

SKRIPSI

UJI KEMAMPUAN ISOLAT BAKTERI *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 DAN *Bacillus* sp. T2H3D5-5 DALAM MENDEGRADASI SENYAWA HIDROKARBON MINYAK BUMI

***ABILITY TEST OF Pseudomonas sp. T4H3D5-4 and
Bacillus sp. T2H3D5-5 ISOLATE TO DEGRADE
HYDROCARBON PETROLEUM COMPOUNDS***



**Lestari Nur Hidayat
05121007101**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016**

SUMMARY

LESTARI NUR HIDAYAT. Ability Test *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 and *Bacillus* sp. T2H3D5-5 Isolate To Degrade Hydrocarbon Petroleum Compounds. (Supervised by **NUNI GOFAR** and **ABDUL MADJID ROHIM**)

Bioremediation is the management that relies degradation by using microorganisms degrade hydrocarbons, is a more economical and environmental acceptable. Bioremediation involves adding nutrients and oxygen for the microorganisms degrade that has been added to the contaminated land. This treatment causes the increased number of microorganisms, as well as degrade organic compounds polluting activities. The purpose of this study was to test the ability of bacterial isolates hydrocarbonoclastic *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 and *Bacillus* sp. T2H3D5-5 singly and mixed (consortium) with different isolates concentrations (0,5% and 1%) in reducing petroleum contaminated soil TPH. The experimental design used was completely randomized design (CRD) factorial. Factor 1, which isolates and isolates concentration factor of 2, namely, with three replications. Prior to incubation, soil contaminated sediment in advance using petroleum. Experiments conducted over 4 weeks. Variables measured is the average population of bacteria, the release of CO₂ is measured on a weekly basis, while the pH and TPH analysis measured at initial analysis (0 MSI) and the end of the study (4 MSI). And a complete analysis of the soil (organic C, N-P-K, Al-dd) performed at baseline after petroleum contamination as supporting data. The results showed that Isolate, concentration and interaction effect no significant effect on the population of the battery, the release of CO₂, and a decrease in TPH. Treatment consortium hydrocarbonoclastic bacteria *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 and *Bacillus* sp. T2H3D5-5 at a concentration of 0,5% and 1% have the capacity 9,4 times (94%) in reducing petroleum contaminated soil TPH.

Keywords: bioremediation, hydrocarbon, consortium, TPH

RINGKASAN

LESTARI NUR HIDAYAT. Uji Kemampuan Isolat Bakteri *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 dan *Bacillus* sp. T2H3D5-5 dalam Mendegradasi Senyawa Hidrokarbon Minyak Bumi (Dibimbing oleh **NUNI GOFAR** dan **ABDUL MADJID ROHIM**)

Bioremediasi adalah pengelolaan yang mengandalkan degradasi dengan memanfaatkan mikroorganisme pendegradasi hidrokarbon, merupakan cara yang lebih ekonomis dan dapat diterima lingkungan. Bioremediasi melibatkan penambahan nutrien dan oksigen bagi mikroorganisme pendegradasi yang telah ditambahkan pada lahan yang tercemar. Perlakuan ini menyebabkan jumlah mikroorganisme tersebut meningkat, demikian pula dengan aktifitasnya mendegradasi senyawa organik pencemar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menguji kemampuan isolat bakteri hidrokarbonoklastik *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 dan *Bacillus* sp. T2H3D5-5 secara tunggal dan campuran (konsorsium) dengan konsentrasi isolat berbeda (0,5% dan 1%) untuk menurunkan TPH tanah terkontaminasi minyak bumi. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, dengan 3 ulangan. Sebelum di inkubasi, tanah dicemari terlebih dahulu dengan menggunakan sedimen minyak bumi. Percobaan dilakukan selama 4 minggu. Total rerata populasi bakteri, pelepasan CO₂ diukur setiap minggu, sedangkan analisis pH dan TPH diukur pada analisis awal (0 MSI) dan akhir penelitian (4 MSI). Dan analisis lengkap tanah (C-organik, N-P-K, Al-dd) dilakukan di awal penelitian setelah dilakukan pencemaran minyak bumi sebagai data penunjang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Isolat, konsentrasi dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap populasi bateri, pelepasan CO₂, dan penurunan TPH. Perlakuan konsorsium isolat bakteri hidrokarbonoklastik *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 dan *Bacillus* sp. T2H3D5-5 pada konsentrasi 0,5% maupun 1% memiliki kemampuan 9,4 kali (94%) dalam menurunkan TPH tanah terkontaminasi minyak bumi.

Kata Kunci : Bioremediasi, hidrokarbon, konsorsium, TPH

SKRIPSI

UJI KEMAMPUAN ISOLAT BAKTERI *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 DAN *Bacillus* sp. T2H3D5-5 DALAM MENDEGRADASI SENYAWA HIDROKARBON MINYAK BUMI

***ABILITY TEST Pseudomonas sp. T4H3D5-4 AND Bacillus
sp. T2H3D5-5 ISOLATE TO DEGRADE
HYDROCARBON PETROLEUM COMPOUNDS***

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian**



**Lestari Nur Hidayat
05121007101**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

UJI KEMAMPUAN ISOLAT BAKTERI *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 DAN *Bacillus* sp. T2H3D5-5 DALAM MENDEGRADSI SENYAWA HIDROKARBON MINYAK BUMI

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Pertanian

Oleh :

Lestari Nur Hidayat
05121007101

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S.
NIP. 196408041989032002

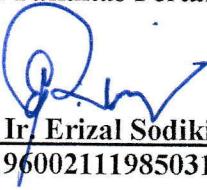
Pembimbing II



Dr. Ir. A. Madjid Rohim, M.S.
NIP. 196110051987031023



Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian


Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP. 196002111985031002

Skripsi dengan Judul "Uji Kemampuan Isolat Bakteri *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 dan *Bacillus* sp. T2H3D5-5 dalam Mendegradasi Senyawa Hidrokarbon Minyak Bumi" oleh Lestari Nur Hidayat telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 19 Oktober 2016 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S. Ketua
NIP. 196408041989032002

2. Dr. Ir. Abdul Madjid Rohim, M.S. Sekretaris
NIP. 196110051987031023

3. Ir. Yaswan Karimuddin, M.S. Anggota
NIP. 195608091983031004

4. Dr. Ir. Agus Hermawan, M.T. Anggota
NIP. 196808291993031002

5. Dr. Ir. M. Bambang Prayitno, M.Agr.Sc. Anggota
NIP. 196109201990011001

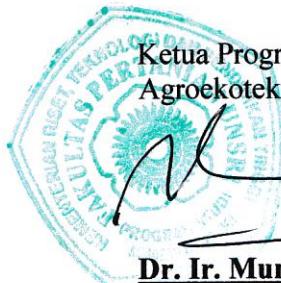
Indralaya, November 2016

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya



Dr. Ir. Erizal Sodikin
NIP.196002111985031002

Ketua Program Studi
Agroekoteknologi



Dr. Ir. Munandar, M.Agr.
NIP. 196012071985031005

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Lestari Nur Hidayat

Nim : 05121007101

Judul : Uji Kemampuan Isolat Bakteri *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 dan *Bacillus* sp. T2H3D5-5 dalam Mendegradasi Senyawa Hidrokarbon Minyak Bumi

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang dicantumkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sangsi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapatkan paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, November 2016



INH
Lestari Nur Hidayat

Lestari Nur Hidayat

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 22 Juli 1994 di Padang Panjang Sumatera Barat, yang merupakan anak pertama dari buah hati pasangan Hidayatul Azmi dan Yurnita.

Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar diselesaikan di SDN 16 SCCH Kota Payakumbuh (2000-2006), sekolah menengah pertama di MTsN Kota Payakumbuh (2006-2009) dan sekolah menengah atas di MAN 2 Kota Payakumbuh (2009-2012). Sejak tahun 2012 penulis melanjutkan pendidikan keperguruan tinggi, tercatat sebagai mahasiswa di Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya melalui Jalur SNMPTN. Pada semester V (lima) penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Selama menjadi mahasiswa penulis tercatat sebagai salah satu pengurus Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) KM Fakultas Pertanian sebagai anggota dari Dapartemen Sosial Masyarakat (SOSMAS) pada tahun 2012-2014. Penulis dipercaya menjadi salah satu pengurus Himpunan Mahasiswa Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Unsri sebagai anggota Dapartemen Media Informasi (MEDINFO) pada tahun 2015. Selama menjadi mahasiswa penulis dipercaya menjadi asisten dari mata kuliah Mikrobiologi Tanah, Organisme Tanah dan Teknologi Pupuk dan Pemupukan.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, shalawat serta salam tercurah kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, kepada keluarga, sahabat, dan insya Allah kita sebagai umatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul “Uji Kemampuan Isolat Bakteri *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 dan *Bacillus* sp. T2H3D5-5 dalam Mendegradasi Senyawa Hidrokarbon Minyak Bumi” sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian.

Penulis sangat berterima kasih kepada dosen pembimbing Ibu Prof. Dr. Ir. Nuni Gofar, M.S. dan Bapak Dr. Ir. A. Madjid Rohim. M.S. yang telah memberikan bimbingan dan arahan sejak perencanaan, pelaksanaan dan analisis hasil penelitian sampai penyusunan dan penulisannya ke dalam bentuk skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dosen penguji yang terdiri dari Bapak Ir. Yaswan Karimuddin, M.S. dan Bapak Dr. Ir. Muh. Bambang Prayitno, M.Agr.Sc. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada ketua dan sekretaris Jurusan Tanah, yaitu Dr. Ir. Dwi Setyawan, M.Sc. dan Dr. Ir. Agus Hermawan, M.T., dan seluruh staf Dosen Jurusan Tanah. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Dr. Munawar yang telah bersedia memberikan isolat bakteri, sebagai penunjang penelitian penulis. Kepada orang tua yang telah memberikan dukungan baik dalam bentuk bentuk moril dan materi serta keluarga besar H. Muchtar. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada mika, serta kepada teman-teman angkatan 2012 dan pihak-pihak lain yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini berguna bagi penulis khususnya dan para pembaca pada umumnya, guna meningkatkan pengetahuan di bidang pertanian.

Indralaya, November 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
1.3. Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Minyak Bumi	4
2.2. Kontaminan Oleh Minyak Bumi.....	6
2.3. Hidrokarbon Limbah Minyak Bumi	7
2.4. Bioremediasi	9
2.5. Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi.....	12
2.6. Mekanisme Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon Oleh Bakteri	13
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	15
3.1. Tempat dan Waktu	15
3.2. Bahan dan Alat.....	15
3.3. Metode Penelitian.....	15
3.4. Pelaksanaan Penelitian	16
3.5. Pengujian Pengaruh Bakteri Hidrokarbonoklatik dalam Bioremediasi	16
3.6. Pengamatan (Peubah yang Diamati)	17
3.7. Analisis Data	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1. Sifat Kimia Tanah Setelah Pencemaran	20
4.2. Populasi Bakteri	21

4.3. Nilai pH Tanah.....	24
4.4. Pelepasan CO ₂	27
4.5. TPH (Total Petroleum Hidrokarbon)	28
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1. Kesimpulan	32
5.2. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 4.1. Rerata pH H ₂ O akhir pada media yang diberi isolat konsetrasi 0,5% dan 1% minggu k-4.....	25
Gambar 4.2. Persentase penurunan TPH (Total Petroleum Hidrokarbon) pada media yang diberi perlakuan isolat konsentrasi 0,5%.....	29
Gambar 4.3. Persentase penurunan TPH (Total Petroleum Hidrokarbon) pada media yang diberi perlakuan isolat konsentrasi 1%.....	29

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Sifat kimia tanah asal Lahan Percobaan yang dicemari minyak bumi asal Desa Kasih Dewa yang digunakan untuk perlakuan bakteri hidrokarbonoklastik.....	20
Tabel 4.2. Pengaruh isolat tunggal dan konsorsium bakteri <i>Pseudomonas</i> sp. dan <i>Bacillus</i> sp. dengan konsetrasi isolat berbeda terhadap populasi bakteri.....	22
Tabel 4.3. Pengaruh isolat dan konsorsium bakteri hidrokarbonoklastik pada konsentrasi isolat berbeda (0,5% dan 1%) terhadap pelepasan CO ₂ setiap minggu.....	27
Tabel 4.4. Rata-rata kadar TPH (%) tanah tercemar minyak bumi 4 MSI.....	30

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1.	Data Populasi Bakteri
Lampiran 2.	Data pH
Lampiran 3.	Data Pelepasan CO ₂
Lampiran 4.	Data kadar TPH (%)
Lampiran 5.	Foto selama penelitian di Laboratorium.....

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.

Minyak mentah yang tumpah baik di daratan maupun perairan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dengan berbagai cara. Bencana alam dan kecelakaan pada unit pengolahan dan pengangkutan minyak dapat menyebabkan kontaminasi tanah dan pengurangan produktivitas lahan. Penurunan produktivitas lahan karena polusi tanah, air dan udara merupakan masalah utama dalam meningkatkan produktivitas pertanian, terutama untuk menjamin keamanan pangan (Kamaruzzaman *et al.*, 2013).

Metode bioremediasi merupakan cara penanggulangan tumpahan minyak yang lebih aman bagi lingkungan (Prince *et al.*, 2003). Selain itu, metode ini juga bisa dipadukan dengan metode fisika maupun kimia (Boopathy, 2000). Ada dua pendekatan yang dapat digunakan dalam bioremediasi tumpahan minyak, yaitu : *bioaugmentasi*, di mana mikroorganisme pengurai ditambahkan untuk melengkapi populasi mikroba yang telah ada, dan *biostimulasi*, di mana pertumbuhan pengurai hidrokarbon asli dirangsang dengan cara menambahkan nutrien atau mengubah habitat (Venosa dan Zhu, 2003).

Senyawa hidrokarbon dapat menjadi sumber pencemar bagi lingkungan air dan tanah yang potensinya semakin meningkat seiring dengan perkembangan perindustrian (Ueno *et al.*, 2007). Beberapa penelitian membuktikan bahwa beberapa senyawa hidrokarbon minyak bumi dapat didegradasi oleh mikroorganisme seperti jamur dan bakteri. Penelitian dengan menggunakan mikroorganisme unggul (strain) untuk meguraikan senyawa hidrokarbon terus dikembangkan.

Besarnya penyisihan senyawa hidrokarbon ini bergantung pada aktivitas atau kemampuan mikroorganisme. Beberapa tahapan dilakukan untuk meningkatkan kemampuan mikroorganisme dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon minyak bumi, diantaranya pengambilan sampel tanah, pengadukan dan aerasi, penambahan nutrisi, dan optimalisasi faktor fisika-kimia yang mempengaruhi aktivitas mikroorganisme yang akan diuji (Obuekwe *et al.*, 2001).

Beberapa jenis bakteri yang mampu menggunakan hidrokarbon minyak bumi sebagai sumber karbon pada kondisi aerob antara lain: *Pseudomonas* sp., *Acinetobacter* sp., *Mycococcus* sp., *Flavobacterium* sp., *Aeromonas* sp., *Micrococcus* sp., dan *Geobacillus* sp. (Yemashova *et al.*, 2007).

Bakteri pengurai minyak bumi ternyata cukup banyak dan dapat ditemukan di berbagai tempat yang sesuai, yaitu lingkungan yang mengandung limbah minyak bumi yang cukup. Berdasarkan penelitian Gofar (2012) didapat dua isolat bakteri yang dapat merombak hidrokarbon yaitu *Pseudomonas alcaligens* yang mampu menurunkan TPH sebesar 63 % dan *Alcaligenes faecalis* yang mampu menurunkan TPH sebesar 70 % dan merupakan bakteri indigen dari tempat tanah tercemar hidrokarbon. Bioremediasi dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam mikroba, seperti bakteri, jamur dan aktinomisetes. Berdasarkan penelitian Munawar *et al.*, (2012) hasil isolasi dari 5 sampel tanah terkontaminasi minyak dari Sumatera Selatan didapatkan 56 isolat yang dapat merombak hidrokarbon, diantaranya *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 dan *Bacillus* sp. T2H3D5-5 yang belum diteliti lebih lanjut tentang uji kemampuan ke dua isolat bakteri tersebut.

Beberapa bakteri hidrokarbonoklastik lebih efektif dalam merombak minyak bumi jika dikonsorsiumkan. Oleh karena itu, penelitian ini akan menguji kemampuan kedua isolat tersebut secara tunggal dan konsorsium dengan konsentrasi berbeda.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan isolat bakteri hidrokarbonoklastik *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 dan *Bacillus* sp.T2H3D5-5 secara tunggal dan konsorsium dengan konsentrasi berbeda untuk menurunkan TPH tanah terkontaminasi minyak bumi.

1.3. Manfaat

Isolat bakteri hidrokarbonoklastik dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon minyak bumi yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan sebagai agen bioremediasi.

1.4. Hipotesis

Diduga isolat konsorsium *Pseudomonas* sp. T4H3D5-4 dan *Bacillus* sp. T2H3D5-5 dengan konsentrasi 1% (v/v) merupakan perlakuan terbaik dalam menurunkan TPH pada tanah terkontamasi minyak bumi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera, F., Mendez, J., Pasaro, E., and Laffon, B. 2010. Review on the effects of exposure to spilled oils on human health. *Journal of Applied Toxicology* 10.1002: (1521).
- Baltrenas P., Baltrenaile E., Sereviciene V., and Pereira P. 2011. Atmospheric BTEX concentrations in the vicinity of the crude oil refinery of the baltic region. *Environmental Monitoring and Assessment, Journal.* Vol 182, (1-4).
- Boopathy R. 2000. Factors Limiting Bioremediation Technologies. *Bioresource Technology*. 74: 63–67.
- Carmen Marti, M., Daymi Camejo., and Nieves Fernandez Garcia. 2009. Effect of oil refinery sludges on the growthand antioxidant system. *Journal of Hazardous Materials*. 171 : 879-885.
- Chaineau, C. H., Rougeux G., Yeremian C., and Oudot J. 2005. Effects of nutrient concentration on the biodegradasi of crude oil and associated microbial populations in the soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 37 : 1490-1497.
- Culbertson, J.B., Valiela, I., Pickart, M., Peacock, E.E., and Reddy, C.M. 2008. Long-term consequences of residual petroleum on salt marsh grass. *Journal of Applied Ecology*. 45(4): 1284-1292.
- Darliana. 2009. Pengaruh jenis bokashi terhadap bobot isi, c-organik dan ktk tanah, serta hasil daun the pada andosol asal Gambang. www.p4tkipa.org. Diakses tanggal 26 Maret 2016.
- Gilbert, E. J. 1993. Pseudomonas lipases; Biochemical properties and molecular cloning. *Enzyme Microb Technol.* 15: 634-635.
- Gofar, N. 2012. Aplikasi isolat bakteri hidrokarbonoklastik asal rizosfer mangrove pada tanah tercemar minyak bumi. *Jurnal Lahan Suboptimal*. 1(2) : 123-129.
- Gordon, R. 1994. bioremediation and its application to exxon valdez oil spill in alaska. [Http://www.geocities.com](http://www.geocities.com). Diakses tanggal 28 Mei 2016.
- Gossalam. 1999. *Uji Kemampuan Degradasi Hidrokarbon Minyak Bumi Oleh Isolat Bakteri Dan Lingkungan Hutan Mangrove*. Thesis (tidak dipublikasikan) Magister ITB. Bandung.
- Hadi SN. 2004. Degradasi minyak bumi via “tangan” mikroorganisme. <http://www.chemistry.org/?sect=artikel&ext=64> [23 Mei 2016].

- Husain, D. R. 2006. Karakteristik pertumbuhan bakteri *Pseudomonas nautica* strain 617 pada hidrokarbon tetradekana. *Buletin Penelitian Jurusan Biologi FMIPA UNHAS*. 9 (1): 51-58.
- Jualiani, A., dan F. Rahman. 2011. Bioremediasi lumpur minyak bumi (oil sludge) dengan penambahan kompos sebagai bulking agent dan sumber nutrien tambahan. *Jurnal Sains dan teknologi lingkungan*. 3(1) : 001-018.
- Junaidi, Muyassir, dan Syafruddin. 2013. Penggunaan bakteri *pseudomonas fluorescens* dan pupuk kandang dalam bioremediasi Inceptisol tercemar hidrokarbon. *Jurnal konservasi sumber daya lahan pascasarjana universitas syiah kuala*. 1(1) : 1-9.
- Kamaruzzaman, Muyassir, dan Syafruddin. 2013. Pengaruh nutrisi dan bakteri *pseudomonas fluorescens* terhadap mikroorganisme pendegradasi hidrokarbon pada Entisol. *Jurnal Konservasi Sumber Daya Alam Pascasarjana Universitas Syiah Kuala*. 1(1) : 10-15.
- Karwati. 2009. *Degradasi hidrokarbon pada tanah tercemari minyak bumi dengan isolat a10 dan d8*. [Skripsi]. Departemen Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor, Bogor (Tidak Dipublikasikan)
- Kim SJ. 2005. Evaluation of bioremediation effectiveness on crude oil contaminated sand. *Journal chemosphere*. 59 : 9845.
- Kristianto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Jakarta: Penerbit Andi
- Kurniawan, A., dan Effendi, A.J. 2014. Biodegradasi residu total petroleum hidrokarbon dibawah konsentrasi 1% (w/w) hasil proses biodegradasi. *Jurnal Manusia & Lingkungan*. 21(3) : 291.
- Kussuryani Y. 2003. Penelitian pengaruh nutrisi terhadap biodegradasi limbah cair kilang minyak. Jakarta: Lembaran publikasi lemigas 37: 2.
- Leahy, J.G., and Colwell, R.R. 1990. Microbial degradation of hydrocarbons in the environment. *Departement of Microbiology University of Maryland, College Park, Maryland. Journal*. 54(3): 305-315.
- Mangkoedihardjo, S. 2005. Seleksi Pemulihan Untuk Ekosistem Laut Tercemar Minyak (*Remediation Technologies Selection for Oil-Polluted Marine Ecosystem*). Seminar Nasional dan Teknologi. ITS Surabaya. 9 hlm.
- Muhtar, I. 2001. *Proses Pengolahan Migas*. Akademi Minyak dan Gas Bumi. Cepu.
- Mulyana, N., T. R. Dyah., D. Sudrajat., dan A. Adari. 2015. Biodegradasi cemaran minyak mentah menggunakan isolat bakteri dari pertambangan minyak rakyat Cepu. *Jurnal Lingkungan dan Kebumian*. 3(1): 22-26.

- Munawar, Mukhtasor, dan Tini S. 2007. Bioremediasi tumpahan minyak mentah dengan metode biostimulasi nutrien organik di lingkungan Pantai Surabaya Timur. *Jurnal. Berk. Penel. Hayati*: 13 (91-96). Surabaya: UPN "Veteran" Jawa Timur.
- Munawar., P. Aditiawati., and D.I. Astuti. 2012. Sequential isolation of saturated, aromatic, resinic and asphaltic fractions degrading bacteria from oil contaminated soil in South Sumatera. *Makara Journal of Science*. 16(1): 58-64.
- Harahap N. 2010. *Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak Bumi Menggunakan Bakteri Hidrokarbonoklastik Asal Hutan Mangrove Desa Sungsang*. Skripsi S1 (tidak dipublikasikan). Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Notodarmojo, S., 2005. *Pencemaran Tanah dan Air Tanah*. Penerbit ITB. Bandung.
- Nugroho, A. 2006. Biodegradasi sludge minyak bumi dalam skala mikrokosmos: simulasi sederhana sebagai kajian awal bioremediasi land treatment. *Jurnal Makara Teknologi*. Vol.10, no. 2: 82-89 hlm.
- Nugroho, A. 2007. Dinamika populasi konsorsium bakteri hidrokarbonoklastik : studi kasus biodegradasi hidrokarbon minyak bumi skala laboratorium. *Jurnal Ilmu Dasar*. 8(1) : 13-23.
- Nugroho, A. 2009. Produksi gas hasil biodegradasi minyak bumi: kajian awal aplikasinya dalam meor. *Jurnal Makara Reknologi*. 13(2): 111-116.
- Nuryatini dan Wiloso, E.I. 2010. Uji metode analisis minyak terdispersi dalam air. *JurnalTeknologi Indonesia*. 262: 05.
- Obuekwe, C dan Al-Muttawa, E. 2001. Self-immobilized bacterial cultures with potential as ready-to-use for petroleum bioremediation. *Biotechnology Letters*. 23 : 1025-1032.
- Okoh, A. I. 2006. Biodegradation alternative in the cleanup of petroleum hydrocarbon Pollutans. *Academic Journals Biotechnology and Molecular Biology Review*. 1 (2): 38-50 hlm.
- Onifade, A.K., Abubakar,F.A and Ekundayo, F.O. 2007. Bioremediation of crude oil polluted soil in the Niger Delta area of Nigeria using enhanced natural attenuation. *Research Journal of Applied Sciences*. 2 (4): 498-504.
- Prince RC, Bare RC, Garret RM, Grossman MJ, Haith CE, Keim LG, Lee K, Holtom GJ, Lambert P, Sergy GA, Owens EH, and Guenette CC. 2003. Bioremediation of stranded oil on an arctic shoreline. *Spill Science & Technology Bulletin*. 8(3): 303–312.

- Pusat penelitian Tanah. 1983. Terms of Reference. Type A Survey Kapabilitas dan Klasifikasi Kesesuaian Lahan. P3MT, Bogor.
- Risayekti, 2004, *Bahan Bakar Minyak dan Pelumas*, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Minyak dan Gas Bumi, Cepu.
- Sartika, W.D. 2005. *Pengaruh penambahan pupuk anorganik dan masa adaptasi tanaman terhadap efektivitas fito- remediasi tanah tercemar hidrokarbon minyak bumi*. Bandung: Department of Environmental Engineering, ITB.
- Silalahi, MDS, Effendi.E, dan Tribuwon.BR. 2006. Pemanfaatan reaktor batch bioslurry untuk menentukan kinetika biodegradasi limbah minyak bumi. *Jurnal teknologi lingkungan*. 3(1): 1 – 11.
- Silvia, S. 2007. *Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi Menggunakan Isolat Bakteri dari Limbah Minyak Bumi PT. Cevron Pacifik Indonesia*. Universitas Andalas. 20 hlm.
- Styani dan Erna. 2008. *Bioremediasi tanah terkontaminasi minyak bumi menggunakan bakteri Bacillus sp. dan Pseudomonas sp.* Warta AKAB No. 19. Akademi Kimia Analisis.
- Sufardi, 2007. *Ringkasan Materi Kuliah : Degradasi dan Rehabilitasi Lahan*. Banda Aceh: Prodi KSDL Unsyiah
- Sumastri. 2002. *Bioremediasi Lumpur Minyak Bumi Secara Pengomposan Menggunakan Kultur Bakteri Hasil Seleksi*. Bandung.
- Syakti, A.D. 2005. Multi-Proses Remediasi Didalam Penanganan Tumpahan Minyak (Oil Spill) di Perairan Laut dan Pesisir. Dalam: Seminar Bioremediasi. <http://www.pksplipb.or.id>. 20 Maret 2015.
- Ueno, A., Ito, Y., Yumoto, I., and Okuyama, H. 2007. Isolation and characterization of bacteria from soil contaminated with diesel oil and possible use of these in autochthonous bioaugmentation. *World J Microbiol Biotechnol*. 23: 1739-1745.
- Venosa, A. 2002. *Bioremediation in Oil Spill Responses*. EPA USA.
- Venosa AD, and Zhu X, 2003. Biodegradation of crude oil contaminating marine shorelines and freshwater wetlands. *Spill Science & Technology Bulletin*, 8(2): 163–178.
- Watanabe, K., T. Maki, F. Hiroyuki, and H. Shigeaki. 1998. Molecular detection, isolation, and physiological characterization of functionally dominant phenol-degrading bacteria in activated sludge. *Applied and Environmental Microbiology*. 11 (2): 4396-4402.

- Yemashova, N., Murygina, V., Zhukov, D., Zakharyantz, A., Gladchenko, M., Appanna, V., and Kalyuzhnyi, S. 2007. Biodeterioration of crude oil and oil devired products : *A Review. Rev Environ Sci Biotechnol.* 6: 313-337.
- Yudono, B. 2011. *Sinergi Bakteri Tanah dan Tanaman Pada Proses Bioremediasi Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi*. Universitas Sriwijaya. Palembang: i + 156 hlm.
- Yudono, B., Pertiwi, S.E., Said, M., Sabaruddin., dan Napoleon, A. 2013. Eksplorasi bakteri indigen pendegradasi limbah minyak bumi di wilayah PT. Pertamina UBEPE Limau Muara Enim. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. 127-132.
- Zahed, M.A., Azis M.H., Isa M.H., dan Mohajen I. 2010. Enhancement biodegradation of n-alkanes from crude oil contaminated seawater. *International Journal of Environmental Research*. 4(4): 655-664.
- Zam SI. 2006. Bioremediasi Limbah Pengilangan Minyak Bumi PERTAMINA UP II Sungai Pakning dengan Menggunakan Bakteri Indigen. [Tesis]. Program Studi Bioteknologi Institut Teknologi Bandung, bandung (tidak dipublikasikan).