

**PENGARUH AERASI DAN NUTRISI PADA BIOREMEDIASI LIMBAH CAIR
MINYAK BUMI OLEH KONSORSIUM BAKTERI PETROFILIK DAN
Salvinia molesta D.S. Mitchell**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**



Oleh

**LIA ASEPTIN MURDINI
08091004040**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
DESEMBER 2013**

S
576.11 07

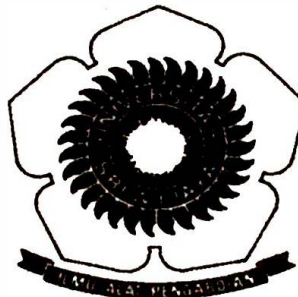
2: 27365 / 27997

LIA
P
2013

**PENGARUH AERASI DAN NUTRISI PADA BIOREMEDIASI LIMBAH CAIR
MINYAK BUMI OLEH KONSORSIUM BAKTERI PETROFILIK DAN
Salvinia molesta D.S. Mitchell**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**



Oleh

**LIA ASEPTIN MURDINI
08091004040**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
DESEMBER 2013**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH AERASI DAN NUTRISI PADA BIOREMEDIASI LIMBAH CAIR
MINYAK BUMI OLEH KONSORSIUM BAKTERI PETROFILIK DAN
Salvinia molesta D. S. Mitchell**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Biologi**

Oleh

**LIA ASEPTIN MURDINI
08091004040**

Indralaya, Desember 2013

Pembimbing II,



**Dr. Munawar M.Si.
NIP. 19680521199303 1 003**

Pembimbing I,



**Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si.
NIP. 19640711198903 2 001**

Mengetahui:

Ketua Jurusan Biologi,



**Dr. Indra Yustian, M.Si.
NIP. 19730726199702 1 001**

LEMBAR PERSEMBAHAN

Saat hati berkata Ingin namun Allah berkata Tunggu, Saat Air Mata harus menitis, namun Allah berkata Tersenyumlah, saat segalanya terasa Membosankan namun Allah berkata Teruslah Melangkah. Kita merancang Allah juga merancang, tetapi rancangan Allah lebih baik,

"La Tahzan Innallaha Ma'ana"

"Kejarlah Ahli maka Sukses Kamu Dapatkan"

Ku Persembahkan Karya Kecilku ini untuk yang tercinta:

- *Dien-ku (Al Islam)*
- *Ibuku Sukartinah dan Bapakku Taslim*
- *Adikku Nova Misgianti dan M. Aseptia*
- *Sahabat dan orang-orang yang didekatku*
- *Almamaterku*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga atas kehendak dan izin-Nya Skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam dihaturkan kepada Rasulullah SAW, beserta keluarga dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi berjudul **Pengaruh Aerasi dan Nutrisi pada Bioremediasi Limbah Cair Minyak Bumi oleh Konsorsium Bakteri Petrofilik dan *Salvinia molesta* D.S. Mitchell**, disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains bidang studi Biologi di Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Penulis menyelesaikan tugas akhir ini telah mendapatkan bimbingan, petunjuk, arahan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si dan Dr. Munawar, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan masukan serta saran, membimbing, meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dengan sabar dan ikhlas selama penelitian sampai selesainya penulisan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan banyak terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu dan Ayah serta adik-adikku tercinta, terima kasih atas iringan doa, kasih sayang, dukungan baik moril dan materil serta semangat dan motivasinya.
2. Drs. Muhammad Irfan, M.T selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Indra Yustian, M.Si selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Dra. Nina Tanzerina, M.Si Sekretaris Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya.

5. Doni Setiawan, S.Si, M.Si selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan nasehat selama masa perkuliahan.
6. Dr. Hary Widjajanti, M.Si selaku dosen pembahas yang telah memberikan koreksi, saran, bantuan dan bimbingan selama penulisan skripsi.
7. Dra. Harmida, M.Si selaku dosen pembahas yang telah memberikan koreksi, masukan, bantuan, perhatian dan bimbingan selama penulisan skripsi.
8. Dra. Sri Pertiwi Estuningsih, M.Si yang mendanai penelitian ini melalui Program Penelitian Hibah Bersaing Tahun 2013.
9. Seluruh Staf Dosen Pengajar Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.
10. PT. Pertamina R.U.III Plaju, Sumatera Selatan, yang telah memberikan sampel Limbah Cair Minyak Bumi.
11. Karyawan di Jurusan Biologi Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya.
12. Sahabat-sahabatku dan seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2009.
13. Kakak-kakak angkatan 2007 dan 2008 serta adik-adik angkatan 2010 hingga 2013.
14. Semua pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkan sebagai perkembangan ilmu untuk kita semua.

Indralaya, Desember 2013

Penulis

**EFFECT OF AERATION AND NUTRITION IN BIOREMEDIATION AT
PETROLEUM LIQUID WASTE BY CONSORTIUM OF PETROPHYLIC
BACTERIAL AND *Salvinia molesta* D.S. Mitchell**

by

**LIA ASEPTIN MURDINI
08091004040**

ABSTRACT

The research about effect of aeration and nutrition in bioremediation at petroleum liquid waste by consortium of petrophylic bacterial and *Salvinia molesta* D.S. Mitchell had been done on July to September 2013 in Microbiology Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematic and Natural Science, Sriwijaya University. This research to devinite oxygen supply and C:N:P:K ratio which match in bioremediation at petroleum liquid waste by consortium of petrophylic bacterial and *Salvinia molesta* D.S. Mitchell. The experiment design used Completely Factorial Randomized Design with two factors, they were C:N:P:K ratio and aeration, consist of nine treatment combination and three replications. The observed variable were number of bacterial population, dry weight of *Salvinia molesta*, and percentage of TPH degradation. The result showed that C:N:P:K ratio and aeration could improve bacterial activity on TPH degrading in bioremediation at petroleum liquid waste for 30 days, it was n_1a_1 (C:N:P:K=100:0.25:0.025:0.0025 and aeration 1000 mL/minute) with TPH degradation 77.23%, the number of bacterial population 2.7×10^6 cfu/mL and dry weight of *Salvinia molesta* 13.44 grams.

Keywords: aeration, nutrition, bioremediation, petroleum liquid waste, bacterial consortium

**PENGARUH AERASI DAN NUTRISI PADA BIOREMEDIASI LIMBAH CAIR
MINYAK BUMI OLEH KONSORSIUM BAKTERI PETROFILIK
DAN *Salvinia molesta* D.S. Mitchell**

Oleh

**LIA ASEPTIN MURDINI
08091004040**

ABSTRAK

Penelitian mengenai pengaruh aerasi dan nutrisi pada bioremediasi limbah cair minyak bumi oleh konsorsium bakteri petrofilik dan *Salvinia molesta* D.S. Mitchell telah dilakukan pada bulan Juli-September 2013 di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suplai oksigen dan rasio C:N:P:K yang tepat dalam bioremediasi limbah cair minyak bumi oleh konsorsium bakteri petrofilik dan *Salvinia molesta* D.S. Mitchell. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) berpola faktorial dengan dua faktor yaitu rasio C:N:P:K dan aerasi, kombinasi perlakuan terdiri atas 9 dan 3 kali ulangan. Variabel yang diamati yaitu jumlah populasi bakteri dan berat kering *Salvinia molesta* D.S. Mitchell, serta persentase penurunan TPH. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa rasio C:N:P:K dan aerasi yang mampu meningkatkan kinerja konsorsium bakteri petrofilik dalam mendegradasi TPH pada bioremediasi limbah cair minyak bumi selama 30 hari adalah perlakuan n_{1a_1} (C:N:P:K=100:0,25:0,025:0,0025 dan aerasi 1000mL/menit) dengan penurunan nilai TPH 77,23%, jumlah populasi bakteri $2,7 \times 10^6$ cfu/mL dan berat kering *Salvinia molesta* 13,44 gram.

Kata Kunci: aerasi, rasio C:N:P:K, bioremediasi, limbah cair minyak bumi

DAFTAR ISI

UPT PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA	
NO. DAFTAR :	140676
TANGGAL :	11 FEB 2014

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Hipotesis	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Minyak Bumi	5
2.2. Karakteristik Hidrokarbon Limbah Minyak Bumi	6
2.3. Bioremediasi	7
2.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Bioremediasi.....	10
2.5. <i>Salvinia molesta</i> D.S. Mitchell	13
2.6. Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon... ..	14
2.7. Interaksi Bakteri dengan Tumbuhan dalam Proses Biodegradasi.....	16

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat	17
3.2. Alat dan Bahan	17
3.3. Rancangan Penelitian	18
3.4. Cara Kerja	
3.4.1. Persiapan dan Aklimatisasi <i>Salvinia molesta</i>	18
3.4.2. Pembuatan Inokulum Bakteri	
a. Pembuatan Medium ZoBell Cair	19
b. Peremajaan Bakteri.....	19
c. Pembuatan Starter Bakteri	19
3.4.3. Persiapan Limbah Cair Minyak Bumi.....	21
3.4.4. Persiapan Bioreaktor	21

3.5.	Variabel Pengamatan	
3.5.1.	Jumlah Bakteri	22
3.5.2.	Pertumbuhan <i>Salvinia molesta</i>	23
3.5.3.	Pengukuran pH.....	23
3.5.4.	Persentase Penurunan Total Petroleum Hidrokarbon (TPH).....	23
3.6.	Analisis dan penyajian data	24
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1.	Jumlah Bakteri	25
4.2.	Pertumbuhan <i>Salvinia molesta</i>	29
4.3.	Perubahan Morfologi <i>Salvinia molesta</i>	31
4.4.	Persentase Penurunan TPH	37
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan	41
5.2.	Saran	42
 DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Pengaruh interaksi antara rasio C:N:P:K dan aerasi terhadap populasi bakteri (cfu/mL) pada hari ke-15.....	25
Tabel 4.2. Pengaruh interaksi antara rasio C:N:P:K dan aerasi terhadap populasi bakteri (cfu/mL) pada akhir bioremediasi (hari ke-30).....	28
Tabel 4.3. Pengaruh rasio C:N:P:K terhadap berat kering tumbuhan <i>Salvinia molesta</i> setelah 30 hari bioremediasi limbah cair minyak bumi.....	29
Tabel 4.4. Pengaruh interaksi antara rasio C:N:P:K dan aerasi terhadap persentase penurunan TPH (%) setelah 30 hari.....	37

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. <i>Salvinia molesta</i>	13
Gambar 3.1. Grafik Waktu Mulai Pembuatan Inokulum dan Lama Inkubasi masing-masing Bakteri yang akan dibuat Konsorsium.....	21
Gambar 4.1. Perubahan morfologi <i>Salvinia molesta</i> perlakuan n_0a_0 (Rasio C:N:P:K=100:0:0:0 dan Tanpa Aerasi), (a)sebelum fitoremediasi (b) setelah fitoremediasi jumlah anakan 291.....	31
Gambar 4.2. Perubahan morfologi <i>Salvinia molesta</i> perlakuan n_0a_1 (Rasio C:N:P:K=100:0:0:0 dan Aerasi 1000 mL/menit), (a) sebelum fitoremediasi dan (b) setelah fitoremediasi jumlah anakan 196.....	31
Gambar 4.3. Perubahan morfologi <i>Salvinia molesta</i> perlakuan n_0a_2 (Rasio C:N:P:K=100:0:0:0 dan Aerasi 1500 mL/menit), (a)sebelum fitoremediasi dan (b) setelah fitoremediasi jumlah anakan 245	31
Gambar 4.4. Perubahan morfologi <i>Salvinia molesta</i> perlakuan n_1a_0 (C:N:P:K=100:0,25:0,025:0,0025 dan Tanpa Aerasi), (a) sebelum fitoremediasi dan (b) setelah fitoremediasi jumlah anakan 36.....	32
Gambar 4.5. Perubahan morfologi <i>Salvinia molesta</i> perlakuan n_1a_1 (C:N:P:K=100:0,25:0,025:0,0025 dan Aerasi 1000 mL/menit), (a) sebelum fitoremediasi dan (b) setelah fitoremediasi jumlah anakan 27.....	32
Gambar 4.6. Perubahan morfologi <i>Salvinia molesta</i> perlakuan n_1a_2 (C:N:P:K=100:0,25:0,025:0,0025 dan Aerasi 1500 mL/menit), (a) sebelum fitoremediasi dan (b) setelah fitoremediasi jumlah anakan 37.....	32
Gambar 4.7. Perubahan morfologi <i>Salvinia molesta</i> perlakuan n_2a_0 (C:N:P:K=100:0,5:0,05:0,005 dan Tanpa Aerasi), (a) sebelum fitoremediasi dan (b) setelah fitoremediasi jumlah anakan 27.....	33

Gambar 4.8. Perubahan morfologi <i>Salvinia molesta</i> perlakuan n_2a_1 (C:N:P:K=100:0,5:0,05:0,005 dan Aerasi 1500 mL/menit), (a) sebelum fitoremediasi dan (b) setelah fitoremediasi jumlah anakan 28.....	33
Gambar 4.9. Perubahan morfologi <i>Salvinia molesta</i> perlakuan n_2a_2 (C:N:P:K=100:0,5:0,05:0,005 dan Aerasi 1500 mL/menit), (a) sebelum fitoremediasi dan (b) setelah fitoremediasi jumlah anakan 24.....	33
Gambar 4.10. Permukaan bawah daun <i>Salvinia molesta</i> tampak mengkilap dan tepi daun menjadi kering	35
Gambar 4.11. Trikoma pada permukaan atas daun <i>Salvinia molesta</i> , (a) sebelum fitoremediasi dan (b) setelah fitoremediasi (hari ke-30) warna bagian atas trikoma berubah menjadi hitam.....	35
Gambar 4.12. Akar <i>Salvinia Molesta</i> (a) akar sebelum fitoremediasi dan (b) akar setelah fitoremedias.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Komposisi medium zoBell	46
Lampiran 2. Analisis varian pengaruh rasio C:N:P:K dan aerasi terhadap jumlah populasi bakteri pada hari ke-15 dan akhir proses bioremediasi (hari ke-30).....	46
Lampiran 3. Analisis varian pengaruh rasio C:N:P:K dan aerasi terhadap berat kering <i>Salvinia molesta</i> pada akhir proses bioremediasi (hari ke-30).....	47
Lampiran 4. Analisis varian pengaruh rasio C:N:P:K dan aerasi terhadap penurunan TPH pada akhir proses bioremediasi (hari Ke-30)	48
Lampiran 5. Kurva pertumbuhan dan waktu generasi terpendek <i>Micrococcus luteus</i>	49
Lampiran 6. Kurva pertumbuhan dan waktu generasi terpendek <i>Pseudomonas pseudomallei</i>	50
Lampiran 7. Kurva pertumbuhan dan waktu generasi terpendek <i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i>	51
Lampiran 8. Kurva pertumbuhan dan waktu generasi terpendek <i>Bacillus</i> sp.....	52
Lampiran 9. Perhitungan Rasio C:N:P:K.....	53
Lampiran 10. Pengukuran pH.....	54
Lampiran 11. Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon.....	54
Lampiran 12. Starter Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon.....	55

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Minyak bumi merupakan sumber energi yang menjadi pilihan utama pada industri, transportasi dan rumah tangga. Melalui pengeboran, pengolahan dan penggunaannya tersebut dihasilkan limbah minyak bumi. Limbah minyak bumi termasuk dalam kategori limbah berbahaya dan beracun (B3) yang berpotensi mencemari lingkungan di tanah maupun perairan. Limbah minyak bumi bersifat rekalsitran sehingga tidak mudah terdegradasi secara alami, maka perlu dicari teknologi yang efektif dan tidak menimbulkan dampak berkelanjutan untuk mengatasi pencemaran tersebut (Nugroho 2006: 1-3).

Salah satu cara yang telah dilakukan untuk mengatasi pencemaran limbah minyak bumi adalah dengan metode bioremediasi, yang didefinisikan sebagai teknologi pembersihan, penghilangan atau pengurangan zat pencemar dalam tanah atau air dengan menggunakan bantuan makhluk hidup, keuntungan bioremediasi di antaranya cukup efektif, efisien, dan lebih ramah lingkungan (Karwati 2009: 7). Bioremediasi menggunakan tumbuhan disebut fitoremediasi, fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, atau menstabilkan bahan pencemar baik senyawa organik maupun anorganik (Fahrudin 2010: 140). Tumbuhan yang dimanfaatkan sebagai agen bioremediasi limbah minyak bumi salah satunya adalah *Salvinia molesta* (Nita 2011: 2). Menurut Oliver (1993: 228), *Salvinia molesta* memiliki akar yang lebat dan panjang, sehingga memperluas rizosfer dan bidang penyerapan.

Bioremediasi dapat terjadi secara alami tetapi kecepatan biodegradasi lambat dibandingkan jika mikroba bekerja optimal. Teknologi bioremediasi yang dirangsang akan meningkatkan kecepatan biodegradasi dengan adanya penambahan nutrisi yang diperlukan dan akseptor elektron (Nugroho 2006: 33). Melalui metode ini diharapkan lingkungan yang tercemari minyak bumi akan menjadi normal dan dapat mendukung program tanpa limbah (*zero waste*).

Faktor yang menjadi penentu keberhasilan bioremediasi adalah ketersediaan nutrisi dan optimalnya faktor lingkungan. Sebagian besar mikroorganisme pendegradasi hidokarbon bersifat aerobik. Mikroorganisme aerobik dan reaksi aerobik membutuhkan adanya oksigen molekuler sebagai akseptor elektron dalam respirasi. Sehingga diperlukan oksigen untuk menstimulasi aktivitas mikroba melalui aerasi, dan aerasi bisa dilakukan dengan penambahan pompa aerasi (Nugroho 2006: 67-75). Berdasarkan hasil penelitian Pricilia (2012: 35), kombinasi interaksi yang paling baik untuk penurunan TPH pada bioremediasi tanah terkontaminasi minyak bumi adalah kelembaban 60%, pH 7, dan aerasi 1000 mL/menit dengan persentase penurunan TPH 3,87% dari TPH awal 10% selama 7 hari.

Mikroorganisme membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhannya. Pada kondisi konsentrasi nutrisi yang memadai juga akan mendukung biodegradasi minyak bumi (Atlas 1991: 152). Nutrisi yang dibutuhkan pada bioremediasi minyak bumi sering dinyatakan dengan C:N:P (karbon:nitrogen:fosfor) dan rasio yang dianjurkan 100:10:1 dan 100:5:1. Perbandingan C/K (karbon/potassium) sebesar 17 memungkinkan pertumbuhan mikroba yang optimal dalam biodegradasi minyak bumi (Joubori & Razaq 2008: 71).

Berdasarkan hasil penelitian Handiana (2009: 37), rasio N:P=5:1 merupakan perlakuan yang terbaik dalam degradasi *sludge* minyak bumi dengan persentase degradasi 78,42% dari konsentrasi sluge 5% selama 7 hari. Zam (2010: 27), melaporkan bahwa rasio C:N:P pada bioremediasi limbah pengilangan minyak bumi yang memberikan hasil terbaik adalah 100:5:1 dengan persentase degradasi TPH 66,55% dari TPH awal 14,5% selama 7 hari. Berdasarkan prapenelitian dengan rasio C:N:P:K=100:10:1:0,1 dan C:N:P:K=100:5:1:0,1 mengakibatkan *Salvinia molesta* menjadi mati, diduga karena rasio tersebut terlalu tinggi untuk *Salvinia molesta*. Oleh karena itu rasio pada penelitian ini diturunkan menjadi C:N:P:K=100:0,5:0,05:0,005 dan C:N:P:K=100:0,25:0,025:0,0025.

Penggunaan kultur campur bakteri petrofilik dapat meningkatkan proses degradasi limbah cair minyak bumi karena setiap spesies bakteri membutuhkan substrat yang spesifik dalam mendegradasi keseluruhan komponen penyusun minyak bumi (Nugroho 2006: 93). Menurut (Harayama *et al.* 1995 *dalam* Aditiawati *et al.* 2001: 1), beberapa jenis mikroba akan bekerja sama dalam mendegradasi minyak bumi sesuai dengan spesifisitas substratnya. Hasil penelitian Handiana (2009: 35), didapatkan 4 isolat bakteri yang berpotensi dalam mendegradasi hidrokarbon pada bioremediasi *sludge* minyak bumi yaitu *Micrococcus luteus*, *Pseudomonas pseudomallei*, *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, dan *Bacillus* sp1 dengan persentase degradasi TPH 78,42% dari konsentrasi sluge 5%.

1.2. Perumusan Masalah

Persyaratan berlangsungnya bioremediasi adalah terpenuhinya faktor yang mempengaruhi proses bioremediasi yaitu mikroba, nutrien dan faktor lingkungan. Pada penelitian ini digunakan konsorsium bakteri petrofilik yang bersifat aerobik dan

biodegradasi didominasi oleh proses oksidasi, tetapi kondisi perairan yang tercemar minyak bumi mengalami penurunan kandungan oksigen sehingga perlu dilakukan penambahan oksigen melalui aerasi. Limbah minyak bumi mengandung unsur C yang berlimpah tetapi unsur N, P, dan K rendah, sehingga perlu dilakukan penambahan nutrisi. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh aerasi dan rasio C:N:P:K yang dicobakan terhadap peningkatan bioremediasi limbah cair minyak bumi oleh konsorsium bakteri petrofilik dan *Salvinia molesta* D.S. Mitchell.

1.3. Hipotesis

Aerasi dan rasio C:N:P:K yang tepat dapat meningkatkan degradasi TPH pada bioremediasi limbah cair minyak bumi oleh konsorsium bakteri petrofilik dan *Salvinia molesta* D.S. Mitchell.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh aerasi dan rasio C:N:P:K yang tepat pada bioremediasi limbah cair minyak bumi oleh konsorsium bakteri petrofilik dan *Salvinia molesta* D.S. Mitchell.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai aerasi dan rasio C:N:P:K yang tepat pada bioremediasi limbah cair minyak bumi oleh konsorsium bakteri petrofilik dan *Salvinia molesta* D.S. Mitchell.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1977. *Biodegradation and Bioremediation*. Second Edition. Academic Press. USA. xiv + 453 pages.
- Atlas, R.M. & R. Bartha. 1998. *Microbial Ecology: Fundamental and Application 4th editon*. Benyamin Cummings Publishing, Co. Inc.Redwood City. California. x + 694 pages.
- Atlas, R.M. 1991. Microbial Hydrocarbon Degradation-Bioremediation of Oil Spill. *J. Chem. Tech. Biotechnol.* 52: 149-156.
- Atlas, R.M. 1981. Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbons. Environmental Perspective. *J. Microbiol. Rev.* 45(1): 180-209.
- Aditiawati, P., M.R. Pikoli, & A.D. Indriani. 2001. Isolasi Bertahap Bakteri Pendegradasi Minyak Bumi dari Sumur Bangko. *Prosiding Simposium Nasional LATMI*. Institut Teknologi Bandung. 8 hlm.
- Djamaan, D. 2006. Pemberian Nitrogen (Urea) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Selada (*Lactuca Sativa L.*). *Artikel*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat 4 hlm.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air Dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta. x + 190 hlm.
- Fahrudin. 2010. *Bioteknologi Lingkungan*. Alfabeta. Bandung. vii +171 hlm.
- Frick, C.M., R.E. Farrell, & J.J. Germida. 1999. *Assessment of Phytoremediation as an In-Situ Technique for Cleaning Oil-Contaminated*. Department of Soil Science University of Saskatchewan Saskatoon, Canada. v + 82 pages.
- Fuad, M.T., Aunurohim, & T. Nurhidayati. 2013. Efektivitas Kombinasi *Salvinia molesta* dengan *Hydrilla verticillata* dalam Remediasi Logam Cu pada Limbah Elektroplating. *J. Sains dan Seni Pomits*. 2(1): 241-245.
- Gordon, R. 1994. Bioremediation and its Application to Exxon Valdez Oil Spill in Alaska. *J. Environ. Sci.* 11 pages.
- Harayama, S., H. Kishira, Y. Kasai, and K. Shutsubo. 1999. Petroleum Biodegradation in Marine Environments. *J. Molec. Microbiol. Biotechnol.* 1(1): 63-70.

- Handiana, E. 2009. Bioremediasi *Sludge* Minyak Bumi Menggunakan Kultur Campur Bakteri Indigen pada Medium dengan Rasio N:P yang Berbeda. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. FMIPA UNSRI. 67 hlm. (Tidak dipublikasikan).
- Holt, J. G., Noel, R. K., Peter, H. A., James, T. S. & Stanley, T. W. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 9th. New York Lippincott Williams & Wilkins. 787 hlm.
- Joubori, M. H., & A. H. Razaq. 2008. Biotreatment of Oil Wells Drilling Waste in an Agricultural Soil. *J. Chem. and Petrol. Engin.* 9 (2): 69-74.
- Karwati. 2009. Degradasi Hidrokarbon Pada Tanah Tercemari Minyak Bumi Dengan Isolat A10 Dan D8. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Kimia*. FMIPA IPB. 10 hlm.
- Kepmen LH No. 128. 2003. *Tatacara dan Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Minyak Bumi dan Tanah Terkontaminasi oleh Minyak Bumi secara Biologis*. Deputi Menteri Lingkungan Hidup Bidang Kebijakan dan Kelembagaan Lingkungan Hidup. 5 hlm.
- Kurniawan, A. 2012. Simulasi Bioremediasi pada Lahan Terkontaminasi Total Petroleum Hidrokarbon (TPH) Menggunakan Serabut Buah Bintaro dan Sekam Padi. *Seminar Nasional Waste Management I. Teknik Sipil dan Lingkungan*, Institut Pertanian Bogor. Bandung: 217-222.
- Kusnadi. 2012. *Mikrobiologi Common Text*. Universitas Pendidikan Indonesia. 153 hlm.
- Leahy, J. G., & R. R. Colwell. 1990. Microbial Degradation of Hydrocarbons in the Environment. *J. Microbiol. Rev.* 53(3): 305-315.
- Mukaromah, E., I.D. Prijambada, J. Widada, & A. Ma'as. 2006. Study Makrokosmos Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi Melalui Inokulasi Mikroorganisme dan Pemberian Nutrisi Berulang. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Pertanian*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. 4 hlm.
- Munawar, A. 2007. Kajian Statistik terhadap Nutrien Organik dan Anorganik untuk In Situ Tes Bioremediasi Tumpahan Minyak dengan metode Biostimulation di Lingkungan Pantai. *J. Ilmiah Teknik Lingkungan*. 2 (1): 41-54.
- Munawar & Mukhtasor. 2007. Pengujian Nutrien organik untuk Bioremediasi Tumpahan Minyak Mentah dengan Metode Biostimulasi di Lingkungan Pantai Surabaya, Jawa Timur. *J. Purifikasi*. 8(2): 91-96.
- Munawar & Elfita. 2011. Ketahanan Hidup Konsorsium Bakteri pada Media Pembawa Tanah Gambut Selama Masa Penyimpanan. *Sminar Nasional Hasil Penelitian*. Lembaga Penelitian UNSRI Palembang. 7 hlm.

- Munawar. 1999. Isolasi dan Uji Kemampuan Isolat Bakteri Rizosfir dari Hutan Bakau di Cilacap dalam Mendegradasi Residu Minyak Bumi. *Tesis Megister Program Studi Biologi*. Institut Teknologi Bandung. 92 hlm.
- Muti. 2010. Air Limbah. <http://www.airlimbah.com/tag/aerasi/>. 24 Desember 2012.
- Nita, F.A. 2011. Kemampuan Fitoremediasi *Salvinia molesta* D.S. Mitchell pada Beberapa Konsentrasi Limbah Cair Minyak Bumi. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. FMIPA UNSRI. 62 hlm. (Tidak dipublikasikan).
- Nugroho, A. 2006a. *Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi*. Graha Ilmu. Yogyakarta. xiv +160 hlm.
- Nugroho, A. 2006b. Biodegradasi Sludge Minyak Bumi dalam Skala Mikrokosmos: Simulasi Sederhana Sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment. *J. Makara Teknologi*. 10(2): 82-89.
- Nwoko, C. O. 2010. Trends in phytoremediation of toxic elemental and organic pollutants. *J. Biotechnol.* 9(37). 7 pages.
- Owens, C.S. & R.M. Smart. 2010. *Effects of Nutrients, Salinity, and pH on Salvinia molesta* Growth. *J. Aquat. Plant Manage.* 43. 7 pages.
- Oliver, J.D. 1993. A Review of the Biology of Giant *Salvinia*. *J. Aquat. Plant Manage.* 31: 227-231.
- Pricilia, M. 2012. Optimasi Faktor Lingkungan untuk Meningkatkan Kinerja Konsorsium Bakteri Petrofilik pada Bioremediasi Hidrokarbon. *Skripsi Sarjana Sains Bidang Studi Biologi*. FMIPA UNSRI. 62 hlm. (Tidak dipublikasikan).
- Rao, N.S. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tumbuhan*. Edisi II. UI Press. Jakarta. 352 hlm.
- Rossiana, N., T. Supriatun, dan Y. Dhahiyat. 2007. Fitoremediasi Limbah Cair dengan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) dan Limbah Padat Industri Minyak Bumi dengan Sengon (*Paraserianthes falcataria*) Bermikoriza. *Usulan Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi*. FMIPA Universitas Padjadjaran. 49 hlm.
- Sandy, N.J., T. Nurhidayati, dan K.I. Purwani. 2010. Profil Protein Tumbuhan Kiambang (*Salvinia molesta*) Yang Dikulturkan Pada Media Modifikasi Air Lumpur Sidoarjo. *Artikel*. FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. 15 hlm.
- Steenis, V., G.D. Hoed, S. Bloembergen, P.J. Eyma. 2006. *Flora*. M. Surjowinoto (Penerjemah). Pradnya Paramita. Jakarta. xi + 485 hlm.

- Sugiura, K., M. Ishihara, T. Shimauchiand, S. Harayama. 1997. Physicochemical Properties and Biodegradability of Crude Oil. *J. Environ. Sci. Technol.* 31: 45-51.
- Surakusumah. W. 2012. Fitoremediasi Pencemaran Tanah oleh Petroleum Hidrokarbon. *Artikel. Teknologi Pembangunan Berkelanjutan*. 16 hlm.
- Sutedjo, M.L. 2010. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta. x + 174 hlm.
- Tangahu, B.V. 2008. Fitoremediasi Air yang Tercemar Minyak Pelumas dalam Sistem Kontinyu dengan Aliran Horizotal. *Laporan Penelitian Dosen Muda*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Institut Teknologi Sepuluh November. x + 145 hlm.
- Ulfah, W.N. 2009. Pengolahan Air Limbah Kantin Secara Biologi: Suatu Kajian Terhadap Efektivitas Penggunaan *Bacillus* sp. dan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*). *Skripsi Sarjana Bidang Studi Manajemen Sumberdaya Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. 83 hlm.
- U.S. Congress Office of Technology Assessment .1991. *Bioremediation for Marine Oil Spills*. Government Printing Office. Washington DC. 30 pages.
- U.S. EPA. 2000. Introduction to Phytoremediation. *Artikel of Environmental Protection Agency*. National Risk Management Research Laboratory. Ohio. 104 pages
- Vidali, M. 2001. Bioremediation An Overview. *J. Pure Appl. Chem.* 73(7): 1163-1172.
- Viobeth, B.R., S. Sumiyati, & E. Sutrisno. 2010. Fitoremediasi Limbah Mengandung Timbal (Pb) dan Nikel (Ni) Menggunakan Tumbuhan *Salvinia molesta*. *Artikel. Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro*. 11 hlm.
- Wulan, P.PDK., M. Gozan, B. Arby, & B. Achmad. 2006. Penentuan Rasio C:N:P sebagai Nutrisi pada Proses Biodegradasi Benzena-Toluena dan Scale Up Kolom Bioregenerator. *Artikel. Bidang Studi Teknik Kimia Universitas Indonesia*. 8 hlm.
- Yulis, N. 2004. Pertumbuhan dan Hasil Tumbuhan Kentang (*Solanum tuberosum*) yang diberi pupuk organik yang difermentasi *Azospirillum* sp. dan Pupuk Nitrogen di Pangalengan dan Cisarua. *Disertasi Doktor (Dr) Program Studi Pertanian*. Program Pascasarjana Universitas Padjadjaran Bandung. 179 hlm.
- Zam, I. S. 2010. Optimasi Konsentrasi Inokulum , Rasio C:N:P dan pH pada Proses Bioremediasi Limbah Pengilangan Minyak Bumi Menggunakan Kultur Campuran. *J. El-Hayah*. 1(2): 23-34.