

**Optimasi pH pada *Oil Recovery* Minyak Bumi dengan
Menggunakan Biosurfaktan dari Kultur Campuran Bakteri
Indegen dari Desa Babat Toman Sumatera Selatan**

SKRIPSI

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



Oleh :
LILIS SUGANDA
08121003063

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016

HALAMAN PERSETUJUAN

**OPTIMASI pH PADA *Oil Recovery* MINYAK BUMI DENGAN
MENGUNAKAN BIOSURFAKTAN DARI KULTUR CAMPURAN
BAKTERI INDEGEN DARI DESA BABAT TOMAN SUMATERA
SELATAN**

SKRIPSI

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

Oleh:

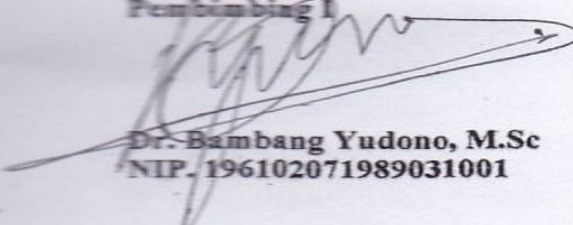
LILIS SUGANDA

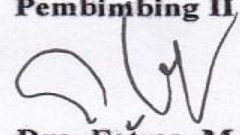
08121003063

Inderalaya, Juni 2016

Pembimbing I

Pembimbing II


Dr. Bambang Yudono, M.Sc
NIP. 196102071989031001


Dra. Fatma, M.S
NIP. 196207131991022001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Muhammad Irfan, M.T
NIP. 196409131990031003

HALAMAN PENGESAHAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul "Optimasi pH pada *Oil Recovery* Minyak Bumi dengan Menggunakan Biosurfaktan dari Kultur Campuran Bakteri Indegen dari Desa Babat Toman Sumatera Selatan" telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji sidang sarjana Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 9 Juni 2016 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan yang diberikan.

Indralaya, Juni 2016

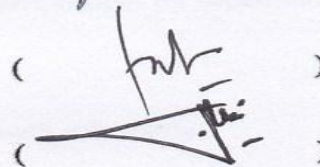
Ketua :

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

()

Penguji:

1. Dra. Fatma, M.S
NIP. 196207131991022001
2. Zainal Fanani, M.Si
NIP. 196708211995121001
3. Drs. Dasril Basri M.Si
NIP. 195810091986031005
4. Widia Purwaningrum, M.Si
NIP. 197304031999032001

()

()

()

Mengesahkan,
Dekan FMIPA



Drs. Muhammad Irfan, M.T
NIP. 196409181990031003

Ketua jurusan,



Dr. Dedi Rohendi, MT
NIP. 196704191993031001

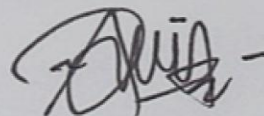
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama Mahasiswa : Lilis Suganda
NIM : 08121003063
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: "Optimasi pH pada *Oil Recovery* Minyak Bumi dengan Menggunakan Biosurfaktan dari Kultur Campuran Bakteri Indegen dari Desa Babat Toman Sumatera Selatan". 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, Juni 2016
Yang menyatakan,



Lilis Suganda
NIM. 08121003063

OPTIMIZATION OF pH ON OIL RECOVERY WITH PETEROLEUM BIOSURFAKTAN USING MIXED CULTURE BACTERIA FROM INDEGEN FROM THE VILLAGE OF TRIPE TOMAN SOUTH SUMATERA

Lilis Suganda

08121003063

Chemistry, Faculty of Mathematics And Natural Sciences, Sriwijaya University

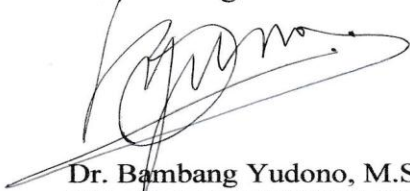
E-mail : *lilissimamora803@gmail.com*

SUMMARY : The growth of mixed culture of bacteria namely at *Brevundumonas diminuta*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aeroginosa*, *Pseudomonas citronelbis* from the village of Tripe Toman South Sumatra were tested at different pH conditions (5-9). The optimum pH was obtained at pH 7 the population of bacteria was $2.14.10^7$ CFU/ml. The shortest regeneration time of these bacteria were (12, 12, 9, 9) hours respectively. The initial concentration of sample was 18,4 %, it was extracted by using the biosurfactant of mixed culture with 10 % concentration at different pH conditions (5-9), the contact time as long as 168 hours. The optimal oil recovery was obtained at pH 7 as much as 20,97 %. The GC anlysis were conducted to initial crude oil and the residue. The results show that the initial crude oil consist of 33 components, and the residue 14 components. It shows that the biosurfactant of mixed culture bacteria dissolved the hydrocarbon components with temperature fractions 150, 155, 178, 184, 190, and 197 °C.

Key Words: Biosurfaktan, Petroleum, TPH

Inderalaya, Juni 2016

Pembimbing I



Dr. Bambang Yudono, M.Sc
NIP. 196102071989031001

Pembimbing II



Dra. Fatma, M.S
NIP. 196207131991022001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Kimia



Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP.196704191993031001

OPTIMASI pH PADA *Oil Recovery* MINYAK BUMI DENGAN MENGGUNAKAN BIOSURFAKTAN DARI KULTUR CAMPURAN BAKTERI INDEGEN DARI DESA BABAT TOMAN SUMATERA SELATAN

Lilis Suganda

08121003063

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya

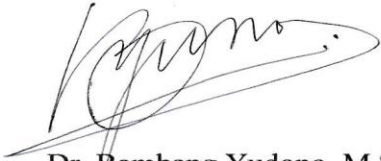
E-mail : *lilissimamora803@gmail.com*

RINGKASAN : Pertumbuhan kultur campuran bakteri yaitu, *Brevundomonas diminuta*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas citronelbis* yang berasal dari desa Babat Toman Sumatera Selatan diuji pada kondisi pH yang berbeda (5-9). pH optimum diperoleh pada pH 7 dengan populasi bakteri adalah $2.14.10^7$ CFU / ml. Waktu regenerasi terpendek dari bakteri ini masing-masing adalah (12, 12, 9, 9) jam. Konsentrasi awal sampel adalah 18,4%, dan diekstraksi dengan menggunakan biosurfaktan dari kultur campuran dengan konsentrasi 10% pada kondisi yang berbeda pH (5-9), pada waktu kontak selama 168 jam. Hasil *recovery* minyak optimal diperoleh pada pH 7 sebanyak 20,97%. Analisa GC dilakukan untuk awal minyak mentah dan residu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak mentah awal terdiri dari 33 komponen, dan residu 14 komponen. Ini menunjukkan bahwa biosurfaktan bakteri kultur campuran dilarutkan komponen hidrokarbon dengan fraksi suhu 150, 155, 178, 184, 190, and 197 °C.

Kata Kunci : Biosurfaktan, Minyak Bumi, TPH

Inderalaya, Juni 2016

Pembimbing I



Dr. Bambang Yudono, M.Sc
NIP. 196102071989031001

Pembimbing II



Dra. Fatma, M.S
NIP. 196207131991022001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia



Dr. Dedi Rohendi, M.T
NIP.196704191993031001

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadiran Tuhan Yesus Kristus yang telah menganugerahkan kasih dan karunia-Nya, sehingga atas perkenaan-Nya, skripsi berjudul **“Optimasi pH pada *Oil Recovery* Minyak Bumi dengan Menggunakan Biosurfaktan dari Kultur Campuran Bakteri Indegen dari Desa Babat Toman Sumatera Selatan”** ini dapat diselesaikan.

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

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada bapak Dr. Bambang Yudono, M.Sc dan Ibu Dra. Fatma, M.S yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Drs. Muhammad Irfan, M.T. selaku Dekan MIPA, Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Dedi Rohendi, selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
3. Staf Dosen dan Analis FMIPA Kimia yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
4. Bapak Zainal Fanani, M.Si, Ibu Widia Purwaningrum, M.Si dan Bapak Drs. Dasril Basri M.Si selaku penguji sidang sarjana.
5. Ibu Pertiwi Estuningsih, M.Si selaku dosen biologi yang selama ini sudah banyak membimbing saya dalam melaksanakan tugas akhir.
6. Uni Nia selaku analis di Mikrobiologi yang selalu membantu dan membimbing penelitian saya.
7. Ibuk Kontina Sihaloho sebagai perempuan terhebat dalam hidup yang selalu memberikan perhatian dan kasih nya kepada saya.
8. Saudara-saudariku, Kak Limra Simamora, kak Bonita Simamora, adek Suharti Simamora, dan Abang iparku abang Marsudi dan Abang Toni Naingolan kalian yang selalu membuat ku semangat dalam menyelesaikan

skripsi ini, terlebih adek ku Suharti Siamamora yang selalu peduli dan memperhatikan aku.

9. Abang hasianku yang kusayangi dan ku cintai abang Feriyanto Berutu, S.T yang dengan penuh sabar dan sayang selalu berada disisiku dan selalu menyinari aku dengan cintanya dan memotivasi aku dalam mengerjakan skripsi ini, makasih Abang.
10. Teman Seperjuangan di bangku kuliah seluruh angkatan 2012. Terutama geng Kentir (Dwi indrawati, S.Si, Nurita Angreini, Eva tisanawati, Siska Kurnianti, Yusi novita sari, dan Wahyu Mustiak) yang selalu penuh kocak dan humor bahagia punya kawan seperti kalian, dan juga temen curhat ku dan teman yang selalu mendukung ku Lora, Rini, Yuni, Maria, Leni Sinaga, S.Si, Olivia, Santi, dan para lelaki yang hanya sebelas di angkatan ku Martin, Roy, Daniel, Nardo, Wily, Heru, M.Ridho P, S.Si, Nizar, Ihsan, bayu, amin
11. kalian keren, dan terlebih Martin C.P Manurung lelaki yang kocak dan mau meminjamkan motor nya untuk ku.
12. Teman ku yang paling terbaik dan paling mengerti dan sangat sulit mendapatkan kawan seperti dia Veronica Sitanggang, S.E, semoga kita berjumpa lagi sobat.
13. Adik-adik tingkat 2011, 2012, 2013,dan 2014.
14. Mbak NOVI dan Kak RONI yang selalu siap siaga dalam membantu menyelesaikan segala urusan akademik maupun non akademik.

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, Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vii
<i>SUMMARY</i>	ix
RINGKASAN.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penulisan.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Minyak Bumi.....	4
2.2. Teknologi Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR)	5
2.3. Biosurfaktan.....	8
2.3.1. Jenis-Jenis Biosurfaktan.....	9
2.3.2. Pengaruh pH Terhadap Biosurfaktan.....	11
2.3.3. Bakteri Penghasil Biosurfaktan.....	12
2.3.4. Bakteri Petrofilik Penghasil Biosurfaktan.....	12

2.4. Bakteri Petrofilik.....	14
2.5. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Bakteri.....	17
2.6. Pengaruh pH Terhadap Pertumbuhan Bakteri.....	20
2.7. Interaksi Antar Bakteri.....	21
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
3.2. Alat dan Bahan.....	26
3.2.1. Alat.....	26
3.2.2. Bahan.....	26
3.3. Metodologi Penelitian.....	27
3.3.1. Sterilisasi Alat.....	27
3.3.2. Peremajaan Bakteri.....	27
3.3.3. Pembuatan Kurva Pertumbuhan.....	27
3.3.4. Pembuatan Larutan Buffer Fosfat pH (5-9).....	28
3.3.5. Pembuatan Starter Bakteri.....	29
3.3.6. Perhitungan Jumlah Sel yang Dipengaruhi pH.....	30
3.3.7. Pengukuran TPH Awal.....	30
3.3.8. Produksi Biosurfaktan Akibat Pengaruh pH.....	31
3.3.9. Analisis GC.....	32
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Peremajaan Isolat Bakteri dari Empat Jenis Bakteri.....	34
4.2. Kurva Pertumbuhan Empat Jenis Bakteri.....	35
4.3. Uji Kondisi pH yang Sesuai Dengan Pertumbuhan Sel.....	38
4.4. Pengaruh Penambahan pH Terhadap Recovery Minyak.....	39
4.5. Kromatogram Hasil Analisis Menggunakan GC.....	42
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1. Kesimpulan.....	46
5.2. Saran.....	46

DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Representasi struktur biosurfaktan.....	9
2. Struktur molekul jenis biosurfaktan golongan glikolipid	10
3. Hasil uji potensi bakteri penghasil biosurfaktan.....	13
4. Kurva pertumbuhan bakteri.....	15
5. Persentase sinergisme antar kedelapan bakteri petrofilik	23
6. Isolat bakteri sebelum diremajakan dan setelah diremajakan.....	35
7. Kurva pertumbuhan bakteri.....	36
8. Kurva pertumbuhan kultur campuran bakteri pada pH (5-9).....	39
9. Kurva perbandingan recovery minyak dengan pengaruh pH.....	40
10. Kromatogram.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
1.	Hasil bioproduk mikroba dan aplikasinya pada MEOR.....	7
2.	Jenis-jenis biosurfaktan dan mikroba penghasilnya.....	9
3.	Tipe interaksi yang terjadi diantara populasi mikroba.....	22
4.	Hasil sinergisme antar kedelapan bakteri petrofilik.....	24
5.	Data waktu generasi terpendek pada empat jenis bakteri.....	37
6.	Hasil recovery minyak dari pengaruh pH	40
7.	Identifikasi senyawa hidrokarbon yang terdegradasi.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Komposisi media	51
2. Kurva pertumbuhan dan waktu generasi terpendek	52
3. Gambar starter pada kultur campuran bakteri	56
4. Perhitungan jumlah sel bakteri pada pH masing-masing untuk kultur campuran bakteri	57
5. Data pertumbuhan kultur campuran bakteri pH (5-9)	61
6. Pengukuran TPH awal.....	61
7. Pengukuran TPH setelah perlakuan dengan larutan buffer fosfat ...	62
8. Persentase TPH pada sebelum perlakuan dan setelah perlakuan.....	62
9. Persentase recovery minyak pH (5-9).....	63
10. Kondisi operasional alat kromatografi gas untuk analisa minyak bumi	67
11. Kondisi temperatur pada gas kromatografi.....	68
12. Data GC pada TPH awal dan akhir.....	69
13. Tabel Temperatur Program.....	70
14. Tabel persentase kelimpahan luas puncak dari TPH sebelum (A_0) dan sesudah penambahan crude biosurfaktan (A_t).....	72
15. Data perubahan puncak pada TPH sebelum dan sesudah penambahan crude biosurfaktan	73

*“Setiap orang membutuhkan kesulitan sebagai bagian untuk menikmati indahnya sukses”
“Semua impian Anda anda akan menjadi kenyataan jika Anda berani mengejarnya”*

Skripsi ini kupersembahkan kepada :

- ❖ Tuhan Yesus Kristus*
- ❖ Almarhum Ayah sebagai seseorang yang
ku sayangi*
- ❖ Ibuku yang sangat aku cintai*
- ❖ Saudara-saudariku tersayang*
- ❖ Sahabat-sahabatku dan hasian ku yang
selalu ada bersama ku*
- ❖ Almamaterku*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Produksi minyak bumi yang terdapat dalam sumur minyak bumi belum dimanfaatkan secara keseluruhan. Metode konvensional hanya mampu menghasilkan minyak sekitar 30-40% dari kandungan minyak keseluruhan (Nugroho, 2009). Oleh karena itu, digunakan salah satu teknologi alternatif untuk meningkatkan perolehan minyak yang masih tersisa atau terperangkap di dalam reservoir yaitu dengan menggunakan metode *Microbial Enhanced Oil Recovery* (MEOR) yang merupakan modifikasi dari *Enhanced Oil Recovery* (EOR).

Teknologi MEOR dilakukan dengan memanfaatkan proses kerja mikroba yang didominasi oleh bakteri dalam reservoir. Bakteri yang terkandung di dalam air sumur pada reservoir tersebut, memiliki berbagai senyawa kimia terlarut yang dapat menjadi nutrisi bagi bakteri. Dengan kemampuan biokimia, bakteri yang berukuran sangat kecil (μm) dapat dimanfaatkan untuk mengeluarkan minyak bumi yang terperangkap dalam batuan reservoir dengan cara MEOR, dimana prinsip dasar MEOR ini adalah pemanfaatan produk metabolit sekunder mikroba untuk membantu meningkatkan perolehan minyak yang tersisa atau masih terperangkap di dalam reservoir (Turner *et al.* 2001; Moses and Springham 2002 dalam Nugroho, 2009).

Hasil penguraian bakteri dengan cara MEOR dapat berupa asam organik dan anorganik, gas, air dan biosurfaktan. Biosurfaktan merupakan salah satu bioproduct yang dihasilkan mikroba dan peranannya sangat penting dalam *recovery* minyak karena keberadaan bioproduct ini dapat menurunkan tegangan permukaan (*interfacial tension*) antara dua fase cairan, yaitu minyak dan air sehingga mobilisasi minyak dapat berlangsung dengan mudah (Andaly *et al.* 2011).

Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi biosurfaktan seperti jenis substrat pertumbuhan, jenis bakteri, sumber nutrisi dan faktor lingkungan menjadi perhatian utama para peneliti dalam upaya optimasi produksi biosurfaktan tersebut (Desai dan Banat, 1997).

Tingkat keasaman (pH) merupakan faktor lingkungan yang penting bagi pertumbuhan dan perkembangan bakteri. Apabila pH lingkungan tidak sesuai dengan aktivitas enzim mikroba, maka bakteri tidak dapat melakukan metabolisme dengan baik sehingga tidak tumbuh dengan optimal (Benefield dan Randall, 1980).

Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian terhadap salah satu faktor yang mempengaruhi produksi biosurfaktan yaitu pengaruh lingkungan pH (5,0 – 9,0) terhadap pertumbuhan kultur campuran dari empat jenis bakteri yaitu *Brevundomonas diminuta*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aerogirosa*, *Pseudomona citronelbis*. Empat jenis bakteri tersebut diisolasi oleh Yudono (2013) yang berasal dari desa Babat Toman Sumatra Selatan, dan telah teruji berpotensi sebagai MEOR. Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan biosurfaktan yang optimal, dari pertumbuhan kultur campuran bakteri yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah perkembangan kultur campuran bakteri akibat pengaruh pH ?
2. Bagaimana efektifitas biosurfaktan yang dihasilkan oleh kultur campuran bakteri terhadap tingkat keasaman tersebut berdasarkan oil recovery yang dihasilkan ?
3. Bagaimanakah hasil analisis GC pada TPH sebelum penambahan biosurfaktan dan setelah penambahan biosurfaktan ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan pH yang sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan kultur campuran bakteri yang maksimal.
2. Menentukan efektifitas biosurfaktan yang dihasilkan oleh kultur campuran bakteri pada variasi pH terhadap oil recovery yang dihasilkan.
3. Menentukan fraksi rantai karbon tertinggi pada kromatogram GC berdasarkan data hasil Gas Chromatography.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Mengoptimalkan kondisi pertumbuhan kultur campuran bakteri yang sesuai dengan pH lingkungannya.
2. Menghasilkan biosurfaktan sesuai dengan pH lingkungannya berdasarkan hasil persentase TPH.
3. Dapat memberikan manfaat dalam bidang pengembangan teknologi produksi minyak bumi dengan memanfaatkan bakteri indegen dari sumur tua yang sudah tidak dimanfaatkan lagi dengan metode MEOR.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiyan, D. dkk. 2004. Pengaruh pH dan Substrat Organik Terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Bakteri Pengoksidasi Amonia. *Biodiversitas Vol. 5, No. 2, Juli 2004, hal. 43-47*
- Alexander M. 1977. *Introduction to Soil Microbiology*. 2nd Edition. John Wiley & Sons. New York.
- Andaly LMB, Indriani, DA., & Juli N. 2011. Studi laboratorium *microbial enhanced oil recovery* (MEOR): efek kultur campuran bakteri penghasil biosurfaktan terhadap penurunan tegangan antar muka. *Jurnal Teknologi Minyak dan Gas Bumi*. 2 (1): 14-22.
- Benfield, L.D & Randall, C.W. 1980. *Biological Process Design for Wastewater Treatment*. New York : Prentice Hall Inc
- Benson HJ. 2001. *Microbial Application: A Laboratory Manual in General Microbiology*. 8th Edition. New York : The McGraw-Hill Companies.
- Brooks, dkk. 1994. *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 2*. Jakarta : Penerbit buku Kedokteran EGC
- Bryant RS. 1987. Potential uses of microorganisms in petroleum recovery technology. *Proc Okla Acad Sci*. 67: 97-104.
- Ciccyliana D.Y., dan Refdinal N. 2012. Pengaruh pH Terhadap Produksi Biosurfaktan oleh Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* Lokal. *Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol. 1, No. 1, (2012) 1-6*
- Desai JD, Banat IM. 1997. Microbial production of surfactants and their commercial potential. *microbiology and molecular biology reviews*. 6(1): 47–64.
- Duvnjak, Z., Cooper, D.G., & Kosaric, N. 1983. *Effect on N sources on Surfactant Production by Arthrobacter Parafineus ATCC 19558 In : Microbial Enhanced Oil Recovery*. Ed. Jakarta : Lemigas
- Fiechter, A. 1992. Biosurfaktan Moving Towards Industrial Application. *Tibtech* 10, 208-216.
- Hadi. N. 2005. *Degradasi minyak bumi via "tangan" mikroorganisme*. IPB : Artikel Departemen Biokimia
- Hadioetomo, R.S. 1995. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Gramedia: Jakarta.

- Hardiansyah, H. 1999. *Bioremediasi Hidrokarbon secara in vitro menggunakan Isolat Bakteri Indigen pada Medium dengan Perlakuan Agitasi dan Rasio N dan P*. Skripsi S-1. (tidak dipublikasikan). Inderalaya : FMIPA- Biologi Universitas Sriwijaya
- Herawati, Susi. 2008. *Kajian Materi Larutan Buffer Asam-Basa*. Skripsi S-2. (tidak dipublikasikan). Bandung : FMIPA-Kimia Institut Teknologi Bandung
- Juli N, Virmuda B. 2001. Penelitian awal terhadap delapan isolat bakteri reservoir dalam mengembangkan volume minyak bumi secara monokultur. *Proceeding Simposium Nasional IATMI* .
- Khopade, A., R. Biao, X. Liu, K. Mahadik, L. Zhang and C. Kokare, 2012. Production and stability studies of the biosurfactant isolated from marine *Nocardiopsis* sp. B4. *Desalination*, 285: 198-204.
- Koesoemadinata, R.P. 1987. *Geologi Minyak dan Gas*. ITB : Bandung.
- Kosaric, N. 1993. *Biosurfactants: Production, Properties and Application*. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Kosaric, N. 2001. *Biosurfactants and Their Applications for Soil Bioremediation*. *Food Technol. Biotechnol.* 39(4): 295–304.
- Laini, RE. 2014. *Eksplorasi bakteri dari sumur minyak yang berpotensi sebagai agen MEOR (Microbial Enhanced Oil Recovery)*. Tesis . Palembang : FMIPA-Biologi Universitas Sriwijaya.
- Lay, BW. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Litaay, WG. 2013. *Kemampuan Pseudomonas aeruginosa dalam Menurunkan Kandungan Fosfat Limbah Cair Rumah Sakit*. Skripsi. (dipublikasikan). Yogyakarta : Universitas ATMA Jaya Yogyakarta.
- Lukito D. 2013. Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan Dekolorisasi Senyawa Pewarna Strawberry Red dan Orange Yellow dalam Kondisi Curah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya vol.2.No.1(2013)*
- Manurung, B.S. 2014. *Uji Potensi dan Sinergisme Bakteri Petrofilik Penghasil Biosurfaktan dari Sumur Tua (Abandon Well) untuk Pengembangan Teknologi MEOR (Microbial Enhanced Oil Recovery)*. Skripsi. Inderalaya : FMIPA-Biologi Universitas Sriwijaya

- Marshall SL. 2008. Fundamental aspects of microbial enhanced oil recovery: a literature survey. Australia : CSIRO Land and Water Floreat, Western Australia.
- Munawar, A., 1999. Kajian Statistik Terhadap Nutrien Organik dan Anorganik untuk In Situ Tes Bioremediasi Tumpahan Minyak Bumi dengan Metode Biostimulation di Lingkungan Pantai. *J. Ilmiah Teknik Lingkungan*. 2. 41-54.
- Nababan, B. 2008. *Isolasi dan Uji Potensi Bakteri Pendegradasi Minyak Solar dari Laut Benawan*. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Nugroho A. 2006. *Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi*. Yogyakarta : Penerbit Graha Ilmu.
- Nugroho, A. 2009. Produksi Gas Hasil Biodegradasi Minyak Bumi: Kajian Awal Aplikasinya dalam Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR). *MAKARA, SAINS*. 13: 111-116.
- Pelczar MJ, ECS Chan. 1986. *Dasar-dasar Mikrobiologi I*. Volume ke-1,2. Hadioetomo RS. Imas T, Tjitrosomo S, Angka SL, penerjemah ; Jakarta : Universitas Indonesia Press. Terjemahan dari : *Elements of Microbiology*.
- Purnomohadi, A. 2010. *Potensi Antibakteri dan Analisis Emulsifikasi Biosurfaktan dari Isolat Bakteri Lokal*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Rangkuti Z. 2012. *Model Ekonomi Pembangunan Gas Ikutan: Studi Kasus Lapangan Eksploitasi Migas dalam Rangka Mendukung Mekanisme Pembangunan Bersih*. Bogor : Penerbit IPB Press.
- Refdinal. 2014. Pengaruh pH dan Temperatur pada Pembentukan Biosurfaktan oleh Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *Prosiding Seminar Nasional Kimia, ISBN : 978-602-0951-00-3*.
- Reningtyas, R., Mahreni. 2015. Biosurfaktan. *Eksergi, Vol XII, No. 2. 2015 ISSN: 1410-394X*.
- Rizky, E.P.D., Masdiana, C., Padaga., dan Dyah,. A.O. 2014. *Efektifitas Minyak Kedelai Sebagai Media Pertumbuhan Pseudomonas sp. Pada Produksi Biosurfaktan Sebagai Zat Aktif Deteksi Mastitis Subklins Sapi Perah*. Malang : Universitas Brawijaya
- Rodrigues, L.I.M., Benat, J., Teixeira, H.C.V., Meib and R. Oliveira. 2006. Isolation and Partial Characterization of A Biosurfactant Produced By *Streptococcus Thermophilus* A. *Coll. Surf B: Bionterfaces*. 53: 105-112.

- Roosy, R. Dkk. 2010. *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Asal Limbah Rumah Potong Ayam Tradisional di Kota Malang*. Skripsi. (dipublikasikan). Malang : Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya
- Sarbini, Khotib. 2012. *Biodegradasi Pyrena Menggunakan Bacillus Subtilis C19*. Skripsi. Depok : Universitas Indonesia.
- Sari, C.N., dan Kussuryani, Y. 2013. *Seleksi Mikroba dan Nutrisi yang Berpotensi Menghasilkan Biosurfaktan Untuk Meor*. Jakarta : Lemigas.
- Sublette. K.L. 1993. *Shourt Course On: Microbial Enhanced Oil Recovery*. Jakarta : Organized by PT Sakindo Mulia.
- Supriatin, Yati. 2008. *Kajian Produksi Biogas Skala Laboratorium dengan Inokulum Konsorsium Alami Metanogen dalam Substrat Bungkil Jarak Pagar (Jatropha curcas L)*. Tesis. Bandung : Bioteknologi Institu Tinggi Bandung.
- Suryatmana P, Edwan K, Enny R dan Wisjnuprpto. 2004. Optimasi Produksi Inokulan dan Ko-inokulasi *Azotobacter chroococcum* dalam Upaya meningkatkan Kinerja Bioremediasi Tanah yang Tercemar Limbah Minyak Bumi. Di dalam *Laporan akhir dan Seminar Evaluasi RUT XI*. Kementrian Riset dan Teknologi RI. Serpong.
- Shuler and Kargi. 1992. *Bioprocess Engineering: Basic Consepts*. Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice Hall PTR.
- Susilo, Adjie & Samuel. 2008. Zona, Karekteistik Fisika-Kimia air dan jenis-jenis ikan yang tertangkap di Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia, Juni 2008, Jilid 15, Nomor 1: 41-48*
- Utomo, R.N. Catur. 2010. *Potensi Bakteri Pembentuk Biofilm dalam Mendegradasi Linier Alkilbenzen Sulfonat pada Berbagai Ukuran Batu*. Skripsi. Malang : Universitas Brawijaya.
- Volk &Wheeler. 1993. *Mikrobiologi Dasar jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Yudhabuntara, Doddi. 2003. *Pengendalian Mikroorganisme dalam Bahan Makanan Asal Hewan*. Pelatihan Pengawasan Kesmavet. Direktorat Jendral Bina Produksi Peternakan Departemen Pertanian. Yogyakarta : Fakultas Kedokteran Hewan UGM
- Yudono, B., Sri, P.E., dan Munawar. 2013. *Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Potensi Bakteri Penghasil Biosurfaktan Termotolerant dari Sumur Tua (Abandon well) di Babat Toman Musi Banyuasin Sumatera Selatan*. Inderalaya : Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya

Zajic, J.E. and Akit, J. 1983. *Biosurfactans in Bitumen Separation from Tar Sands*
In : Microbial Enhanced Oil Recovery. Ed : Zajic, J.E., Cooper, D.G., Jack
Kosaric, N. PenWell Publishing Company, Tulsa. Oklahoma.