

**FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK PELUMAS
(OLI) MENGGUNAKAN RUMPUT GAJAH (*Pennisetum
purpureum*)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 pada Program Studi Biologi



Disusun oleh
Laili Fatimah Rosiati
11640044

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2016**

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Laili Fatimah Rosiati

NIM : 11640044

Judul Skripsi : Fitoremediasi Limbah Minyak Pelumas (Oli)
Menggunakan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Biologi

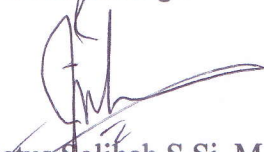
Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 29 Juli 2016

Pembimbing I

Pembimbing II


Jumailatus Solihah S.Si.,M. Biotech

NIP. 19760624 200501 2 007


Siti Aisah M, Si

NIP. 19740611 200801 2 009



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/2957/2016

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Fitoremediasi Limbah Minyak Pelumas (Oli) Menggunakan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Laili Fatimah Rosiati

NIM : 11640044

Telah dimunaqasyahkan pada : 12 Agustus 2016

Nilai Munaqasyah : A

Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

TIM MUNAQASYAH :

Ketua Sidang

Jumailatus Solihah, S.Si., M.Biotech.
NIP.19760624 200501 2 007

Penguji I

Siti Aisah, M.Si.
NIP.19740611 200801 2 009

Penguji II

Ika Nugraheni A.M., S.Si., M.Si.
NIP.19800207 200912 2 002

Yogyakarta, 26 Agustus 2016
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dr. Murtono, M.Si.
NIP.19691212 200003 1 001

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Laili Fatimah Rosiati

NIM : 11640044

Prodi : Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, 20 Juli 2016



Laili Fatimah Rosiati
NIM.11640044

HALAMAN MOTTO

I'M NOT THE BEST BUT I WILL TRY TO DO THE BEST



HALAMAN PERSEMBAHAN

Naskah skripsi ini penulis persembahkan untuk

**AYAHANDA, EKO SUPRIYANTO dan
IBUNDA, MUKTI MULIARTI YANG TERCINTA
serta
ALMAMATER BIOLOGI UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan kasih sayang-Nya sehingga skripsi yang berjudul "Fitoremediasi Limbah Minyak Pelumas (Oli) Menggunakan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*)" dapat diselesaikan. terselesaikannya penelitian skripsi hingga penulisan laporan ini tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Yudian Wahyudi, M.A., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
2. Dr. Murtono, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
3. Jumailatus Solihah S.Si., M.Biotech selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing penulis dan memberikan arahan dalam menyelesaikan penelitian hingga penulisan laporan
4. Siti Aisah, M. Si. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing penulis dan memberikan arahan dalam menyelesaikan penelitian hingga penulisan laporan
5. Ayahanda Eko Supriyanto dan Ibunda Mukti Muliarti yang sangat penulis cintai serta kakak-kakak penulis (Asri Rosiati Atikah, Puteri Rosiati RD dan Nur Mutia Rosiati) yang selalu memberikan motivasi dan nasehat sehingga naskah ini dapat diselesaikan
6. Sahabat-sahabatku (Linda, Devi, Lala dan Fiddin) yang selalu memberikan motivasi

7. Teman-temanku (Zidny FS, Ana Yasaroh, Maftukhatul Azizah, Jeng Sari Dewi dan Retno Haryanti) yang telah berjuang bersama dan membantu dalam melaksanakan penelitian ini
8. Seluruh mahasiswa Biologi Angkatan 2011 yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu atas bantuan, saran dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis sangat menyadari bahwa penulisan laporan ini masih memiliki kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan. Semoga laporan proyek ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Penulis

ABSTRAK

FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK PELUMAS (OLI) MENGUNAKAN RUMPUT GAJAH (*Pennisetum purpureum*)

Laili Fatimah Rosiati

11640044

Limbah organik merupakan salah satu limbah yang dapat diurai secara biologis. Namun tidak seluruh limbah organik dapat dengan mudah diurai dengan cara biologis, misalnya limbah minyak pelumas (oli). Limbah oli merupakan hasil olahan produk minyak bumi dimana mengandung senyawa hidrokarbon dan beberapa zat aditif berupa unsur logam berat. Penempatan, penanganan dan pengolahan limbah oli yang kurang tepat dapat berakibat pada pencemaran lingkungan. Salah satu cara yang ditawarkan ialah fitoremediasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon morfologi dan fisiologi *Pennisetum purpureum* sebagai agen fitoremediator limbah minyak pelumas. Penelitian ini dilakukan dengan mencari jumlah TPH yang terkandung dalam limbah oli yang akan digunakan lalu persen TPH tersebut divariasikan menjadi 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%. Parameter yang diamati meliputi pengamatan morfologi, uji fisiologi dan uji nilai TPH media tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *Pennisetum purpureum* masih dapat tumbuh walau terhambat pertumbuhannya pada tanah yang terkontaminasi limbah minyak pelumas. Semakin besar konsentrasi TPH limbah yang digunakan maka jumlah dan ukuran panjang daun maupun akar semakin menurun di mana diikuti pula dengan menurunnya berat basah, berat kering dan kadar klorofilnya. Berbeda halnya pada kadar abu, dimana semakin besar konsentrasi TPH limbah pada media tanam maka semakin besar pula kadar abu tanaman yang dihasilkan. Nilai TPH media tanam di akhir penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya peranan *Pennisetum purpureum* maka persen degradasi TPH lebih tinggi 21% dibandingkan dengan kontrol negatifnya (K2).

Kata Kunci: fitoremediasi, minyak pelumas (oli), rumput gajah

ABSTRACT

FITOREMEDIASI LIMBAH MINYAK PELUMAS (OLI) MENGUNAKAN RUMPUT GAJAH (*Pennisetum purpureum*)

Laili Fatimah Rosiati

11640044

Organic waste was one of biodegradable waste. However, not all of organic waste could be easily decomposed by biological process, for example was waste lubricating oil (oil). Waste oil was the result of refined petroleum products which contained hydrocarbons and some additives in the form of heavy metal elements. Placement, handling and processing of waste oil that not appropriate could gave environmental pollution. One way to offer it was phytoremediation. This research was studied to determine the morphological and physiological responses of *Pennisetum purpureum* as an agents phytoremediator waste lubricating oil. This research was conducted by finding the number of TPH contained in the waste oil to be used and the percent TPH varied to 10%, 20%, 30%, 40% and 50%. The parameters observed morphological observation, physiological testing and test TPH of planting medium. The results showed that the plant *Pennisetum purpureum* can still grow even stunted in soil contaminated waste lubricating oil. The greater the concentration of waste TPH, the number and length of leaf and root length then decreased which was followed by decreasing wet weight, dry weight and chlorophyll contents. Unlike the case on the ash, along with the increasing magnitude of the TPH levels of ash generated will be higher as well. TPH value of planting medium at the end of the study showed that the presence role of *Pennisetum purpureum* then the percent degradation of TPH 21% higher compared with negative controls (K2).

Key Words: phytoremediation, lubricating oil (oil), napier grass

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN BEBAS PLAGIARISME	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	8
D. Manfaat	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Rumput Gajah (<i>Pennisetum purpureum</i>).....	10
B. Bioremediasi	11
C. Minyak Pelumas	15
D. Respon Pertumbuhan Tanaman Terhadap Cemaran Limbah	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan	22
B. Alat dan Bahan	22
C. Prosedur Penelitian	23
1. Penyiapan Media Tanam	23
2. Pemberian Perlakuan	23
3. Penyiapan Tanaman dan Aklimatisasi	24
4. Pengamatan Respon Tanaman Terhadap Limbah	25

5. Pengukuran Nilai TPH	27
6. Pengukuran Parameter Lingkungan	27
D. Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Hasil	29
1. Pengaruh Limbah Minyak Pelumas terhadap Pertumbuhan dan Morfologi Tanaman Rumput Gajah	29
a. Jumlah Daun	29
b. Panjang Daun	30
c. Warna Daun	31
d. Panjang Akar	32
e. Serabut Akar	33
2. Pengaruh Limbah Minyak Pelumas terhadap Fisiologi Tanaman Rumput Gajah	34
a. Berat Basah dan Berat Kering	34
b. Kadar Abu	35
c. Kadar Klorofil	36
3. Penurunan Nilai TPH	37
4. Parameter Lingkungan	38
B. Pembahasan	40
1. Pembahasan Morfologi dan Pertumbuhan	40
2. Pembahasan Fisiologi	44
3. Pembahasan Kadar TPH Media	48
4. Pembahasan Parameter Lingkungan	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
A. Kesimpulan	51
B. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN I	57
LAMPIRAN II	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Fraksi-fraksi minyak bumi	17
Tabel 2	Hasil uji Anova rata-rata panjang daun	31
Tabel 3	Hasil uji Anova panjang akar	33
Tabel 4	Hasil uji Anova kadar abu total	36
Tabel 5	Perbandingan TPH media pada awal dan akhir penelitian	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Rumput Gajah	10
Gambar 2	Proses Fitoremediasi.....	14
Gambar 3	Grafik penambahan jumlah daun	29
Gambar 4	Grafik perubahan rata-rata panjang daun	30
Gambar 5	Perbandingan warna daun hijau dan klorosis	32
Gambar 6	Grafik rata-rata panjang akar	33
Gambar 7	Perbandingan serabut akar	34
Gambar 8	Grafik perbandingan berat basah dan berat kering	35
Gambar 9	Grafik perbandingan kadar abu	36
Gambar 10	Kadar klorofil daun rumput gajah pada akhir perlakuan	37
Gambar 11	Grafik perbandingan pH tanah K1 dengan sampel perlakuan	39
Gambar 12	Grafik perbandingan pH tanah K2	39
Gambar 13	Jalur degradasi n-alkana	42
Gambar 14	Mekanisme degradasi PAH oleh mikroba	43

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengguna kendaraan bermotor di Indonesia mengalami peningkatan pada tiap tahunnya. Berdasarkan Badan Pusat Statistik pada tahun 2011, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia sebesar 68.839.341 kendaraan. Pada tahun 2012, jumlah kendaraan bermotor mengalami peningkatan hingga sebesar 76.381.183 kendaraan. Jumlah tersebut terus mengalami peningkatan pada tahun 2013 yaitu sebesar 84.732.652 kendaraan (Badan Pusat Statistik, 2015). Dengan kata lain, peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia dapat mencapai 6 juta atau bahkan lebih banyak lagi pada tiap tahunnya.

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor akan mempengaruhi penggunaan minyak pelumas atau oli. Semakin banyak jumlah kendaraan bermotor maka akan semakin meningkat pula jumlah sisa atau buangan limbah minyak pelumas. Minyak pelumas atau oli yang sudah terpakai dan tidak digunakan kembali biasanya akan diletakkan di dalam drum-drum tempat penyimpanan yang selanjutnya akan diambil oleh pengepul oli bekas untuk diolah kembali. Penyimpanan maupun pengelolaan oli bekas ini harus benar-benar diperhatikan agar tidak membahayakan dan merugikan makhluk hidup serta lingkungan di sekitarnya. Selain itu, pengelolaan atau pemanfaatan oli bekas membutuhkan biaya yang cukup mahal sehingga hanya beberapa industri saja yang dapat melaksanakannya (Ratman dan Syafrudin, 2010.)

Minyak pelumas atau oli merupakan hasil produk olahan minyak bumi. Minyak bumi merupakan salah satu contoh dari limbah organik yang berupa senyawa hidrokarbon. Senyawa hidrokarbon merupakan salah satu kontaminan yang sulit diurai. Saat senyawa hidrokarbon berada di permukaan tanah, maka senyawa tersebut dapat menguap, tersapu air hujan, atau masuk ke dalam tanah dan dalam jangka waktu yang lama senyawa tersebut akan mengendap sebagai zat racun. Hal ini akan menyebabkan terganggunya ekosistem dan siklus air pada tanah (Karwati, 2009). Selain itu, limbah dari senyawa hidrokarbon juga diketahui dapat mengubah struktur dan fungsi tanah. Bahan kontaminan senyawa hidrokarbon ini juga berpotensi mencemari udara dan air (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2006).

Minyak pelumas (oli) bekas diketahui mengandung beberapa unsur logam berat di antaranya Zn, Cu, Ni dan Pb. Menurut Kin (2008), minyak pelumas yang sudah digunakan diketahui mengandung unsur logam berat yang lebih banyak dibandingkan dengan minyak pelumas yang masih baru. Unsur logam berat tersebut dihasilkan dari adanya proses aditif dalam bahan bakar dan dari keausan mesin motor (Kin, 2008). Oleh karena limbah minyak pelumas merupakan limbah yang cukup berbahaya maka limbah ini termasuk dalam golongan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) (Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2006).

Limbah B3 harus ditangani secara serius, baik limbah senyawa hidrokarbon, minyak bumi ataupun minyak pelumas. Jika penyimpanan dan pengolahan limbah B3 tidak diperhatikan secara baik maka akan berdampak

pada pencemaran lingkungan di sekitarnya. Salah satu dampak yang dapat diakibatkan dari pencemaran ini ialah terdegradasinya struktur tanah. Hal ini akan mengakibatkan penurunan kualitas tanah. Oleh karena itu dibutuhkan cara penanganan yang efektif dalam memperbaiki kualitas tanah yang telah tercemar limbah. Kualitas tanah yang tercemar dapat diperbaiki dengan cara fisik, kimia atau secara biologis. Namun biasanya perbaikan secara fisik maupun kimia lebih membutuhkan biaya yang cukup banyak dibandingkan dengan cara biologis (Junaidi *et al.*, 2013).

Salah satu upaya perbaikan lahan yang tercemar ialah dengan memanfaatkan peranan makhluk hidup atau bioremediasi. Bioremediasi ialah salah satu upaya dalam mengolah kontaminan dengan menggunakan peranan mikroba, tumbuhan maupun enzim yang dihasilkannya (Junaidi *et al.*, 2013). Metode bioremediasi ini bersifat organik dan telah terbukti aman dan efektif dalam memperbaiki kualitas lingkungan yang tercemar minyak. Teknik bioremediasi telah digunakan dalam berbagai aplikasi industri misalnya dalam membersihkan tumpahan minyak baik di dalam maupun di lingkungan sekitar pabrik amunisi dan tangki penyimpanan. Metode bioremediasi dikatakan aman dan ramah lingkungan karena menggunakan peranan mikroba dan tidak menggunakan bahan kimia berbahaya lainnya sehingga tidak akan membahayakan lingkungan (Lembar Fakta Bioremediasi, 2012).

Walaupun teknik bioremediasi bersifat ramah lingkungan, namun adapula kelemahannya. Teknik bioremediasi ini memiliki beberapa faktor

yang harus dipenuhi untuk mendukung keberhasilannya dalam meremediasi suatu lahan. Faktor-faktor tersebut meliputi faktor lingkungan berupa pH, kadar air, ketersediaan oksigen, temperatur, ketersediaan nutrisi, salinitas dan mikroorganisme yang digunakan harus sesuai dengan kontaminannya (Mujab, 2011).

Selain memanfaatkan mikroba, upaya lain yang dapat digunakan dalam mengurangi kadar limbah kontaminan di lingkungan ialah dengan memanfaatkan peranan tumbuhan. Pemanfaatan peranan tumbuhan dalam memperbaiki kualitas lingkungan tercemar disebut dengan fitoremediasi. Metode fitoremediasi ini memiliki beberapa kelebihan, yaitu murah, ramah lingkungan dan dapat memperbaiki kualitas lingkungan (Kusrijadi *et al.*, 2009). Peranan tumbuhan dalam proses ini ialah sebagai penyerap, pendegradasi, pentransformasi dan pengimobilisasi bahan pencemar. Penyerapan dan akumulasi kontaminan oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses yang meliputi penyerapan oleh akar, translokasi dari akar ke bagian tumbuhan lain dan lokalisasi pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut (Handayani *et al.*, 2013). Selain faktor tanaman dan mikroorganisme, proses fitoremediasi juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses fitoremediasi di antaranya ialah tingkat keasaman (pH), suhu dan kelembaban (Mujab, 2011).

Kelemahan dari metode fitoremediasi ialah waktu yang dibutuhkan dalam memperbaiki kualitas lahan relatif lebih lama. Tetapi, teknik ini

memiliki kelebihan yaitu adanya peranan akar tanaman dan eksudat yang akan bekerjasama dengan mikroorganisme dalam mendegradasi polutan secara biologis. Menurut Mangkoedihardjo (2008), eksudat tumbuhan mengandung senyawa asam organik, fenol, enzim dan protein yang semuanya mudah terurai secara biologis. Eksudat tersebut akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi yang berupa karbon dan nitrogen. Adanya eksudat di bagian rizosfer dapat menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas mikroba maupun fungi (Aliyanta *et al.*, 2011). Selain itu, sistem perakaran yang luas pada rumput diketahui memiliki beberapa peranan yang cukup penting. Menurut Lin *et al.* (2004 dalam Yudono dan Estuningsih, 2013), alasan penggunaan tanaman rumput dalam metode fitoremediasi karena rumput memiliki perakaran serabut, memiliki asosiasi dengan mikroba tanah yang tinggi, serta dapat tumbuh pada lingkungan yang kurang mendukung. Selain memanfaatkan peranan tumbuhan, secara tidak langsung fitoremediasi juga memanfaatkan peranan mikroorganisme yang hidup di sekitarnya sehingga diharapkan proses fitoremediasi dapat berjalan dengan maksimal.

Menurut Youngman (1999 dalam Mujab, 2011), tanaman yang akan digunakan dalam proses fitoremediasi harus memiliki beberapa syarat di antaranya yaitu tanaman tersebut memiliki kemampuan tumbuh yang cepat dan toleran terhadap bahan kontaminan serta dapat beradaptasi pada cekaman lingkungan. Oleh karena tidak semua tanaman dapat digunakan sebagai fitoremediasi, maka syarat tersebut harus dipenuhi apabila ingin melakukan fitoremediasi (Mujab, 2011). Salah satu tanaman yang memiliki kemampuan

dalam menolerir kondisi cekaman lingkungan ialah tanaman rerumputan dan tanaman legume (Izinyon dan Seghosime, 2013).

Beberapa penelitian tentang potensi rerumputan telah banyak dilakukan. Salah satunya ialah penelitian Izinyon dan Seghosime (2013) tentang "Assessment of Show Star Grass (*Melampodium paludosum*) for Phytoremediation of Motor Oil Contaminated Soil". Berdasarkan penelitian tersebut disimpulkan bahwa *Melampodium paludosum* dapat tumbuh dan beradaptasi pada tanah yang tercemar limbah minyak pelumas pada konsentrasi 75,46 mg/g. Setelah dilakukan perlakuan fitoremediasi selama 16 minggu diketahui bahwa TPH limbah yang semula sebesar 49,822 mg/g menurun kadarnya menjadi 30,079 mg/g. Hal tersebut menunjukkan bahwa tingkat efisiensi degradasi hidrokarbon yang terjadi ialah sebesar 60,139% (Izinyon dan Seghosime, 2013).

Penelitian Estuningsih *et al.* (2013) yang dilakukan selama 2 bulan juga menunjukkan bahwa tanaman rumput memiliki potensi sebagai fitoremediator tanah yang tercemar limbah minyak bumi. Tanaman rumput yang digunakan dalam penelitian tersebut ialah *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Cyperus kyllingia* Endl., *Eleusine indica* (L.) Gaertn. dan *Fimbristylis acuminata* Vahl dengan menggunakan variasi konsentrasi limbah (TPH) sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Berdasarkan hasil penelitiannya diperoleh bahwa beberapa tanaman rumput tersebut memiliki kemampuan meremediasi yang hampir sama dalam menurunkan kadar TPH pada limbah yang digunakan. Dibandingkan dengan ke-3 perlakuan yang menggunakan

limbah, konsentrasi TPH tertinggi (10%) memiliki persen degradasi tertinggi yaitu sebesar 6,95% (Estuningsih *et al*, 2013).

Selain beberapa tanaman rumput di atas, tanaman rumput gajah juga diketahui dapat tumbuh pada tanah yang kritis dan minim akan nutrisi (Aliyanta *et al.*, 2011). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aliyanta *et al.* (2011), rumput gajah dapat membantu dalam meremediasi lahan yang telah tercemar minyak bumi. Untuk meneliti lebih lanjut mengenai potensi rumput gajah dalam mengurai limbah senyawa organik khususnya limbah hidrokarbon, maka dilakukan penelitian mengenai pengaruh senyawa organik limbah minyak pelumas (oli) pada tanaman rumput gajah yang ditinjau berdasarkan respon pertumbuhan baik secara morfologi maupun fisiologi tanaman serta kemampuannya dalam meremediasi limbah minyak pelumas (oli) dalam tanah.

B. Rumusan Masalah

Penelitian ini diharapkan dapat menjawab beberapa masalah yang di antaranya yaitu:

1. Bagaimana pengaruh limbah minyak pelumas terhadap morfologi dan pertumbuhan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) ditinjau dari warna daun, jumlah daun, perubahan panjang daun dan akar serta morfologi akar?

2. Bagaimana pengaruh limbah minyak pelumas terhadap fisiologi rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) ditinjau dari berat basah, berat kering tanaman, kadar abu serta kandungan klorofil daun?
3. Bagaimana kemampuan rumput gajah dalam meremediasi limbah minyak pelumas dilihat dari perbandingan antara nilai *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) pada tanah sebelum dan sesudah perlakuan?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah

1. Mengetahui pengaruh adanya limbah minyak pelumas terhadap morfologi dan pertumbuhan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) ditinjau dari warna daun, ukuran panjang dan jumlah daun serta akar dan morfologinya.
2. Mengetahui pengaruh adanya limbah minyak pelumas terhadap fisiologi rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) ditinjau dari berat basah, berat kering tanaman, kadar abu serta kandungan klorofil daun.
3. Mengetahui seberapa besar kemampuan rumput gajah dalam meremediasi lingkungan yang tercemar limbah minyak pelumas dilihat dari perbandingan antara nilai *Total Petroleum Hydrocarbon* (TPH) pada tanah sebelum dan sesudah perlakuan.

D. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari dilakukannya penelitian ini ialah:

1. Menambah ilmu pengetahuan terkait proses fitoremediasi pada limbah hidrokarbon khususnya minyak pelumas (oli)
2. Memberikan informasi terkait kemampuan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) sebagai agen fitoremediasi minyak pelumas

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian fitoremediasi limbah minyak pelumas (oli) menggunakan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) dapat disimpulkan bahwa:

1. Limbah minyak pelumas mempengaruhi morfologi dan pertumbuhan tanaman. Hal ini dapat dilihat dari pertumbuhan daun di mana daun terbaik terdapat pada K1 dengan jumlah 18 daun dan panjang rerata 80 cm, sedangkan terendah pada perlakuan 50% dengan jumlah 12 daun dan rerata panjangnya 45,3 cm. Sama halnya dengan pertumbuhan daun di mana akar terpanjang terdapat pada K1 dengan 36,3 cm dan terpendek pada perlakuan 50% dengan panjang 23,6 cm. Semakin besar konsentrasi limbah TPH yang terkandung dalam media maka akan menurunkan jumlah daun, ukuran panjang daun, panjang akar serta serabut akar yang tumbuh. Kandungan limbah TPH 40% dan 50% pada media tanam mempengaruhi warna daun (terjadi klorosis). Begitupun dengan kandungan klorofilnya, di mana semakin besar TPH maka kadar klorofilnya semakin menurun.
2. Fisiologi rumput gajah terpengaruh dengan adanya bahan pencemar. Semakin tinggi konsentrasi kontaminan yang ada pada media tanah maka semakin rendah berat basah, berat kering, serta kadar klorofil tanaman. Begitupun sebaliknya di mana semakin tinggi konsentrasi

bahan pencemar yang ada pada media maka akan semakin besar kadar abu tanaman yang dihasilkan. Kadar abu terbesar terdapat pada bagian akar tanaman. Oleh karena itu dapat diasumsikan bahwa pada fitoremediasi ini terjadi proses akumulasi mineral yang terbanyak di bagian akar.

3. Persen degradasi tertinggi pada konsentrasi 10% yaitu 44,94% (untuk sampel perlakuan) dan 30,16% (untuk K2), sedangkan terendah pada konsentrasi 50% yaitu 29,57% (untuk sampel perlakuan) dan 4,89% (untuk K2). Semakin besar konsentrasi TPH limbah yang digunakan maka akan semakin kecil persen degradasinya. Namun jika dibandingkan dengan K2, perlakuan dengan adanya peran tanaman memiliki persen degradasi TPH 21% lebih tinggi.

B. Saran

Penelitian ini masih memerlukan beberapa penelitian lanjutan terkait:

1. Batas maksimum waktu kemampuan rumput gajah dalam bertahan pada kondisi cekaman suatu limbah.
2. Batas maksimum konsentrasi TPH limbah minyak pelumas (oli) yang dapat digunakan dalam fitoremediasi rumput gajah.
3. Adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan konsentrasi TPH limbah minyak pelumas dengan kisaran $\leq 10\%$.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, R. N., Setyono, P. dan Utami, L. B. (2011). Pengaruh Limbah Lumpur Minyak Mentah terhadap Pertumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). *Jurnal Ekosains*, 3 (2): 88-104.
- Ahmed, N. S. dan Nassar, A. M. (2011). *Lubricating Oil Additive, Tribology-Lubricants and Lubrication*. Dr Chang Hung Kuo (Ed.). Shanghai: InTech.
- Ali, A. (2013). Teknologi Pengawetan (Hay) dan Kualitas Nutrisi Murbei (*Morus alba*) Ditanam di Lahan Gambut sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Kutubkhanah*, 16 (1): 27-36.
- Aliyanta, B., Sumarlin, L. O. dan Mujab, A. S. (2011). Penggunaan Biokompos dalam Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Minyak Bumi. *Valensi*, 2 (3): 430-442.
- Ambriyanto, K. S. (2010). *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumput Gajah (Pennisetum purpureum Schumacher)*. [Skripsi]. Surabaya: ITS.
- Badan Pusat Statistik. (2015). Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987-2013. Diakses dari <http://www.bps.go.id/index.php/linkTabelStatis/1413> pada tanggal 22 April 2015 pukul 11.00 WIB.
- Basumatary, B., Saikia, R. dan Bordoloi, S. (2012). Phytoremediation of Crude Oil Contaminated Soil Using Nut Grass, *Cyperus rotundus*. *J. Environ. Biol*, 33: 891-896.
- Be, know, do. (n.d). The Re-Refining of Used Lubricating Oils. Diakses dari <http://nzic.org.nz/ChemProcesses/energy/7B.pdf> pada tanggal 23 Januari 2016 pukul 10.15 WIB.
- Eddy, S. (2009). Kemampuan Tanaman Enceng Gondok sebagai Agens Fitoremediasi Air Tercemar Timbal (Pb). *Sainmatika*, 6 (2).
- Estuningsih, S. P., Juswardi, Yudono, B. dan Yulianti, R. (2013). *Potensi Tanaman Rumput sebagai Agen Fitoremediasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Lampung: Universitas Lampung.
- Fujita, E. M., Campbell, D. E. dan Zielinska, B. (2006). Chemical Analysis of Lubrication Oil Samples from Study to Characterize Exhaust Emissions from Light-Duty Gasoline Vehicles in the Kansas City Metropolitan Area. Final Technical Report. Desert Research Institute.
- Garapati, V. K. (2012). *Biodegradation of Petroleum Hydrocarbons*. [Thesis]. Rourkela: National Institute of Technology.

- Guderson, J. (2006). *The Effect Of Hydrocarbon Contamination and Mycorrhizal Inoculation on Poplar Fine Root Dynamics*. [Thesis]. Canada: University of Saskatchewan.
- Handayani, I. F., Setyawati, E. dan Santoso, A. M. (2013). Efisiensi Fitoremediasi pada Air Terkontaminasi Cu menggunakan *Salvinia molesta* Mitchel. Seminar Nasional X Pendidikan Biologi, 10 (2).
- Hardiani, H. (2009). Potensi Tanaman dalam Mengakumulasi Limbah Cu pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas. *Jurnal BS*, 44 (1): 64-75.
- Hart, H. (1991). *Organic Chemistry a Short Course* (6th Edition). East Lansing: Michigan State University.
- Hayyu, A dan Mangkoedihardjo, S. (2012). Pengaruh Variasi pH terhadap Removal Logam Berat Timbal (Pb⁺) oleh Heliconia (*Heliconia psittacorum*) di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran, Surabaya. [Paper]. Surabaya: ITS.
- Idris, M., Abdullah, S. R. S., Titah, H. S., Latif, M. T., dan Ayub, R. (2014). Degradation of Total Petroleum Hydrocarbon in Phytoremediation Using Terrestrial Plants. *EnvironmentAsia*, 7 (2): 36-44.
- Izinyon, O. C. and Seghosime, A. (2013). Assessment of Show Star Grass (*Melampodium paludosum*) for Phytoremediation of Motor Oil Contaminated Soil. *Civil and Environmental Research*, 3 (3).
- Junaidi, Muyassir dan Syafruddin. (2013). Penggunaan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan Pupuk Kandang dalam Bioremediasi Inceptisol Tercemar Hidrokarbon. *Jurnal Konservasi Sumber Daya Lahan*, 1 (1): 1-9.
- Kamath, R., Rentz, J. A., Schnoor, J. L., and Alvarez, P. J. J. (2004). *Phytoremediation Of Hydrocarbon-Contaminated Soils: Principles And Applications*. USA: University Of Iowa.
- Karwati. (2009). *Degradasi Hidrokarbon pada Tanah Tercemari Minyak Bumi dengan Isolat A10 dan D8*. [Skripsi]. Bogor: IPB.
- Kin, L. K. (2008). *Bioremediation Of Spent Lubricating Oil-Contaminated Sediments In Magrove Microcosm*. [Thesis]. Hongkong: City University Of Hongkong.
- Kulkarni, S. V. (2014). *Bioremediation of Petroleum Hydrocarbon Polluted Sites for The Conservation of Soil Microbial Diversity*. [Thesis]. India: City University Of Pune.
- Kusrijadi, A., Mudzakir, A. dan Fatima, S. S. (2009). *Peningkatan Kualitas Sanitasi Lingkungan Berbasis Fitoremediasi*. Bandung: UPI.

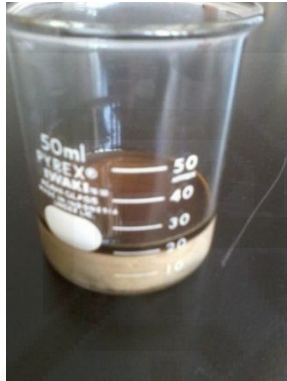
- Lembar Fakta Bioremediasi. (2012). *Bioremediasi dalam Penambangan Minyak Mentah*. Pollicy, Government & Public Affairs. Chevron IndoAsia Business Unit.
- Mangkoedihardjo, S. (2008). *Integritas Fitoteknologi dalam Sanitasi Lingkungan Untuk Pembangunan Berkelanjutan*. Surabaya: ITS.
- Mujab, A. S. (2011). *Penggunaan Biokompos dalam Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Lumpur Minyak Bumi*. [Skripsi]. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Novita, Yuliani dan Purnomo, T. (2012). Penyerapan Logam Timbal (Pb) dan Kadar Klorofil *Eloдея Canadensis* pada Limbah Cair Pabrik Pulp dan Kertas. *LenteraBio*, 1 (1): 1-8.
- Peni, D. K., Solichatun, dan Anggarwulan, E. (2004). Pertumbuhan, Kadar Klorofil-Karotenoid, Saponin,, Aktivitas Nitrat Reduktase Anting-Anting (*Acalypha indica* L.) pada Konsentrasi Asam Giberelat (GA3) yang Berbeda. *Biofarmasi*, 2 (1): 1-8.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2006). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2006*. Jakarta: Dokumen Pemerintah.
- Pertiwi, S., Juswardi., Yudono, B. dan Nita F. A. (2013). Kemampuan Fitoremediasi *Salvinia molesta* D. S. Mitchel pada Beberapa Konsentrasi Limbah Cair Minyak Bumi. *Jurnal Penelitian Sains*, 16 (1): 27-32.
- Prasad, M. N. V. (2011). *A State of the Art Repport on Bioremediation , Its Applications to Contaminated Sites in India*. Hyderabad: Ministry of Environment and Forests.
- Priyanto, B. (2012). Toleransi Lima Jenis Rumput terhadap Minyak dan Kapasitas Degradasinya dalam Sistem Fitoremediasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13 (2): 141-149.
- Purwandani, D. (2014). Pertumbuhan Kandungan Klorofil dan Aktifitas Nitrat Reduktase *Sorghum bicolor* (L.) Moench pada Kondisi Cekaman Krom. [Skripsi]. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.
- Purwantari, N. D., Sajimin, Fanindi, A. dan Sutedi, E. (2012). *Sumber Daya Genetika Tanaman Pakan Ternak Adaptif Lahan Kritis*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Ratman, C. R. dan Syafrudin. (2010). Penerapan Pengelolaan Limbah B3 di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia. *Jurnal Presipitasi*, 7 (2): 62-70.
- Salt, D. E., Smith, R. D., and Raskin, I. (1998). Phytoremediation. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49: 643-668. Diakses pada 10 Maret 2014 dari <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15012249>.
- Setiadi, Y., Salim, F. dan Silmi, Y. (2014). Seleksi Adaptasi Jenis Tanaman pada Tanah Tercemar Minyak Bumi. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 5 (3): 160-166.

- Sharma, S. (2012). Bioremediation: Features, Strategis and Applications. *Asian Journal Of Pharmacy And Life Science*, 2 (2): 202-213.
- Siahaan, B. C., Utami, S. R. dan Handayanto, E. (2014). Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri (Hg) Limbah Tailing Tambang Emas menggunakan *Lindernia crustacean*, *Digitaria radicata* dan *Cyperus rotundus* serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 1 (2): 38-48.
- Sumenda, L., Rampe H. L. dan Mantiri, F. R. (2011). Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda. *Jurnal BIOSLOGOS*, 1 (1): 20-24.
- Tjitrosoepomo, G. (2004). *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Van der Heul. R. M. (2009). *Environmental Degradation of Petroleum Hydrocarbons*. [Thesis]. Netherlands: Utrecht University.
- Vermani, A., Navneet, Prabhat dan Chauhan, A. (2010). Physco-Chemical Analysis of Ash of Some Medicinal Plants Growing in Uttarakhan India. *Nature and Science*, 8 (6).
- Windusari, Y., Sari, N. A. P., Yustian, I. dan Zulkifli, H. (2012). Dugaan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah di Kawasan Suksesi Alami pada Area Pengendapan Tailing PT Freeport Indonesia. *Jurnal Biospecies*, 5 (1): 22-28.
- Yudono, B. dan Estuningsih. S. P. (2013). *Kinetika Degradasi Limbah Minyak Bumi menggunakan Sinergi Bakteri Konsorsium (Micrococcus sp., Pseudomonas pseudomallei, Pseudomonas pseudoalcaligenes dan Bacillus sp.) dan Rumput Eleusine Indica (L.) Gaertn. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Lampung: Universitas Lampung.
- Zuhra, C. F. (2003). *Penyulingan, Pemrosesan dan Penggunaan Minyak Bumi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

LAMPIRAN I

FOTO

A. Uji TPH Limbah



Hidrokarbon



Minyak

B. Uji TPH Media



C. Aklimatisasi



D. Media Tanam Kontrol Negatif 2



E. Sampel Perlakuan

Minggu 1



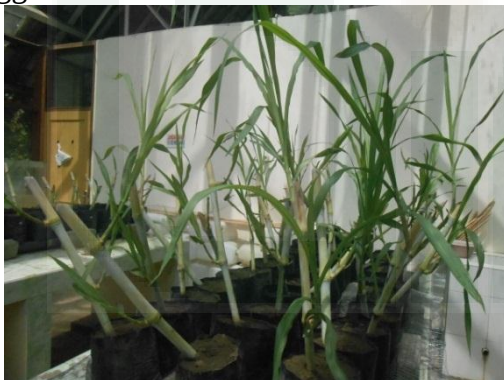
Minggu 2



Minggu 3



Minggu 4



Minggu 5



Minggu 6



LAMPIRAN II

DATA

A. Jumlah Daun (Buah)

Perlakuan Minggu Ke-	K1	10%	20%	30%	40%	50%
1	6	5	4	3	4	0
2	12	10	10	9	9	5
3	16	12	11	12	11	10
4	18	14	12	13	13	11
5	18	14	12	13	13	12
6	19	15	13	13	13	12

B. Ukuran Panjang Daun (cm)

Perlakuan Minggu Ke-	K1	10%	20%	30%	40%	50%
1	25.1	20.2	16.3	13	12	0
2	47.2	31.3	30.6	24.2	22.9	17.2
3	61.8	38.8	40.8	33.3	34.4	31.1
4	73.5	47.2	54.8	42.2	46.8	39.2
5	77.6	52.2	59.4	48.3	53.2	42.4
6	80	54.7	63.5	51.8	55.4	45.3

C. Kadar Klorofil (g/ml)

Perlakuan Klorofil	K1	10%	20%	30%	40%	50%
Klorofil A	10.42	10.15	9.85	9.77	9.18	9.01
Klorofil B	14.86	14.24	14.50	13.91	10.74	10.24

D. Hasil Duncan Kadar Abu

kadar abu batang

	kadar TPH	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Duncan ^a	10	2	4.8250		
	0	2	4.9100	4.9100	
	30	2	5.0850	5.0850	
	40	2		5.5150	
	20	2		5.5200	

50	2			7.7700
Sig.		.364	.065	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

kadar abu daun

	kadar TPH	N	Subset for alpha = 0.05			
			1	2	3	4
Duncan ^a	0	2	12.1250			
	10	2	12.2050			
	20	2		12.7750		
	50	2			13.8500	
	30	2				15.7400
	40	2				16.1750
	Sig.		.736	1.000	1.000	.103

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

kadar abu akar

	kadar TPH	N	Subset for alpha = 0.05			
			1	2	3	4
Duncan ^a	0	2	23.5300			
	20	2		28.6500		
	10	2		29.6900	29.6900	
	30	2	61	29.7150	29.7150	
	40	2			30.4000	
	50	2				32.4800
	Sig.		1.000	.060	.173	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

E. Hasil Duncan Panjang Akar

panjang akar

Duncan

kadar TPH	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
50	5	23.6000	
40	5	24.4400	
20	5	24.5000	
30	5	25.6000	
10	5	29.1600	
0	5		36.2600
Sig.		.157	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

F. Hasil Duncan Ukuran Panjang Daun

panjang daun

Duncan

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
50%	12	45.3333			
30%	13		51.8077		
10%	15		54.7000		
40%	13		55.3846		
20%	13			63.4615	
kontrol	19				80.0263
Sig.		1.000	.253	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

DAFTAR PUSTAKA

- Aeni, R. N., Setyono, P. dan Utami, L. B. (2011). Pengaruh Limbah Lumpur Minyak Mentah terhadap Pertumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). *Jurnal Ekosains*, 3 (2): 88-104.
- Ahmed, N. S. dan Nassar, A. M. (2011). *Lubricating Oil Additive, Tribology-Lubricants and Lubrication*. Dr Chang Hung Kuo (Ed.). Shanghai: InTech.
- Ali, A. (2013). Teknologi Pengawetan (Hay) dan Kualitas Nutrisi Murbei (*Morus alba*) Ditanam di Lahan Gambut sebagai Pakan Ternak Ruminansia. *Kutubkhanah*, 16 (1): 27-36.
- Aliyanta, B., Sumarlin, L. O. dan Mujab, A. S. (2011). Penggunaan Biokompos dalam Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Minyak Bumi. *Valensi*, 2 (3): 430-442.
- Ambriyanto, K. S. (2010). *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Pendegradasi Selulosa dari Serasah Daun Rumput Gajah (Pennisetum purpureum Schumacher)*. [Skripsi]. Surabaya: ITS.
- Badan Pusat Statistik. (2015). Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis Tahun 1987-2013. Diakses dari <http://www.bps.go.id/index.php/linkTabelStatis/1413> pada tanggal 22 April 2015 pukul 11.00 WIB.
- Basumatary, B., Saikia, R. dan Bordoloi, S. (2012). Phytoremediation of Crude Oil Contaminated Soil Using Nut Grass, *Cyperus rotundus*. *J. Environ. Biol*, 33: 891-896.
- Be, know, do. (n.d). The Re-Refining of Used Lubricating Oils. Diakses dari <http://nzic.org.nz/ChemProcesses/energy/7B.pdf> pada tanggal 23 Januari 2016 pukul 10.15 WIB.
- Eddy, S. (2009). Kemampuan Tanaman Enceng Gondok sebagai Agens Fitoremediasi Air Tercemar Timbal (Pb). *Sainmatika*, 6 (2).
- Estuningsih, S. P., Juswardi, Yudono, B. dan Yulianti, R. (2013). *Potensi Tanaman Rumput sebagai Agen Fitoremediasi Tanah Terkontaminasi Limbah Minyak Bumi. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Lampung: Universitas Lampung.
- Fujita, E. M., Campbell, D. E. dan Zielinska, B. (2006). Chemical Analysis of Lubrication Oil Samples from Study to Characterize Exhaust Emissions from Light-Duty Gasoline Vehicles in the Kansas City Metropolitan Area. Final Technical Report. Desert Research Institute.
- Garapati, V. K. (2012). *Biodegradation of Petroleum Hydrocarbons*. [Thesis]. Rourkela: National Institute of Technology.

- Guderson, J. (2006). *The Effect Of Hydrocarbon Contamination and Mycorrhizal Inoculation on Poplar Fine Root Dynamics*. [Thesis]. Canada: University of Saskatchewan.
- Handayani, I. F., Setyawati, E. dan Santoso, A. M. (2013). Efisiensi Fitoremediasi pada Air Terkontaminasi Cu menggunakan *Salvinia molesta* Mitchel. Seminar Nasional X Pendidikan Biologi, 10 (2).
- Hardiani, H. (2009). Potensi Tanaman dalam Mengakumulasi Limbah Cu pada Media Tanah Terkontaminasi Limbah Padat Industri Kertas. *Jurnal BS*, 44 (1): 64-75.
- Hart, H. (1991). *Organic Chemistry a Short Course* (6th Edition). East Lansing: Michigan State University.
- Hayyu, A dan Mangkoedihardjo, S. (2012). Pengaruh Variasi pH terhadap Removal Logam Berat Timbal (Pb^{+}) oleh Helikonia (*Heliconia psittacorum*) di Kelurahan Tambak Wedi, Kecamatan Kenjeran, Surabaya. [Paper]. Surabaya: ITS.
- Idris, M., Abdullah, S. R. S., Titah, H. S., Latif, M. T., dan Ayub, R. (2014). Degradation of Total Petroleum Hydrocarbon in Phytoremediation Using Terrestrial Plants. *EnvironmentAsia*, 7 (2): 36-44.
- Izinyon, O. C. and Seghosime, A. (2013). Assessment of Show Star Grass (*Melampodium paludosum*) for Phytoremediation of Motor Oil Contaminated Soil. *Civil and Environmental Research*, 3 (3).
- Junaidi, Muyassir dan Syafruddin. (2013). Penggunaan Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan Pupuk Kandang dalam Bioremediasi Inceptisol Tercemar Hidrokarbon. *Jurnal Konservasi Sumber Daya Lahan*, 1 (1): 1-9.
- Kamath, R., Rentz, J. A., Schnoor, J. L., and Alvarez, P. J. J. (2004). *Phytoremediation Of Hydrocarbon-Contaminated Soils: Principles And Applications*. USA: University Of Iowa.
- Karwati. (2009). *Degradasi Hidrokarbon pada Tanah Tercemari Minyak Bumi dengan Isolat A10 dan D8*. [Skripsi]. Bogor: IPB.
- Kin, L. K. (2008). *Bioremediation Of Spent Lubricating Oil-Contaminated Sediments In Magrove Microcosm*. [Thesis]. Hongkong: City University Of Hongkong.
- Kulkarni, S. V. (2014). *Bioremediation of Petroleum Hydrocarbon Polluted Sites for The Conservation of Soil Microbial Diversity*. [Thesis]. India: City University Of Pune.
- Kusrijadi, A., Mudzakir, A. dan Fatima, S. S. (2009). *Peningkatan Kualitas Sanitasi Lingkungan Berbasis Fitoremediasi*. Bandung: UPI.

- Lembar Fakta Bioremediasi. (2012). *Bioremediasi dalam Penambangan Minyak Mentah*. Pollicy, Government & Public Affairs. Chevron IndoAsia Business Unit.
- Mangkoedihardjo, S. (2008). *Integritas Fitoteknologi dalam Sanitasi Lingkungan Untuk Pembangunan Berkelanjutan*. Surabaya: ITS.
- Mujab, A. S. (2011). *Penggunaan Biokompos dalam Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Lumpur Minyak Bumi*. [Skripsi]. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- Novita, Yuliani dan Purnomo, T. (2012). Penyerapan Logam Timbal (Pb) dan Kadar Klorofil *Elodea Canadensis* pada Limbah Cair Pabrik Pulp dan Kertas. *LenteraBio*, 1 (1): 1-8.
- Peni, D. K., Solichatun, dan Anggarwulan, E. (2004). Pertumbuhan, Kadar Klorofil-Karotenoid, Saponin,, Aktivitas Nitrat Reduktase Anting-Anting (*Acalypha indica* L.) pada Konsentrasi Asam Giberelat (GA3) yang Berbeda. *Biofarmasi*, 2 (1): 1-8.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2006). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 11 Tahun 2006*. Jakarta: Dokumen Pemerintah.
- Pertiwi, S., Juswardi., Yudono, B. dan Nita F. A. (2013). Kemampuan Fitoremediasi *Salvinia molesta* D. S. Mitchel pada Beberapa Konsentrasi Limbah Cair Minyak Bumi. *Jurnal Penelitian Sains*, 16 (1): 27-32.
- Prasad, M. N. V. (2011). *A State of the Art Repport on Bioremediation , Its Applications to Contaminated Sites in India*. Hyderabad: Ministry of Environment and Forests.
- Priyanto, B. (2012). Toleransi Lima Jenis Rumput terhadap Minyak dan Kapasitas Degradasinya dalam Sistem Fitoremediasi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 13 (2): 141-149.
- Purwandani, D. (2014). Pertumbuhan Kandungan Klorofil dan Aktifitas Nitrat Reduktase *Sorghum bicolor* (L.) Moench pada Kondisi Cekaman Krom. [Skripsi]. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.
- Purwantari, N. D., Sajimin, Fanindi, A. dan Sutedi, E. (2012). *Sumber Daya Genetika Tanaman Pakan Ternak Adaptif Lahan Kritis*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Ratman, C. R. dan Syafrudin. (2010). Penerapan Pengelolaan Limbah B3 di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia. *Jurnal Presipitasi*, 7 (2): 62-70.
- Salt, D. E., Smith, R. D., and Raskin, I. (1998). Phytoremediation. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 49: 643-668. Diakses pada 10 Maret 2014 dari <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15012249>.
- Setiadi, Y., Salim, F. dan Silmi, Y. (2014). Seleksi Adaptasi Jenis Tanaman pada Tanah Tercemar Minyak Bumi. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 5 (3): 160-166.

- Sharma, S. (2012). Bioremediation: Features, Strategis and Applications. *Asian Journal Of Pharmacy And Life Science*, 2 (2): 202-213.
- Siahaan, B. C., Utami, S. R. dan Handayanto, E. (2014). Fitoremediasi Tanah Tercemar Merkuri (Hg) Limbah Tailing Tambang Emas menggunakan *Lindernia crustacean*, *Digitaria radicata* dan *Cyperus rotundus* serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 1 (2): 38-48.
- Sumenda, L., Rampe H. L. dan Mantiri, F. R. (2011). Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda. *Jurnal BIOSLOGOS*, 1 (1): 20-24.
- Tjitrosoepomo, G. (2004). *Taksonomi Tumbuhan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Van der Heul. R. M. (2009). *Environmental Degradation of Petroleum Hydrocarbons*. [Thesis]. Netherlands: Utrecht University.
- Vermani, A., Navneet, Prabhat dan Chauhan, A. (2010). Physico-Chemical Analysis of Ash of Some Medicinal Plants Growing in Uttarakhan India. *Nature and Science*, 8 (6).
- Windusari, Y., Sari, N. A. P., Yustian, I. dan Zulkifli, H. (2012). Dugaan Cadangan Karbon Biomassa Tumbuhan Bawah dan Serasah di Kawasan Suksesi Alami pada Area Pengendapan Tailing PT Freeport Indonesia. *Jurnal Biospecies*, 5 (1): 22-28.
- Yudono, B. dan Estuningsih. S. P. (2013). *Kinetika Degradasi Limbah Minyak Bumi menggunakan Sinergi Bakteri Konsorsium (Micrococcus sp., Pseudomonas pseudomallei, Pseudomonas pseudoalcaligenes dan Bacillus sp.) dan Rumput Eleusine Indica (L.) Gaertn. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Lampung: Universitas Lampung.
- Zuhra, C. F. (2003). *Penyulingan, Pemrosesan dan Penggunaan Minyak Bumi*. Medan: Universitas Sumatera Utara.

LAMPIRAN I

FOTO

A. Uji TPH Limbah



Hidrokarbon



Minyak

B. Uji TPH Media



C. Aklimatisasi



D. Media Tanam Kontrol Negatif 2



E. Sampel Perlakuan

Minggu 1



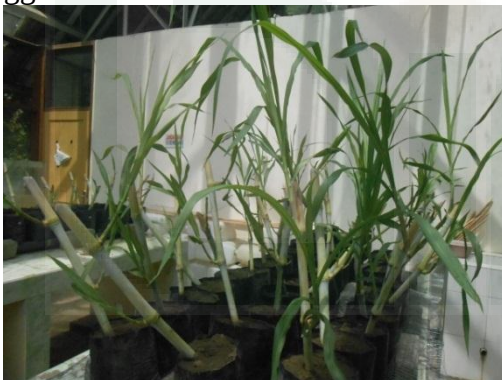
Minggu 2



Minggu 3



Minggu 4



Minggu 5



Minggu 6



LAMPIRAN II

DATA

A. Jumlah Daun (Buah)

Perlakuan Minggu Ke-	K1	10%	20%	30%	40%	50%
1	6	5	4	3	4	0
2	12	10	10	9	9	5
3	16	12	11	12	11	10
4	18	14	12	13	13	11
5	18	14	12	13	13	12
6	19	15	13	13	13	12

B. Ukuran Panjang Daun (cm)

Perlakuan Minggu Ke-	K1	10%	20%	30%	40%	50%
1	25.1	20.2	16.3	13	12	0
2	47.2	31.3	30.6	24.2	22.9	17.2
3	61.8	38.8	40.8	33.3	34.4	31.1
4	73.5	47.2	54.8	42.2	46.8	39.2
5	77.6	52.2	59.4	48.3	53.2	42.4
6	80	54.7	63.5	51.8	55.4	45.3

C. Kadar Klorofil (g/ml)

Perlakuan Klorofil	K1	10%	20%	30%	40%	50%
Klorofil A	10.42	10.15	9.85	9.77	9.18	9.01
Klorofil B	14.86	14.24	14.50	13.91	10.74	10.24

D. Hasil Duncan Kadar Abu

kadar abu batang

Duncan ^a	kadar TPH	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
	10	2	4.8250		
	0	2	4.9100	4.9100	
	30	2	5.0850	5.0850	
	40	2		5.5150	
	20	2		5.5200	

50	2			7.7700
Sig.		.364	.065	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

kadar abu daun

	kadar TPH	N	Subset for alpha = 0.05			
			1	2	3	4
Duncan ^a	0	2	12.1250			
	10	2	12.2050			
	20	2		12.7750		
	50	2			13.8500	
	30	2				15.7400
	40	2				16.1750
	Sig.		.736	1.000	1.000	.103

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

kadar abu akar

	kadar TPH	N	Subset for alpha = 0.05			
			1	2	3	4
Duncan ^a	0	2	23.5300			
	20	2		28.6500		
	10	2		29.6900	29.6900	
	30	2	61	29.7150	29.7150	
	40	2			30.4000	
	50	2				32.4800
	Sig.		1.000	.060	.173	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2.000.

E. Hasil Duncan Panjang Akar

panjang akar

Duncan

kadar TPH	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
50	5	23.6000	
40	5	24.4400	
20	5	24.5000	
30	5	25.6000	
10	5	29.1600	
0	5		36.2600
Sig.		.157	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

F. Hasil Duncan Ukuran Panjang Daun

panjang daun

Duncan

perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
50%	12	45.3333			
30%	13		51.8077		
10%	15		54.7000		
40%	13		55.3846		
20%	13			63.4615	
kontrol	19				80.0263
Sig.		1.000	.253	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

CURRICULUM VITAE

A. Biodata Pribadi

Nama Lengkap : Laili Fatimah Rosiati
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Bekasi, 5 Agustus 1994
Alamat Asal : Jl. Chandra Indah X Blok A-31,
Jatirahayu, Bekasi
Alamat Tinggal : Mojosari, Baturetno, Banguntapan
Email : laili_rosiati@yahoo.com
No. HP : 087887287116



B. Latar Belakang Pendidikan Formal

Jenjang	Nama Sekolah	Tahun
SD	SDN JATIRAHAYU IV	2001-2006
SMP	MTS IBNUL QOYYIM PUTRI	2006-2009
SMU	MA IBNUL QOYYIM PUTRI	2009-2011
S1	UIN Sunan Kalijaga	2011-2016