Uin, P., Syarif, S., Demand, C. O. (2010). Optimasi Konsentrasi Inokulum , Rasio C : N : P Dan Ph Pada Proses Bioremediasi Limbah Pengilangan Minyak Bumi Menggunakan Kultur Campuran Syukria Ikhsan Zam: 1(2).
- Jawad, R. H. (2010). PRODUCTION OF BIOSURFACTANT FROM LOCALLY ISOLATED BACTERIA Faculty of Chemical & Natural Resources Engineering, (August).
- Jobson, a, McLaughlin, M., Cook, F. D., and Westlake, D. W. (1974). Effect of amendments on the microbial utilization of oil applied to soil. *Applied Microbiology*, 27(1): 166–171.
- Juli, N., & Virnuda, B. (2001). Penelitian Awal Terhadap Delapan Isolat Bakteri Reservoir Dalam Mengembangkan Volume Minyak Bumi Secara Monokultur, *MI* : 3–5.
- Karwati. 2009. Tercemari Minyak Bumi Dengan Isolat a10. FMIPA Institut pertanian bogor; Bogor.
- Laini, R. E., Napoleon, A., Dan, M., and Kerja, C. (2014). Isolasi Bakteri Termofilik Penghasil Biosurfaktan yang Ber- potensi sebagai Agen MEOR ( Microbial Enhanced Oil Recovery ) dari Sumur Minyak di Sungai Angit. *Jurnal Penelitian Sains*, 17: 9–13.
- Marsandi, F., Estuningsih, S. P., and Kerja, C. (2016). Asosiasi Konsorsium Bakteri *Pseudomonas Pseudoalcaligenes* dan *Micrococcus Luteus* dengan Lamtoro ( *Leucaena Leucocephala* ( Lamk .) De Wit ) dalam Upaya Meningkatkan Bioremediasi Minyak Bumi, 13(1): 807–813.
- Omoniyi, O. A. (2015). a Review of Microbial Enhanced Oil Recovery : Current Development and Future Prospects, 6(1): 1378–1389.



- Rashedi, H., Yazdian, F., and Naghizadeh, S. (1987). Microbial Enhanced Oil Recovery.
- Refdinial, N., Endah, M. M. ., and Meita, A. . (2014). Pengaruh pH dan Temperatur Pada Pembentukan Biosurfaktan ole Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, (September): 41–48.
- Reningtyas, R. (2015). Biosurfaktan Biosurfactant, *XII*(2): 12–22.
- Shibulal, B., Al-Bahry, S. N., Al-Wahaibi, Y. M., Elshafie, A. E., Al-Bemani, A. S., and Joshi, S. J. (2014). Microbial enhanced heavy oil recovery by the aid of inhabitant spore-forming bacteria: An insight review. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Tunio, S. Q., Tunio, A. H., Ghirano, N. A., & El Adawy, Z. M. (2011). Comparison of Different Enhanced Oil Recovery Techniques for Better Oil Productivity. *International Journal of Applied Science and Technology*, 1(5): 143–153.
- Weisman, W. H., Long, C., Baker, S. R., Schroeder, J. R., & Piccin, T. B. (1995). Evaluation Of The Total Petroleum Hydrocarbon (Tph) Standard For Jp-4 Jet Fuel. *Journal of Soil Contamination*, 4(4): 355–406.
- Wolicka, D., & Borkowski, A. (2012). Microorganisms and Crude Oil. *Introduction to Enhanced Oil Recovery (EOR): Processes an Bioremediation of Oil-Contaminated Sites*: 113–143.
- Xiangsheng, Z., Miao, L., and Tingsheng, X. (2010). Genetic Modification of MEOR Bacterium *Bacillus licheniformis* H Strain by Low Energy Ion Beam Irradiation~!2009-10-20~!2009-12-07~!2010-03-26~! *The Open Biotechnology Journal*, 4, 14–17.
- Yudono, B., & Estuningsih, S. P. (2013). Kinetika Degradasi Limbah Minyak Bumi Menggunakan Sinergi Bakteri Konsorsium (*Micrococcus* sp, *Pseudomonas pseudomallei* , *Pseudomonas pseudoalcaligenes* dan *Bacillus* sp) dan Rumput *Eleusine Indica* (L.) Gaertn. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*.
- Yudono, B., Estuningsih, S. P., and Suganda, L. (2017). Oil Recovery of Soil Contained Petroleum Oil by Using Bio Surfactant of Mixed Cultures Bacteria ( *Brevundumonas diminuta* , *Pseudomonas fluorescens* , *Pseudomonas aeruginosa* , *Pseudomonas citronelis* ) at vary pH Conditions ( 5-9 ), 7(3), 858–864.

- Yudono, B., Purwaningrum, W., Estuningsih, S. P., and Kaffah, S. (2017). Oil recovery test using bio surfactants of indigenous bacteria in variation concentration of carbon source. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 65(1).
- Yudono, B., Said, M., Estuningsih, S. P., And Lestari, U. (2017). Oil Recovery Test Using Bio Surfactant Of Halo Tolerant Bacteria *Brevundimonas Diminuta* And *Bhurkholderia Glumae* At Variation Of Nacl Salt Concentrations. *Microbiology Indonesia*, 11(3), 81–88.
- Yudono, B., Said, M., Sabaruddin, Napoleon, A., and Utami, M. B. (2010). Kinetics of Petroleum-Contaminated Soil Biodegraded by An Indigenous Bacteria *Bacillus megaterium*. *HAYATI Journal of Biosciences*, 17(4): 155–160.
- Yudono, B., Sri, P. E., dan Munawar. 2014. *Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Potensi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Termotoleran dari Sumur Tua di Babat Toman Musi Banyuasin Sumatera Selatan*. Proceeding Seminar Jilid 5: 298-299.
- Zahroh, 2011. Pengaruh Konsentrasi Gula Cair dan Waktu Inkubasi Terhadap Produksi Biosurfaktan. *Skripsi*. ADLN - Perpustakaan Universitas Airlangga, Surabaya.