

BIOREMEDIASI LIMBAH OLI PADA MEDIA TANAH

SKRIPSI

diajukan sebagai bagian dari syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Biologi



Oleh :

Deannisa Fajriaty

NIM. 1500444

PROGRAM STUDI BIOLOGI

DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2019

BIOREMEDIASI LIMBAH OLI PADA MEDIA TANAH

Oleh

Deannisa Fajriaty

Skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Biologi Departemen Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Deannisa Fajriaty 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2019


Hak cipta dilindungi undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

DEANNISA FAJRIATY

BIOREMEDIASI LIMBAH OLI PADA MEDIA TANAH

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. H. Saefudin, M.Si.

NIP. 196307011988031003

Pembimbing II

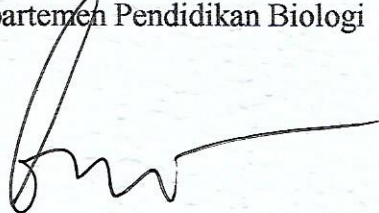


Dr. Wahyu Surakusumah, M.T.

NIP.1972123011999031001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Biologi



Dr. Bambang Supriatno, M.Si.

NIP . 196305211088031002

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi/tesis/disertasi dengan judul “Bioremediasi Limbah Oli pada Media Tanah” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2019
Yang membuat pernyataan,

Deannisa Fajriaty

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta memberi kelancaran dan kemudahan untuk melaksanakan penelitian dan penulisan skripsi. Shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW kepada keluarganya, para sahabatnya dan semoga sampai kepada kita selaku umatnya.

Penulisan skripsi yang berjudul “Bioremediasi Limbah Oli pada Media Tanah” diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menempuh ujian sarjana Program Studi Biologi Departemen Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Riset Bioteknologi, Biologi, FPMIPA UPI dan Laboratorium Instrumen Kimia, Teknik Kimia ITB.

Selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini banyak sekali pihak yang turut membantu. Skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa rahmat Allah SWT, juga bantuan, dan bimbingan dari semua pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah ini. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan sebesar-besarnya pada semua pihak yang telah membantu baik dalam dukungan moril, materi, tenaga, dan do'a. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. H. Saefudin, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang dengan sangat sabar memberikan bimbingan, ilmu pengetahuan, dan motivasi selama penelitian dan penulisan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Wahyu Surakusumah, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, ilmu pengetahuan, masukan, dukungan dan motivasi selama penulisan skripsi.
3. Bapak Dr. Bambang Supriatno, M.Si. selaku Ketua Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
4. Ibu Dr. Hernawati, S.Pt., M.Si. selaku dosen pembimbing akademik atas bimbingan dan motivasi yang telah diberikan.

5. Bapak Dr. Topik Hidayat, M.Si selaku Kepala Laboratorium Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI yang telah banyak memberi bimbingan, fasilitas dan dukungan selama penelitian.
6. Seluruh dosen Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI atas segala ilmu, bimbingan dan pengalaman yang telah diberikan selama perkuliahan.
7. Seluruh staf Departemen Pendidikan Biologi FPMIPA UPI atas segala kemudahan, bimbingan dan pengalaman yang telah diberikan selama perkuliahan.
8. Bapak Rahadian Deden Juansah S.Pd. selaku PLP Laboratorium Riset Bioteknologi yang dengan sangat ramah, sabar dan rendah hati telah banyak memberikan bimbingan, fasilitas dan berbagai kemudahan selama penelitian.
9. Ibu Iin Maemunah, S.Pd. selaku laboran Laboratorium Ekologi UPI atas segala bimbingan dan fasilitas alat-alat selama penelitian.
10. Ibu Melly Listiana, selaku laboran Laboratorium Instrumen, Teknik Kimia ITB atas segala bimbingan dan fasilitas alat GCMS selama penelitian.
11. Bapak Renardi, selaku laboran Laboratorium Mikrobiologi UPI atas segala bimbingan dan fasilitas bahan selama penelitian.
12. Seluruh keluarga Biologi C 2015 yang menemani penulis selama 4 tahun yang tidak akan terlupakan selama masa perkuliahan yang memberikan berbagai pengalaman, berbagi cerita, memberikan dukungan dan saling membersamai penulis selama masa perkuliahan.

Selain pihak yang disebutkan di atas, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada orangtua penulis : Bapak Odang Abdul Majid dan Ibu Iis Sopiah, kakak Siti Nurlaila. Dengan dukungan yang sangat besar dari keluarga membuat penulis tetap semangat dalam menghadapi segala situasi selama studi ini. yang selalu mendo'akan dan memberikan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan dan penelitian serta kepada keluarga besar yang terus memberikan dukungan serta do'a kepada penulis. Terimakasih penulis ucapkan juga kepada rekan seperjuangan penelitian Rifdah Hanifah dan Indri Berliani yang telah bersama-sama berjuang dalam menyelesaikan penelitian, saling mendukung satu sama lain dan memberikan banyak pembelajaran dan pengalaman berharga selama

penelitian. Kemudian penulis ucapkan juga kepada sahabat seperjuangan Riska Nurlaila, Alya Mardhotillah Azizah, Ika Adhani Sholihah, Fridayova Meidiana, Rizki Amelia, Intan Fauziah Sekarini, Enung Nurhidayah Kusuma Putri, Mega Maurizka Fitri, Tomie Permana, Cipta Adi Nugraha, Suci Imanie Ramadhan, Siti Sofia Hanum, orang-orang terdekat yang menjadi saksi tangis dan tawa suka duka kehidupan studi penulis. Sahabat sekaligus keluarga terbaikku Dewi Kusuma Ningtyas, Evi Sapitri, Nevi Anggraeni, Minna Zaenathul Mahmuda dan Linda Sri Monika atas cinta, kasih sayang, perhatian, bantuan dan motivasi yang tiada henti diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan studi. Teman-teman dan seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu hingga selesainya karya yang sederhana ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, meskipun begitu penulis berharap hasil penelitian dalam skripsi ini dapat bermanfaat untuk penelitian selanjutnya. Oleh karena itu, saran dan kritik penulis harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca dan dapat memberikan sumbangan pengetahuan untuk kemajuan ilmu dan teknologi di masa yang akan datang.

Bandung, Agustus 2019

Penulis

BIOREMEDIASI LIMBAH OLI PADA MEDIA TANAH

ABSTRAK

Oli bekas adalah campuran kompleks senyawa hidrokarbon dan senyawa-senyawa organik lain yang digunakan untuk melumasi bagian-bagian mesin kendaraan bermotor, agar mesin bekerja dengan lancar. Setelah masa pemakaian oli sebagai pelumas berakhir, maka oli bekas akan mengandung lebih banyak logam dan PAH (Polisiklik Aromatik Hidrokarbon). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bioremediasi oli bekas kendaraan bermotor pada media tanah dengan konsentrasi NPK dan limbah yang berbeda dengan melalui metode perhitungan analisis TPC (total plate count), analisis GCMS (*Gas Chromatography Mass Spectrofometri*) dan analisis gravimetri. Sampel limbah oli dan mikroorganisme pendegradasi bersumber dari bengkel di Tasikmalaya. Perlakuan penelitian terdiri dari konsentrasi limbah dan pupuk NPK yang berbeda dengan 9 kali pengulangan. Berdasarkan hasil penelitian, populasi mikroorganisme dengan konsentrasi limbah 5% populasinya semakin meningkat. Hal ini didukung dengan pertumbuhan mikroorganisme selama 21 hari yang diduga mendegradasi polutan sebagai sumber energi. Selain itu, ditunjukkan perubahan komposisi senyawa polutan dengan hilangnya senyawa Tetrapentacosane, Tetracontane, Pentacosane, dan Tetracosane pada saat bioremediasi berlangsung. Oleh karena itu mikroorganisme ini sangat efektif dalam proses bioremediasi. Sehingga disimpulkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan dalam penambahan pupuk NPK terhadap penurunan total *petroleum* hidrokarbon (TPH). Namun, untuk hasil yang optimal memerlukan waktu yang cukup lebih lama.

Kata Kunci : Oli bekas, Pupuk NPK, Bioremediasi, Mikroorganisme.

BIOREMEDIATION OF OIL WASTE IN SOIL MEDIA

ABSTRACT

Used oil is a complex mixture of hydrocarbon compounds and other organic compounds used to lubricate parts of the vehicle engine, so that the engine works as well. After the oil usage period as a lubricant ends, used oil will contain more metals and PAH (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons). This study aimed to determine the effectiveness of bioremediation of used vehicle oil on soil media with different concentrations of NPK and waste through calculation method with TPC (total plate count), GCMS (Gas Chromatography Mass Spectrometry) analysis, and gravimetry analysis. Used oil sample and decipher microorganism came from repair shop in Tasikmalaya. The research treatment consisted of different waste and NPK fertilizer, namely 5% waste concentration and 0.5% NPK, 10% waste concentration and 1% NPK with 9 repetitions. According to the result of study, microorganism population with 5% waste concentration increased. This is supported by the growth of microorganisms for 21 days which are thought to degrade pollutants as an energy source. In addition, a change in the composition of pollutant compounds were shown with the loss of Tetrapentacosane, Tetracontane, Pentacosane, and Tetracosane compounds during bioremediation. Therefore, these microorganisms were very effective in the bioremediation process. So it is concluded that there is significant difference in the addition of NPK fertilizer to decrease in the Hydrocarbon Petroleum Total (TPH). However, for optimal results it takes a long time enough.

Keywords : *Used oil, NPK fertilizer, bioremediation, microorganism.*

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH.....	i
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Tujuan.....	6
1.6 Manfaat.....	6
1.7 Struktur Organisasi.....	6
BAB II BIOREMEDIASI LIMBAH OLI PADA MEDIA TANAH.....	8
2.1 Oli Bekas Kendaraan Bermotor.....	8
2.3 Sifat dan Karakteristik Minyak Pelumas.....	9
2.2 Jenis-jenis minyak pelumas.....	14
2.4 Pupuk NPK (Nitrogen, Fosfor dan Kalium).....	15
2.5 Bioremediasi.....	16
2.6 Proses Remediasi Tanah.....	19
2.7 Mikroorganisme sebagai agen Bioremediasi.....	19
2.8 Senyawa Hidrokarbon.....	22
2.9 Mekanisme Bioremediasi Bakteri.....	27
2.10 Mekanisme Mikoremediasi (Bioremediasi) Jamur.....	27
2.11 Aerasi Tanah.....	28
2.12 Faktor-faktor yang mempengaruhi bioremediasi.....	28
2.13. <i>Gas Chromatography Mass Spectofotometry (GCMS)</i>	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32

3.1 Jenis dan Desain Penelitian	32
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	34
3.3 Populasi dan Sampel	34
3.4 Alat dan Bahan	34
3.5 Pembuatan medium	34
3.7 Pengambilan sampel tanah dan oli bekas	35
3.8 Isolasi bakteri dan jamur dari tanah tercemar oli	35
3.9 Penyiapan bakteri dan jamur untuk bioremediasi	36
3.10 Penyiapan Reaktor Tanah.....	36
3.11 Perhitungan Dinamika Pertumbuhan Mikroba.....	37
3.12 Analisis Gravimetri	37
3.13 Analisis kandungan senyawa hidrokarbon	38
3.14 Analisis Data	39
3.15 Analisis Populasi Bakteri dan Jamur.....	39
3.16 Alur Penelitian.....	40
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Isolasi bakteri dan jamur pendegradasi oli bekas.....	42
4.2 Penambahan Pupuk NPK (Nitrogen, Phosfor, Kalium).....	49
4.3 Analisis Uji Parameter TPH (Total <i>Petroleum</i> Hidrokarbon)	50
4.4 Analisis GC-MS (<i>Gas Chromatography Mass Spectrofotometri</i>).....	54
4.5 Faktor Pembatas Biodegradasi	59
BAB V SIMPULAN,IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	61
5.1 Simpulan	61
5.2 Implikasi.....	61
5.3 Rekomendasi	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik minyak pelumas bekas dan baru	10
Tabel 2.2 Spesifikasi minyak pelumas motor bensin.....	11
Tabel 2.3 Spesifikasi minyak pelumas motor 2 tak	11
Tabel 2.4 Kelebihan dan kekurangan motor 2 tak	13
Tabel 2.5 Kelebihan dan kekurangan motor 4 tak	13
Tabel 3.1 Rancangan penelitian gravimetri	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jalur utama biodegradasi dan transformasi PAH	21
Gambar 2.2 Klasifikasi hidrokarbon	23
Gambar 2.3 Alur penelitian	41
Gambar 2.4 Populasi bakteri dengan polutan 5% dan 0,5% NPK	43
Gambar 2.5 Populasi jamur dengan polutan 5% dan 0,5% NPK	43
Gambar 2.6 Populasi bakteri dengan polutan 10% dan 1% NPK	43
Gambar 2.7 Populasi jamur dengan polutan 10% dan 1% NPK	44
Gambar 2.8 Polutan yang terdegradasi	51
Gambar 2.9 Komposisi penyusun senyawa oli bekas	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan bahan penelitian	71
Lampiran 2. Hasil komposisi senyawa penyusun oli bekas	75
Lampiran 3. Data hasil uji statistika berat polutan pada oli bekas.....	77
Lampiran 4. Hasil GC-MS komposisi senyawa oli bekas kendaraan bermotor ..	80

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari, PL. (2017). Application of enhanced gas chromatography/triple quadrupole mass spectrometry for monitoring petroleum weathering and forensic source fingerprinting in samples impacted by the Deepwater Horizon oil spill. *Chemosphere*. 2017; 184: 939–950.
- Agus, C., Karyanto, O., Kita, S., Haibara, K., Toda, H., Hardiwinoto, S., Supriyo, H., Na'iem, M., Wijoyo, S. (2004). Sustainable site productivity and nutrient management in a short rotation Gmelina arborea plantation in East Kalimantan, Indonesia. *New Forest*. 28, 277- 285.
- Agastirani, G. (2011). *Kajian Pengaruh Aerasi dan Konsentrasi Sludge Terhadap Laju Penurunan C/N Pada Proses Co-compositing Blotong dan Sludge Industri Gula* (Skripsi). Institut Pertanian Bogor.
- Alexander, M. (1999). *Biodegradation and Bioremediation*. 2nd edition. Academic, Press. San Diego
- Aliyanta, B., Sumarlin, L.O., Mujab, A.S. Penggunaan Biokompos dalam Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Lumpur Minyak Bumi. *Valensi* Vol. 2 No. 3, Nop 2011 (430-442).
- Ambasari, W. & I. Luckmana. 2019. *Mycoremediation*. [Online]. Di akses dari : <https://www.academia.edu/35414383/Mycoremediation>.
- APHA. (1981). *Standart and Methoda. 7th Edition*. California: Cumming Publishing Company Inc. [Online]. Di akses dari : <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.06.077> PMID: 28655113
- Arend, Bpm., Berenschot, H., (1996), *Motor Bensin*, Cetakan ketiga, Erlangga, Jakarta.
- Ashok, B. T., Saxena, S., Susarrat, J. (1995). Isolation and Characterization of Four Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Degrading Bacteria From Soil Near on Oil Refinery. Letter in Applied Microbiology. *The Society for Applied Bacteriology*. 21, 246 – 248.

- Atagana, HI. (2008). Compost Bioremediation of Hydrocarbon Contaminated Soil Inoculated with Organic Manure. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 6 (13), pp. 1529-1535, 16 May 2008.
- Atlas, R. M. (1981). Microbial Degradation of Petroleum Hydrocarbon: An Environmental Perspective. *Microbiol. Rev.* 45, 297 – 308.
- Atlas, R. M., & Bartha, R. (1992). *Microbial Ecology*. Benjamin Cummings Science, California.
- Atlas, R.M & Bartha, R. (1997). *Microbial Ecology: Fundamentals and Applications* 4th ed. Benjamin Cumming Publishing, Co. Inc. Redwood City. California.
- Badan Statistik Indonesia. *Jumlah Kendaraan di Indonesia Menurut Jenisnya*. [Online]. Di akses dari : <https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1133>.
- Baker, K.H & D. S. Herson. (1994). *Bioremediation*. USA : McGraw-Hill, Inc. 1-5, 12-30, 180-181, 211-224.
- Bappedal.(1995). Keputusan Kepala Bappedal No. 1 Tahun 1995 Tentang : Tata Cara Dan Persyaratan Teknis Penyimpanan Dan Pengumpulan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun.
- Basuki, (2011). Biodegradasi Limbah oli bekas oleh *Lycinibacillus Spaericus* TCPC 2.1. *Jurnal Tek.Ling.* 12 (2) : 111-119
- Cerniglia, CE. (1999) Biodegradation of Polycyclic Aromatic Hydrokarbon. *Biodegradation* 3: 351-368, 1992.
- Clark, R. B. (1986). *Marine Polution*. Clarendon Press, Oxford.
- Charlena, Zainal, A., Abdul, H., Fajar, K. (2012). Bioremediasi Senyawa Hidrokarbon Pada Tanah Tercemar Limbah Minyak Berat Menggunakan Teknik Landfarming. *Prosiding Seminar Nasional Sains V*, Bogor. 10 November 2012.
- Charlena, (2010). *Bioremediasi Tanah Tercemar Limbah Minyak Berat Menggunakan Konsorsium Bakteri*. (Thesis). Magister IPB. Bogor
- Crawford, R.L., dan Crawford, D.L., (1996), *Bioremediation: Principles and Applications*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, hal. 136-140.
- Cookson, J. T, Jr. (1995). *Bioremediation Engineering Design & Application*. McGraw Hill, Inc. USA.

- Dahlan, (2014). Bioremediasi Lumpur Minyak (*Oil Sludge*) dengan Penambahan Kompos sebagai Bulking Agent dan Sumber Nutrien Tambahan. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan* Volume 3, Nomor 1, Januari 2011, Halaman 001-018.
- Darmanto, (2011). Mengenal Minyak Pelumas. *Jurnal Teknik Mesin*. Momentum, Vol. 7, No. 1, April 2011 : 5- 10.
- Davids, J.B. (1967). *Petroleum Microbiology*. Elsevier Publishing Co., Amsterdam
- Department for Communities and Local Government, 2017. A guide to energy performance certificates for the construction, sale and let of non dwellings.
- Dewi, R. S. (2005). Optimasi Penggunaan Surfaktan Linear Alkylbenzena Sulfonat (LAS) dan Nisbah C/N pada Bioremediasi Tanah Tercemar Limbah Minyak Bumi. (Tesis). Institut Pertanian Bogor.
- Dwidjoseputro. (1990). *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Effendi, AJ. (1999). Isolation and Characterization of 2,3-Dichloro-1-Propanol-Degrading Bacterium: *Agrobacterium sp.* (Thesis). University of Wales, Cardiff, UK.
- Environmental Protection Agency (EPA's). (2003). Proses Pembuatan Oli.
- Fajar, (1999). *Spesifikasi Minyak Pelumas Motor Bensin*. [Online]. Di akses dari : www.migas.esdm.go.id, pada tanggal 25 Juni 2014.
- Federer, W.T. (1977) . *Experimental design Theory and Application, Thrid Edition*. New Delhi :Oxford and IBH Publishing Co.
- Fought, J.M. & D.W.S Westlake. (1991). Cross Hybridization of Plasmid and Genomic DNA from Aromatic and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Degra-ding Bacteria. *Jurnal Microbiol.* 37:924-932.
- Fowlis, (1998). *Gas Chromatography Analytical Chemistry by Open Learning*. John Wiley & Sons Ltd: Chichester.
- Gaudy, A., Gaudy, E. (1980). *Microbiology for Environmentar Scientist and Engineer*. Mc-Graw Hill Book Co.
- Greenberg, Clesceri.(1992). *Standard Methods 18th edition for The Examination of Water and Waste Water*, American Public Health Association, Washington.

- Gosalam, S., Akbar T., dan Silvana J.L. (2008). Uji Kemampuan Bakteri dari Perairan dalam Mendegradasi Senyawa Minyak Solar. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan* Universitas Hasanuddin.
- Hanafiah, A.S. (2009). *Biologi dan Ekologi Tanah*. Usu press. Medan.
- Hendayana, S. (2006). *Kimia Pemisahan, Metode Kromatografi dan Elektrolisis Modern*. Bandung : PT. Remaja Posdakarya.
- Holifah, S., Supartono, Harjono.(2018). Analisis Penambahan Kotoran Kambing dan Kuda pada Proses Bioremediasi Oil Sludge di Pertambangan desa Wonocolo. *Indo. J. Chem. Sci.* 7 (1) (2018)
- Iturbe, R., Flores, C., Castro, A., dan Torres, L.G., (2007). Sub-Soil Contamination due to Oil Spills in Six Oil-Pipeline Pumping Stations in Northern Mexico, *Chemosphere*, 68(5), 893–906.
- Jekti, D.S.D. (2018). Peranan Mikroba Dalam Pengelolaan Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* (ISBN: 978-602-61265-2-8), Juni 2018.
- Johnsen, A.R., Wick, L.Y., & Harms, H., (2005). Principle of Microbial HAP-degradation in Soil, *Environmental Pollution*, 133 (1),71-84.
- Joshi, N., Sharma, K.C., & Sharma, M. (2012). Environmental Biotechnology Recent Perspectives : *Application and New Horizons of Environmental Biotechnology*, Lap Lambert Academic Publishing Saarbrucken, hal 115-131.
- Juliani, A., Fudhola, R. (2011). Bioremediasi Lumpur Minyak (*Oil sludge*) dengan Penambahan Kompos sebagai Bulking Agent dan Sumber Nutrien Tambahan. *Jurnal Sains dan Teknik Lingkungan*. Vol.3,NO. 1, Januari 2011. hlm 001-018.
- Kurniawan, A. (2012). Simulasi Proses Bioremediasi Pada Lahan Terkontaminasi TPH (Total petroleum hidrokarbon) menggunakan Serabut bintaro dan Sekam padi. *Seminar Nasional 12.Waste Management*.
- Krisna W., Septian F.N., (2019). Jumlah Motor di Indonesia. [Online]. Di akses dari : <https://www.viva.co.id/otomotif/motor/1129068-jumlah-motor-di-indonesia-separuh-populasi-penduduknya>.
- Sofiah, N., Arifudin (2012). Uji Coba Kinerja Bakteri Karbonoklastik Pada Tanah

- Tercemar Minyak Bumi Dengan Teknik Landfarming. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol. 13 No. 2 Hal. 31 - 140 Jakarta, Mei 2012 ISSN 1441-318X.
- Mamik, S. (2004). Pemanfaatan Bakteri Pengakumulasi Logam Berat Pb dan Cd untuk Menurunkan Kandungan Logam Berat Pada Beras Tercemar Limbah Industri. (Tesis). Institut Pertanian Bogor.
- Mardyaningsih, M., Aloysius, L. (2018). Analisis Base Oil Hasil Proses Adsorpsi dan Pirolisis pada Oli Mesin Bekas. *Jurnal Teknk Mesin*. ISSBN : 2614-3445.
- Neff, JM. (1979). *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon in The Aquatic Environment : Sources, Fates and Biological Effects*. Applied Science Publishers Ltd. London.
- Nugraha, MA. (2011). *Karakteristik Lipid Biomarker pada Sedimen Estuari : Studi Kasus Muara Angke – Teluk Jakarta, Cimandiri – Pelabuhan Ratu dan Cilintang – Ujung Kulon*. (Tesis). Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Nugrahani, R.A., (2007). Perancangan Proses Pembuatan Pelumas Dasar Sintetis Dari Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*) melalui Modifikasi Kimiawi. (Thesis). Institut Pertanian Bogor.
- Nugroho, A. 2006. Bioremediasi Sludge Minyak Bumi dalam Skala Mikroskopis: Simulasi Sederhana Sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment. *Makara Teknologi*. Vol. 10, No. 2, November 2006:82-89. Jakarta: Universitas Islam Syarif Hidayatullah.
- Pranajaya, D., Woro, R.H., Minarto, S.R. (2015). Bioremediasi Pada Tanah yang Tercemar Minyak Bumi. *Jurnal ESDM*, Volume 7, Nomor 2, November 2015, hal. 61-70.
- Prasaji, R., C. Dewita & H.Santosa. (2013). Pemanfaatan Kombinasi Fly Ash Batu bara, Alkinbensulfonat, dan Zeolit pada Penjernihan Minyak Pelumas Bekas dengan Metode Penjerapan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* .Volume 2. No.4, hal 1-7.
- Priyatno, J. (2017). Uji Konsorsium Mikroba dalam Upaya Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak dengan Menggunakan Teknik Landfarming Skala Bangku. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol.18, No.2, Juli 2017, 208-215.

- Pirngadi, S. & S. Abdulrachman. (2005). Pengaruh Pupuk Majemuk NPK (1515-15) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Padi Sawah. *Jurnal Agrivigor* 4: 188-197.
- Petder. (2012). *Selection of the Most Appropriate Technology for Waste Mineral Oil Refining Project*. Technical Research Report, Direct Operation Support Program of Istanbul Development Agency.
- Raharja, E. (2019). Produsen Pelumas Berpacu Kantongi Sertifikasi SNI. [Online]. Di akses dari: <https://www.medcom.id/otomotif/mobil/ob3M9VmK-produsen-pelumas-berpacu-kantongi-sertifikasi-sni>.
- Raharjo, W.P. (2010). *The Use of Oil With Petroleum Blanded as Fuel In Burner Atomizing*. (Skripsi) Jurusan Teknik Mesin. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Raharjo, W.P. (2007). Pemanfaatan Tea (Three Ethyl Amin) dalam Proses Penjernihan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Pada Peleburan Alumunium. *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*. Vol. 8, No. 2, 2007: 166 – 184.
- Ravindra, S., Pushpendra, S., Sharma, R. (2014). Microorganism as a tool of bioremediation technology for cleaning environment: A review. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. 4 (1): 1-6.
- Redaksi Agromedia, (2007). *Petunjuk Pemupukan*. Agromedia Pustaka : Jakarta Selatan.
- Retno, T., Nana, M. (2013). Bioremediasi Lahan Tercemar Limbah Lumpur Minyak Menggunakan Campuran *Bulking Agents* yang Diperkaya Konsorsium Mikroba Berbasis Kompos Iradiasi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*. Vol. 9 No. 2 Desember 2013, 139 - 150
- Rosenberg, E., Legmann, R., Kushmaro, A., Taube, R., Adler, E., & Ron, E. Z. (1992). *Petroleum Bioremediation – A Multiphase Problem*. *Biodeg*. 3, 213-226.
- Sasikumar, C.S. & Papinazath, T. (2003). Environmental Management : Bioremediation of polluted environment. *International Journal Of Environmental Sciences*. Volume 1, No 6, 2011.

- Schmidt, S.N., Christensen, J.H., dan Johnsen, A.R., (2010). Fungal PAH metabolites resist mineralization by soil microorganism. *Environmental Science and Technology*, 44 (5) 1677-1682.
- Sharpley, J. M. (1966). *Elementary Petroleum Microbiology*. Gult. Publ. Co., Texas.
- Stoner, D. L. (1994), *Biotechnology for the Treatment of Hazardous Waste*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
- Sudiar, (2014). Perbaikan Kualitas Minyak Pelumas dengan Additive. *Jurnal Poros Teknik*. Volume 6, No. 1, Juni 2014 : 1 – 54.
- Sugoro, I. (2002). *Bioremediasi Sludge Limbah Minyak Bumi Lahan Tercemar dengan Teknik Land Farming dalam Skala Laboratorium*. (Thesis). Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- Sitairesmi, (2002). Interaksi Mikroorganisme dengan Senyawa Xenobiotik dan Polutan Anorganik. [Online]. Di akses dari : <http://www.google.com>.
- Surtikanti. H.K, (2011). *Toksikologi Lingkungan dan Metode Uji Hayati*. Bandung : Rizqi Press.
- Surtikanti, H.K dan W. Surakusumah. (2004). Studi Pendahuluan tentang Peranan Tanaman dalam Proses Bioremediasi Oli Bekas dalam Tanah Tercemar. *Jurnal Ilmiah Biologi Ekologi dan Biodiversitas Tropika* 2(1): 11-14.
- Venosa, AD & Zhu, X. (2003). Biodegradation of Crude Oil Contaminating Marine Shorelines and Freshwater Wetlands. *Spill Science & Technology Bulletin*, 8(2): 163–178.
- Wahyudin, (2014). *Pengaruh Penambahan Bahan Aditif Ekstrak Dalam Kapuk Terhadap Pengolahan Oli Bekas Menjadi Oli Standar Layak Pakai*. (Skripsi). Sriwijaya : Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Wahman, D.G., Katz, L.E., & Speitel, G.E., (2007). Modeling of Trihalomethane Cometabolism in Nitrifying Biofilters, *Water Research*. 41 (2), 449-457.
- Widjarko, S.B., Johana, M. (2015). Analisis Metode Kolorimetri dan Gravimetri Pengukuran Kadar Glukomanan Pada Konjak (*Amorphophallus konjac*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 3 No 4 p.1584-1588, September 2015.

- Wong, H.C.(1997). Design of Remediation System. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 3 No 4 p.1584-1588, September 2015.
- Yusra. (2011). *Pupuk Organik Kompos Sampah dan Pupuk Anorganik Fosfor. Kaitannya dengan Kesuburan Kimia Tanah Inceptisols*. Unpad Press.
- Yolantika, H., Periadnadi & Nurmiati. Isolasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon di Tanah Tercemar Lokasi Perbengkelan Otomotif. *Jurnal Biologi Universitas Andalas* . 4(3) – September2015: 153-157
- Permadi, U. (2007). *Pengaruh pemberian pupuk majemuk phonska terhadap pertumbuhan vertikal dan produksi rumput gajah (Pennisetum purpureum Schaum) sebagai pakan ternak*. (Skripsi). Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Sopiah, N., A.N. Oktaviani., S. Sulistia., F. Suciati., D.B. Aviantara. (2011). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon yang Berasal dari Tanah Tercemar Minyak Bumi, *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol 12 (3). Hal 291-298, BPPT.
- Udiharto, M. (1992). Aktivitas Mikroba dalam Degradasi Minyak Bumi. *Prosiding Diskusi Ilmiah VII Hasil Pusat Penelitian dan Pengembangan teknologi Minyak dan Gas Bumi (PPPTMGB)*; Cibinong, 13-14 Jun 1992. Jakarta: Lembaga Minyak dan Gas (LEMIGAS).
- Wahidin, N.N. (2010). Bioremediasi Limbah Minyak Berat secara Pengomposan Menggunakan Teknik Landfarming Terbuka. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor.
- Zajic. E., Guignard, H., & Gerson, F.D. (1977). Emulsifying and Surface Active Agents From *Corynebacterium hydrocarbonoclastus*. *Biotechnology and Bioengineering*. 19, 1285 –1301
- Zulaihah, L. (2015) Analisa Kandungan Poliaromatik Hidrokarbon Pada Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Diesel, Air Laut dan Sedimen Yang Terkontaminasi Tumpahan Minyak. *Bina teknika*. Volume 11 Nomor 2, Edisi Desember 2015, 131-138.
- Zhu, X., A. D. Venosa, M. T. Suidan & K. Lee. (2001). Guidelines For The Bioremediation of Marine Shorelines and Freshwater Wetlands. U.S. *Environmental Protection Agency*. Cincinnati.