

**PENGARUH PENAMBAHAN KONSORSIUM BAKTERI, KOMPOS
SEBAGAI *BULKING AGENT*, DAN VARIASI WAKTU INKUBASI
TERHADAP BIODEGRADASI LUMPUR MINYAK**

SKRIPSI



FITRIANA MARTIANI

**PROGRAM STUDI S-1 BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2018**

**PENGARUH PENAMBAHAN KONSORSIUM BAKTERI, KOMPOS
SEBAGAI *BULKING AGENT*, DAN VARIASI WAKTU INKUBASI
TERHADAP BIODEGRADASI LUMPUR MINYAK**

SKRIPSI



FITRIANA MARTIANI

**PROGRAM STUDI S-1 BIOLOGI
DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2018**

**PENGARUH PENAMBAHAN KONSORSIUM BAKTERI, KOMPOS
SEBAGAI *BULKING AGENT*, DAN VARIASI WAKTU INKUBASI
TERHADAP BIODEGRADASI LUMPUR MINYAK**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Biologi
Pada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga**

**Fitriana Martiani
081311433043**

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



**Dr. Ni'matuzahroh
NIP. 196801051992032003**

Pembimbing II



**Dr. Fatimah, S.Si., M.Kes.
NIP. 197410152002122001**

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Pengaruh Penambahan Konsorsium Bakteri, Kompos
Sebagai Bulking Agent, dan Variasi Waktu Inkubasi
terhadap Biodegradasi Lumpur Minyak

Penyusun : Fitriana Martiani

Nim : 081311433043

Pembimbing I : Dr. Ni'matuzahroh

Pembimbing II : Dr. Fatimah, S.Si., M.Kes.

Tanggal Seminar : 23 Januari 2018

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



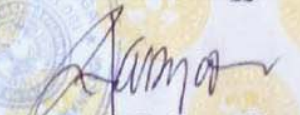
Dr. Ni'matuzahroh
NIP. 196801051992032003

Pembimbing II



Dr. Fatimah, S.Si., M.Kes.
NIP. 197410152002122001

Mengetahui,
Ketua Departemen Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Airlangga



Dr. Sucipto Hariyanto, DEA
NIP. 195609021986011002

PEDOMAN PENGGUNAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan, namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga.

SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Fitriana Martiani
NIM : 081311433043
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Jenjang : Sarjana (S1)

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiat dalam penelitian skripsi yang berjudul

PENGARUH PENAMBAHAN KONSORSIUM BAKTERI, KOMPOS SEBAGAI *BULKING AGENT*, DAN VARIASI WAKTU INKUBASI TERHADAP BIODEGRADASI LUMPUR MINYAK

Apabila suatu saat terbukti melakukan tindakan plagiat, maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 02 Januari 2018



Fitriana Martiani
081311433043

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penyusun ucapkan kehadiran Allah *Subhanahu Wata'ala* yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN KONSORSIUM BAKTERI, KOMPOS SEBAGAI *BULKING AGENT*, DAN VARIASI WAKTU INKUBASI TERHADAP BIODEGRADASI LUMPUR MINYAK**. Penelitian ini disusun sebagai suatu syarat untuk melanjutkan penulisan skripsi. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih atas segala bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Surabaya, 02 Januari 2018
Penyusun

Fitriana Martiani

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan Alhamdulillah atas berkat Allah *Subhanahu Wata'ala* atas rahmat dan karunia-Nya, penyusun dapat menyelesaikan naskah skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. Dalam kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ni'matuzahroh selaku dosen penguji I yang telah membimbing dari awal sampai akhir masa penyusunan naskah skripsi, memberikan ilmu dan saran yang dapat mengarahkan pada hasil yang baik.
2. Dr. Fatimah, S.Si., M.Kes. dosen penguji II yang memberikan pengarahan, memberikan ilmu, pelajaran berharga, kesabaran dan koreksi selama penyusunan naskah skripsi.
3. Tri Nurhariyati, S.Si., M.Kes. dosen penguji III yang memberikan ilmu yang berharga saat kuliah, saran dan kritik yang membangun untuk penyusunan skripsi.
4. Dosen penguji IV yang memberikan saran dan kritik yang membangun untuk penyusunan skripsi.
5. Dr. Sucipto Hariyanto, DEA. selaku kepala Departemen Biologi yang memberikan ilmu dan mempermudah proses dalam pengesahan naskah skripsi.
6. Dr. Dwi Winarni selaku dosen wali yang selalu sabar dalam mengarahkan anak wali untuk memilih mata kuliah yang tepat dan memberikan solusi untuk masalah yang dihadapi anak wali.

7. Kedua orang tua tercinta yang telah memberi do'a dan dukungan kuat secara fisik dan moral sehingga penyusun memiliki kekuatan untuk menyelesaikan naskah skripsi.
8. Nastiti Trikurniadewi dan Firas Keyla yang telah membantu dan memberi saran atas materi yang bersangkutan dan pelajaran untuk pengolahan data statistik dan GCMS.
9. Teman-teman seperjuangan *composting* yang kusayang yaitu Putri Wida Lestari, Syntha Yolanda, dan Indah Kusuma Ramadhani. Teman-teman tim *bioslurry* yang kusayang yaitu Zulia Citra, Fina Khairani Islamiyah, Ria Fatmawati dan Anisa Pramita.
10. Sahabat yang selalu setia mendukung pada keadaan apapun yaitu Selvi Kristina, Dian Zherlitha Anjarwati, Riza Lismawaty Uty, Novi, dan Nina.
11. Staff Laboratorium Biologi yang telah memberi izin pemakaian laboratorium dan peminjaman alat yaitu Pak Suwarni, Pak Eko, Pak Sukadji, Pak Suyanto, Pak Sunar, Pak Arif dan Pak Muslimin.
12. Dosen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi yang memberi ilmu tanpa henti dengan penuh kesabaran dan kegigihan selama 4 tahun.

Fitriana Martiani. 2018. Pengaruh Penambahan Konsorsium Bakteri, Kompos Sebagai *Bulking Agent*, dan Variasi Waktu Inkubasi terhadap Biodegradasi Lumpur Minyak. Skripsi ini dibimbing oleh Dr. Ni'matuzahroh dan Dr. Fatimah, S.Si., M.Kes. Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi perlakuan (penambahan konsorsium bakteri dan kompos sebagai *bulking agent*) dan variasi waktu inkubasi terhadap biodegradasi lumpur minyak. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian 4 x 5 dengan 3 kali ulangan. Perlakuan terdiri dari 4 perlakuan yaitu perlakuan K (kontrol), perlakuan P (penambahan kompos sebagai *bulking agent*), perlakuan B (penambahan konsorsium bakteri), dan perlakuan BP (penambahan konsorsium bakteri dan kompos sebagai *bulking agent*). Variasi waktu inkubasi terdiri dari 5 variasi (minggu ke-0, 2, 4, 6, dan 8). Penelitian ini menggunakan konsorsium bakteri *Pseudomonas putida* T1-8, *Bacillus subtilis* 3KP, *Actinobacillus* P3-7, *Arthrobacter* P2(1), dan *Micrococcus* L II 61. Proses biodegradasi lumpur minyak diketahui dari jumlah total bakteri (CFU/g-tanah) dan persentase degradasi lumpur minyak (%). Data jumlah total bakteri dan persentase degradasi lumpur minyak dianalisis menggunakan ANOVA 2 arah sedangkan nilai pH dianalisis secara deskriptif. Hasil menunjukkan interaksi variasi perlakuan dan variasi waktu inkubasi berpengaruh terhadap jumlah total bakteri (CFU/g-tanah) dan persentase degradasi lumpur minyak (%). Variasi perlakuan hanya berpengaruh terhadap jumlah total bakteri (CFU/g-tanah). Hasil tertinggi total jumlah bakteri terhadap variasi perlakuan yaitu perlakuan BP sebesar 12,91 (CFU/g-tanah) dan persentase degradasi lumpur minyak pada perlakuan P sebesar 39 %. Hasil tertinggi jumlah total bakteri dan persentase degradasi lumpur minyak pada minggu ke-2 sebesar 10,79 (CFU/g-tanah) dan 37 %. Hasil tertinggi total jumlah bakteri terhadap interaksi variasi perlakuan dan variasi waktu inkubasi yaitu perlakuan BM2 (penambahan konsorsium bakteri dengan waktu inkubasi 2 minggu) sebesar 14,62 (CFU/g-tanah) dan persentase degradasi lumpur minyak pada perlakuan P4 (penambahan kompos sebagai *bulking agent* dengan inkubasi 4 minggu) sebesar 67 %.

Kata kunci: biodegradasi, variasi perlakuan, variasi waktu inkubasi, kompos sebagai *bulking agent*, persentase degradasi lumpur minyak

Fitriana Martiani. 2018. The Effect of Bacteria Consorsium Addition, Compost As *Bulking Agent*, and Variation of Incubation Time Towards Biodegradation of Oil Sludge. This thesis was under supervision by Dr. Ni'matuzahroh and Dr. Fatimah, S.Si., M.Kes. Departement of Biology, Faculty of Science and Technology, Airlangga University, Surabaya.

ABSTRACT

*This study was aimed to determine variation of treatment (the effect of bacteria consorsium addition and compost as bulking agent) and variation of incubation time towards biodegradation of oil sludge. This study used 4 x 5 factorial design with 3 times replication. Treatment consisted of 4 variations; K (control), P (compost as bulking agent), B (bacteria consorsium addition), and BP (bacteria consorsium and compost as bulking agent addition). Variation of time consisted of 5 variation; 0, 2, 4, 6, and 8 weeks. This study used bacteria consorsium of *Pseudomonas putida* T1-8, *Bacillus subtilis* 3KP, *Actinobacillus* P3-7, *Arthrobacter* P2(1), and *Micrococcus* L II 61. Biodegradation process of oil sludge was determined from the number of total bacteria (CFU/g-soil) and the percentage degradation of oil sludge (%). The number of total bacteria (CFU/g-soil) and the percentage degradation of oil sludge were analyzed using Two Way Anova, while pH was analyzed descriptively. Result showed that variation of treatment and interaction between varying treatments and incubation times affecting the number total bacteria (CFU/g-soil) and percentage of oil sludge degradation (%). Varying treatment only affecting the number total bacteria (CFU/g-soil). The highest number of total bacteria was found from BP treatment at 12.91 (CFU/g-soil), while highest degradation percentage of oil sludge was from P treatment (39 %). Highest number of total bacteria and the percentage of oil sludge degradation was at second week, at 10.79 (CFU/g-soil) and 37 % respectively. Highest number of total bacteria based on interaction between treatment and incubation time were from BM2 (consorsium bacteria addition with 2 weeks incubation time), at 14,62 (CFU/g-soil, while percentage of oil sludge degradation was from P4 treatment (compost as bulking agent with incubation time of 4 weeks), at 67 %.*

Keyword: *biodegradation, treatment of variations, variation incubation of time, compost as bulking agent, the percentage deradation of oil sludge.*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	iv
SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS.....	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Asumsi Penelitian.....	4
1.4 Hipotesis Penelitian.....	5
1.4.1 Hipotesis kerja	5
1.4.2 Hipotesis statistik.....	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	6
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Tinjauan Tentang Lumpur Minyak	8
2.1.1 Lumpur minyak (<i>oil sludge</i>).....	8
2.1.2 Komponen penyusun hidrokarbon	8
2.2 Tinjauan Tentang Tanah.....	9
2.2.1 Sifat Fisik Tanah	10
2.2.1.1 Struktur tanah	10
2.2.1.2 Porositas tanah.....	10
2.2.1.3 Permeabilitas tanah.....	11
2.2.2 Sifat Kimia Tanah	12
2.2.2.1 Bahan organik.....	12
2.2.2.2 Unsur hara dalam tanah.....	12
2.2.3 Sifat Biologi Tanah	14
2.2.3.1 Total mikroorganisme tanah.....	14
2.3 Tinjauan Tentang Bioremediasi	15
2.3.1 Bioremediasi.....	15
2.3.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi bioremediasi.....	16
2.4 Tinjauan Tentang Mikroba	18
2.4.1 Mikroba hidrokarbonoklastik	18
2.4.2 Konsorsium bakteri.....	19
2.4.3 <i>Micrococcus</i> sp. L II 61	19

2.4.3.1	Klasifikasi <i>Micrococcus</i> sp. L II 61	19
2.4.3.2	Karakteristik <i>Micrococcus</i> sp. L II 61	20
2.4.4	<i>Arthrobacter</i> sp. P2(1)	21
2.4.4.1	Klasifikasi <i>Arthrobacter</i> sp. P2(1)	21
2.4.4.2	Karakteristik <i>Arthrobacter</i> sp. P2(1)	21
2.4.5	<i>Bacillus subtilis</i> 3KP	21
2.4.5.1	Klasifikasi <i>Bacillus subtilis</i> 3KP	21
2.4.5.2	Karakteristik <i>Bacillus subtilis</i> 3KP	22
2.4.6	<i>Pseudomonas putida</i> T1-8	22
2.4.6.1	Klasifikasi <i>Pseudomonas putida</i> T1-8	22
2.4.6.2	Karakteristik <i>Pseudomonas putida</i> T1-8	22
2.4.7	<i>Actinobacillus</i> sp P3-7	23
2.4.7.1	Klasifikasi <i>Actinobacillus</i> sp P3-7	23
2.4.7.2	Karakteristik <i>Actinobacillus</i> sp P3-7	23
2.5	Tinjauan Tentang <i>Bulking Agent</i>	24
2.6	Tinjauan Tentang Kompos	24
2.7	Pengamatan dan Analisis Proses Biodegradasi Hidrokarbon... ..	25
2.7.1	Penghitungan jumlah mikroorganisme	25
2.7.2	Metode gravimetri	26
BAB III METODE PENELITIAN		27
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	27
3.2.1	Alat penelitian	27
3.2.2	Bahan penelitian	27
3.3	Cara Kerja	29
3.3.1	Pengamatan mikroba <i>indigenous</i> pada tanah subur, kompos, dan lumpur minyak (<i>oil sludge</i>)	29
3.3.2	Pembuatan starter mikroba	29
3.3.3	Persiapan tanah subur, <i>bulking agent</i> , pasir dan <i>oil sludge</i> dalam bak plastik	30
3.3.4	Pembuatan bakteri konsorsium	31
3.3.5	Perlakuan uji bioremediasi lumpur minyak	31
3.3.6	Pengukuran kemampuan biodegradasi	32
3.4	Analisis Data	34
3.5	Rancangan Penelitian	34
3.6	Variabel Penelitian	36
3.7	Skema Metode Penelitian	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Pengaruh Variasi Perlakuan (Konsorsium Bakteri dan <i>Bulking Agent</i>) terhadap Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah) dan Persentase Degradasi Lumpur Minyak (%)	38
4.2	Pengaruh Variasi Waktu Inkubasi terhadap Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah) dan Persentase Degradasi Lumpur Minyak (%)	44

4.3	Pengaruh Interaksi Variasi Perlakuan (Konsorsium Bakteri dan <i>Bulking Agent</i>) terhadap Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah) dan Persentase Degradasi Lumpur Minyak (%).....	49
4.4	Pengaruh Derajat Keasaman (pH) terhadap Persentase Degradasi Lumpur Minyak (<i>Oil Sludge</i>) (%).....	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		63
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		
RINGKASAN		

DAFTAR TABEL

No.	Keterangan	Hal
Tabel 2.1	Permeabilitas Tanah	11
Tabel 3.1	Pembagian Kombinasi <i>Oil sludge</i> , Substrat Uji, dan Konsorsium Bakteri pada Perlakuan yang Berbeda.	31
Tabel 3.2	Perlakuan Penambahan <i>Bulking Agent</i> , Konsorsium Mikroba dan Lama Waktu Inkubasi	35
Tabel 4.1	Hasil Uji Beda Nyata Rata-Rata ¹⁰ Log Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah) dan Rata-Rata Persentase Degradasi Lumpur Minyak (<i>Oil Sludge</i>) (%) pada Variasi Perlakuan yang Berbeda	40
Tabel 4.2	Hasil Uji Beda Nyata Rata-Rata ¹⁰ Log Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah) pada Variasi Waktu Inkubasi	45
Tabel 4.3	Hasil Uji Beda Nyata Rata-Rata Persentase Degradasi Lumpur Minyak pada Variasi Waktu Inkubasi	46
Tabel 4.4	Hasil Uji Beda Nyata Rata-Rata ¹⁰ Log Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah) terhadap Interaksi Antara Variasi Perlakuan (Konsorsium Bakteri dan <i>Bulking Agent</i>) dan Waktu Inkubasi	51
Tabel 4.5	Hasil Uji Beda Nyata Rata-Rata Persentase Degradasi Lumpur Minyak (<i>Oil Sludge</i>) (%) terhadap Interaksi Antara Variasi Perlakuan (Konsorsium Bakteri dan <i>Bulking Agent</i>) dan Waktu Inkubasi	51
Tabel 4.6	Hasil Uji GCMS Minggu ke-0 dan Minggu ke-8	56

DAFTAR GAMBAR

No.	Keterangan	Hal
Gambar 3.1	Skema Metode Penelitian	37
Gambar 4.1	Grafik Rata-Rata ^{10}Log Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah) pada Variasi Perlakuan yang Berbeda	40
Gambar 4.2	Grafik Rata-Rata Persentase Degradasi Lumpur Minyak (%) pada Variasi Perlakuan yang Berbeda	41
Gambar 4.3	Grafik Rata-Rata ^{10}Log Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah) pada Variasi Waktu Inkubasi	46
Gambar 4.4	Grafik Rata-Rata Persentase Degradasi Lumpur Minyak (%) pada Variasi Waktu Inkubasi	46
Gambar 4.5	Grafik Rata-Rata ^{10}Log Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah) terhadap Interaksi Antara Variasi Perlakuan (Konsorsium Bakteri dan <i>Bulking Agent</i>) dan Waktu Inkubasi	52
Gambar 4.6	Grafik Persentasi Degradasi Lumpur Minyak (%) terhadap Interaksi Antara Variasi Perlakuan (Konsorsium Bakteri dan <i>Bulking Agent</i>) dan Waktu Inkubasi	53
Gambar 4.7	Grafik pH pada Masing-Masing Perlakuan dan Waktu Inkubasi terhadap Degradasi Lumpur Minyak (<i>Oil Sludge</i>) (%)	61

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Keterangan
1	Alat dan Bahan
2	Hasil Penelitian
3	Proses Cara Kerja Pengambilan Sampel
4	Karakterisasi <i>Indigenous Oil Sludge</i> Balongan Secara Langsung
5	Uji Antagonistik Antara Bakteri <i>Indegenous</i> dan Bakteri <i>Eksogenous</i>
6	TPC (<i>Total Plate Count</i>)
7	Penurunan TPH (<i>Total Petroleum Hidrocarbon</i>)
8	Pengaruh Variasi Perlakuan (Konsorsium Bakteri dan <i>Bulking Agent</i>) terhadap Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah)
9	Pengaruh Variasi Perlakuan (Konsorsium Bakteri dan <i>Bulking Agent</i>) terhadap Persentase Degradasi Lumpur Minyak (<i>Oil Sludge</i>) (%)
10	Pengaruh Variasi Waktu Inkubasi terhadap Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah)
11	Pengaruh Variasi Waktu Inkubasi terhadap Persentase Degradasi Lumpur Minyak (<i>Oil Sludge</i>) (%)
12	Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Konsorsium Bakteri, <i>Bulking Agent</i> dan Variasi Waktu Inkubasi terhadap Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah)
13	Uji <i>Mann-Whithney</i> Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Konsorsium Bakteri, <i>Bulking Agent</i> dan Variasi Waktu Inkubasi terhadap Jumlah Total Bakteri (CFU/g-tanah)
14	Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Konsorsium Bakteri, <i>Bulking Agent</i> dan Variasi Waktu Inkubasi terhadap Persentase Degradasi Lumpur Minyak (<i>Oil Sludge</i>) (%)
15	Uji T Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Konsorsium Bakteri, <i>Bulking Agent</i> dan Variasi Waktu Inkubasi terhadap Persentase Biodegradasi Lumpur Minyak (<i>Oil Sludge</i>)
16	Contoh Hasil Kromatogram pada Perlakuan