

**PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM
PROSES DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR**

SKRIPSI

diajukan sebagai bagian dari syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Biologi



Oleh :

Fitri Widiyanti

NIM. 1607640

PROGRAM STUDI BIOLOGI

DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN

ALAM UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2020

Fitri Widiyanti, 2020

*PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES DEGRADASI
LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM
PROSES DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR**

Oleh

Fitri Widiyanti

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

©Fitri Widiyanti 2020

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2020

Hak cipta dilindungi undang-undang

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

Fitri Widiyanti, 2020

*PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES DEGRADASI
LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

FITRI WIDIYANTI

PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR
DALAM PROSES DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS
KENDARAAN BERMOTOR

disetujui dan disahkan oleh

pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Wahyu Surakusumah,
M.T.
NIP.1972123011999031001

Pembimbing II



Dr. Kusnadi, M. Si.
NIP. 196805091994031001

Mengetahui

Ketua Program Studi Biologi



29/8/20

Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M. Si.
NIP. 197008112001122001

Fitri Widiyanti, 2020

PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES
DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi/tesis/disertasi dengan judul “Peranan Konsorsium Bakteri Sebagai Remediator Dalam Proses Degradasi Limbah Oli Bekas Kendaraan Bermotor” 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 2020

Yang membuat pernyataan,

Fitri Widiyanti

Fitri Widiyanti, 2020

*PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES
DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

ABSTRAK

Penggunaan oli pada kendaraan bermotor menghasilkan limbah berupa oli bekas. Di dalam limbah oli bekas terkandung senyawa hidrokarbon, senyawa hidrokarbon dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) bagi lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui peranan konsorsium bakteri sebagai remediator dalam proses degradasi oli bekas kendaraan bermotor. Penelitian ini menggunakan metode perhitungan pertumbuhan jumlah koloni konsorsium bakteri, analisis degradasi oli menggunakan teknik gravimetri, dan analisis kandungan senyawa hidrokarbon dengan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectofotometri*). Sampel yang digunakan di dalam penelitian ini adalah konsorsium bakteri. Bakteri yang digunakan berasal dari bakteri yang telah diisolasi dari penelitian sebelumnya yang berasal dari tanah yang tercemari limbah oli bekas terdiri dari *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Listeria murayyi*, *Enterobacter* sp., *Azomonas* sp., dan *Alcaligenes* sp. Berdasarkan hasil penelitian konsorsium bakteri pada media selektif yang ditambahkan dengan konsentrasi limbah oli 10% memiliki kenaikan jumlah koloni. Didukung dengan pertumbuhan konsorsium bakteri selama 15 hari dapat mendegradasi polutan dengan memanfaatkan kandungan hidrokarbon sebagai sumber nutrisinya. Proses bioremediasi pada penelitian ini ditunjukkan dari analisis GC-MS yang menunjukkan perubahan komposisi senyawa sebelum dan setelah terdegradasi. Konsorsium bakteri mendegradasi polutan dengan memecah senyawa hidrokarbon yang kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Kemampuan degradasi konsorsium juga dilihat dari hasil persentase biodegradasi tertinggi mencapai 62,35%. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa konsorsium bakteri mampu mendegradasi senyawa hidrokarbon dengan cara yang paling efektif walaupun membutuhkan waktu yang cukup lebih lama untuk hasil yang lebih optimal.

Kata kunci : Senyawa hidrokarbon, Bioreemdiati, Konsorsium bakteri

Fitri Widiyanti, 2020

PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

ABSTRACT

*The use of oil in motor vehicles produces waste in the form of used oil. In used oil waste contained hydrocarbon compounds, hydrocarbon compounds are categorized as hazardous and toxic (B3) waste to the environment. The purpose of this study was to determine the role of a bacterial consortium as a remediator in the process of degradation of used motor vehicle oil. The study used the method of calculating the growth of the number of bacterial consortium colonies, analyzing oil degradation using gravimetric techniques, and analyzing the content of hydrocarbon compounds with GC-MS (Gass Chromatography-Mass Spectrophotometry). The sample used in this study was a bacterial consortium. Bacteria used were derived from bacteria that had been isolated from previous studies originating from soil contaminated with used oil waste consisting of *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Listeria murayyi*, *Enterobacter sp.*, *Azomoonas sp.*, And *Alcaligenes sp.* Based on the results of the bacterial consortium research on selective media added with a concentration of 10% oil waste has an increase in the number of colonies. Supported by the growth of a bacterial consortium for 15 days can degrade pollutants by utilizing the hydrocarbon content as a nutritional source. The bioremediation process in this study was shown from GC-MS analysis which showed changes in the composition of compounds before and after degradation. The bacterial consortium degrades pollutants by breaking down complex hydrocarbon compounds into simpler compounds. The degradation ability of the consortium is also seen from the results of the highest percentage of biodegradation reaching 62.35%. Therefore it can be said that the bacterial consortium is able to degrade hydrocarbon compounds in the most effective way even though it requires quite a longer time for more optimal results.*

Keywords: *Hydrocarbon compounds, Bioremediation, Bacterial consortium*

Fitri Widiyanti, 2020

**PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES
DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH.....	i
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Pertanyaan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Tujuan.....	4
1.6 Manfaat	5
1.7 Struktur Organisasi.....	5
BAB II PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR	7
2.1 Oli Bekas Kendaraan Bermotor	7
2.2 Klasifikasi Oli	7
2.3 Jenis-jenis Oli.....	9
2.4 Polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH).....	10

Fitri Widiyanti, 2020

*PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES DEGRADASI
LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

2.5 Bioremediasi dan Biodegradasi	11
2.6 Teknik Bioremediasi	12
2.7 Konsorsium Bakteri Sebagai Agen Bioremediasi.....	15
2.7.1 <i>Bacillus subtilis</i>	16
2.7.2 <i>Bacillus pumilus</i>	17
2.7.3 <i>Literia murayyi</i>	18
2.7.4 <i>Enterobacter</i> sp.	18
2.7.5 <i>Azomonas</i> sp.....	19
2.5.6 <i>Alcaligenes</i> sp.....	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Jenis Penelitian.....	22
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	22
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	22
3.4 Alat dan Bahan.....	22
3.5 Prosedur Penelitian.....	22
3.5.1 Tahapan Persiapan.....	23
3.5.2 Pembuatan Media <i>Stone Mineral Salt Solution</i> (SMSS).....	23
3.5.3 Peremajaan Isolat Bakteri	23
3.5.4 Kurva Tumbuh Bakteri	24
3.5.5 Tahapan Adaptasi dan Aktivasi.....	25
3.5.6 Penanaman Konsorsium Bakteri	25
3.5.7 Perhitungan Jumlah Pertumbuhan Konsorsium Bakteri.....	26
3.5.8 Analisis Gravimetri	26

Fitri Widiyanti, 2020

PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.5.9 Analisis GC-MS	27
3.6 Analisis Data.....	28
3.7 Alur Penelitian	28
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Kurva Tumbuh Bakteri	30
4.2 Perhitungan Pertumbuhan Populasi Konsorsium Bakteri	32
4.3 Analisis Uji Parameter TPH (Total Petroleum Hidrokarbon)	37
4.4 Analisis GC-MS (Gas Chromatography Mass Spectofotometri).....	40
4.4.1 Konsorsium Bakteri 1 (K1).....	42
4.4.2 Konsorsium Bakteri 2 (K2).....	44
4.4.3 Konsorsium Bakteri 3 (K3).....	45
4.4.4 Konsorsium Bakteri 4 (K4).....	46
4.4.5 Konsorsium Bakteri 5 (K5).....	47
4.4.6 Konsorsium Bakteri 6 (K6).....	49
4.4.7 Konsorsium Bakteri 7 (K7).....	50
BAB V SIMPULAN,IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	52
5.1 Simpulan.....	52
5.2 Implikasi	52
5.3 Rekomendasi.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian	54
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian	56
Tabel 4.1 Hasil Pembacaan Absorbansi Inokulum.....	79
Tabel 4.3 Pengujian Parameter TPC tanpa Oli.....	80
Tabel 4.4 Pengujian Parameter TPC dengan Oli.....	80
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Konsentrasi Total Petroleum Hidrokarbon (TPH).....	57
Tabel 4.6 Hasil Komposisi Senyawa Penyusun Oli Bekas	58
Tabel 4.7 Hasil Komposisi Senyawa Hidrokarbon Yang Terbentuk	60
Tabel 4.8 Komposisi Senyawa Oli Bekas Sebelum Dan Setelah Terdegradasi K1 .	42
Tabel 4.9 Komposisi Senyawa Oli Bekas Sebelum Dan Setelah Terdegradasi K2 .	44
Tabel 4.10 Komposisi Senyawa Oli Bekas Sebelum Dan Setelah Terdegradasi K3.	46
Tabel 4.11 Komposisi Senyawa Oli Bekas Sebelum Dan Setelah Terdegradasi K4.	46
Tabel 4.12 Komposisi Senyawa Oli Bekas Sebelum Dan Setelah Terdegradasi K5.	47
Tabel 4.13 Komposisi Senyawa Oli Bekas Sebelum Dan Setelah Terdegradasi K6.	49
Tabel 4.14 Komposisi Senyawa Oli Bekas Sebelum Dan Setelah Terdegradasi K7.	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Bacillus subtilis</i>	17
Gambar 2.2 <i>Bascillus pumilus</i>	17
Gambar 2.3 <i>Listeria murayyi</i>	18
Gambar 2.4 <i>Enterobacter</i> sp.	18
Gambar 2.5 <i>Azomonas</i> sp.	19
Gambar 2.6 <i>Alcaligenes</i> sp.....	21
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	29
Gambar 4.1 Kurva Tumbuh Enam Isolat Bakteri.....	31
Gambar 4.2 Grafik <i>Total Plate Count</i> (TPC).....	33
Gambar 4.3 Grafik <i>Grafik Nilai TPH Cair</i>	38
Gambar 4.4 Grafik Persentase Biodegradasi.....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian	54
Lampiran 2. Hasil Pengujian Konsentrasi TPH	57
Lampiran 3. Hasil Komposisi Senyawa Penyusun Oli Bekas.....	58
Lampiran 4. Hasil GC-MC Komposisi Senyawa Oli Bekas Kendaraan Bermotor	63
Lampiran 5. Hasil Pembacaan Absorbansi Inokulum	79
Lampiran 6. Hasil Pengujian Parameter TPC.....	80

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiawati, P., Pikoli, M. R., & Indriani, D. (2001). Isolasi Bertahap Bakteri Pendegradasi Minyak Bumi dari Sumur Bangko. *Proceeding Simposium Nasional IATMI*. Institut Teknologi Bandung, 8.
- Anshori, Luthfi. (2017). Mengenal Lagi 3 Fungsi Oli di Mesin Motor, Pasti Banyak Yang Belum Tahu. [Online]. Diakses dari: <https://www.gridoto.com/read/221002183/mengenal-lagi-3-fungsi-oli-di-mesin-motor-kamu-pasti-banyak-yang-belum-tahu?page=all>. [16 Maret 2020]
- Arora, N. K. (Ed.). (2015). *Plant microbes symbiosis: Applied facets* (p. 383). Springer India.
- Asri, A. C., & Zulaika, E. (2016). Sinergisme antar isolat Azotobacter yang dikonsorsiumkan. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(2).
- Atlas, R.M. & Bartha, R. (1987). Transport dan Transformation of Petroleum Biological Processes. In Boesch, D.F. & Rabalais, N.N (eds). Long-Term Environmental Effects of Offshore Oil and Gas Development. *Elsevier Applied Science Publishers, Ltd*. New York.
- Atlas, R.M & Bartha, R. (1997). *Microbial Ecology: Fundamentals and Applications 4th ed*. Benjamin Cumming Publishing, Co. Inc. Redwood City. California.
- Basuki, W. (2011). Biodegradasi Limbah Oli Bekas Oleh *Lycinibacillus sphaericus* TCP C 2.1. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 12(2), 111-119.
- Campbell, Neil A., Reece, Jane B., & Mitchell, Lawrence G. (2002). *Biologi, Jilid 2, Edisi kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Cappuccino, James G & Natalie, Sherman. (2011). *Microbiology : A Laboratory Manual –8thed*. New York: Pearson.
- Chator AKW dan H.J. Somerville. (1978). *The Oil Industry and Microbial Ecosystems*. The Institute of Petroleum. London.
- Chen, B., Wang, Y., dan Hu, D. (2010). Biosorption and Biodegradation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Aqueous Solutions by a Consortium of White-rot Fungi. *Journal of Hazardous Materials*, 179(1-3), 845-851.
- Compantet, S., Reiter, B., Sessitsch, A., Nowak, J., Clément, C., & Barka, E. A. (2005). Endophytic colonization of *Vitis vinifera* L. by plant growth-promoting bacterium *Burkholderia* sp. strain PsJN. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(4), 1685-1693.

Fitri Widiyanti, 2020

**PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES
DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Cookson, J. T, Jr. (1995). *Bioremediation Engineering Design & Application*.
Drcrmlk;lkjkoooooooo
- Dahlan, A., (2018). Bioremediasi Lumpur Minyak (Oil Sludge) dengan Penambahan Kompos sebagai Bulking Agent dan Sumber Nutrien Tambahan.
- Dave, D., Ghaly, A.E. (2011). Remediation Technologies for Marine Oil Spills: A Critical Review and Comparative Analysis. *American Journal of Environmental Sciences*. 7(5): 423- 440.
- Diarti, M. W., Achmad, Y. Dahlan, A., Wahyuni, S., & Ansharullah, A. (2018). Morfologi Dan Karakterisasi Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat (Um 1.3 A) Dari Proses Fermentasi Wikau Maombo Untuk Studi Awal Produksi Enzim Amilase. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 2(4).S. K.
- Dinas Lingkungan Hidup. (2017). Pengertian Limbah B3 (Bahan Berbahaya Beracun). [Online]. Diakses dari: <https://www.bulelengkab.go.id/detail/artikel/pengertian-limbah-b3-bahan-berbahaya-beracun-41>
- Doerffer, J. W. (2013). Oil spill response in the marine environment. *Elsevier*.
- Effendi, Zahrial. (2010). In Vitro Fenol Bioremediation By Isolates of Indigenous Bacteria On Medium with Agitation and ratio of N and P. *Jurnal Penelitian Sains*.
- Fadhilah, Debby. (2017). Karakteristik dan Habitat *Alcaligenes* spp. [Online]. Diakses dari: <http://ilmuveteriner.com/karakteristik-dan-habitat-Alcaligenes-spp/>
- Fardiaz, S. (1992). *Mikrobiologi pengolahan pangan*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor. Bogor. 3-23.
- Geological Survey. (2007). *Glossary--Biodegradation*: U.S. Geological Survey.
- Handrianto, P. (2013). Bioremediasi tanah tercemar minyak bumi di lokasi pertambangan tradisional Bojonegoro dengan metode stimulasi. *Jurnal Sain Health* Vol. 2 No. 2 Edisi September 2018.
- Harayama, S. K. (1995). Biodegradation of Crude Oil. *In Program and Abstracts in the First Asia-Pasific Marine Biotechnology Conference*. Shimizu, Shizuoka, Japan.

Fitri Widiyanti, 2020

PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Harvey D. 2000. Modern Analytical Chemistry. USA: McGraww-Hill.
- Hidayat, A., & Siregar, A. C. (2017). Telaah mendalam tentang bioremediasi: teori dan aplikasinya dalam upaya konservasi tanah dan air. Bogor: *IPB Press–Bogor*.
- Husain, D. R., Goutx, M., Bezac, C., Gilewicz, M., & Bertrand, J. C. (1997). Morphological adaptation of *Pseudomonas nautica* strain 617 to growth on eicosane and modes of eicosane uptake. *Letters in applied Microbiology*, 24(1), 55-58
- Irianto, A., Oedjijono dan Sukanto. (1999). Bioremediasi in Vitro Tanah Tercemar Hidrokarbon menggunakan *Bacillus* strain local. *Laporan Hasil Penelitian Fakultas Biologi Universitas Jendral Soedirman*. Poerwokerto: 1-13 hlm.
- 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.
- Johnsen, A.R., Wick, L.Y., dan Harms, H. (2005). Principles of Microbial PAH degradation in Soil. *Environmental Pollution*, 133(1), 71-84.
- 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
- Khodijah, S., Tuasikal, Sugoro, Yusneti. (2006). Growth of *Streptococcus agalactiae* as Causative Bacteria of Subclinical Mastitis in Dairy Cattle. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.
- Kubler-Kielb, J., Coxon, B., & Schneerson, R. (2004). Chemical structure, conjugation, and cross-reactivity of *Bacillus pumilus* Sh18 cell wall polysaccharide. *Journal of bacteriology*, 186(20), 6891-6901.
- Larasati, T. R. D., & Mulyana, N. (2016). Bioremediasi lahan tercemar limbah lumpur minyak menggunakan campuran bulking agents yang diperkaya konsorsia mikroba berbasis kompos iradiasi. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 9(2).
- Malik, A. (2004). Metal bioremediation through growing cells. *Journal Environment International*, 30: 261-278.
- Mardyaningsih, M., Aloysius, L. (2018). Analisis Base Oil Hasil Proses Adsorpsi dan Pirolisis pada Oli Mesin Bekas. *Jurnal Teknk Mesin*. ISSN : 26143445.

Fitri Widiyanti, 2020

PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Mariano A.P., Ana Paula, Dejanira de Franceschi, and Daniel Marcos Bonotto, (2007). Laboratory study on the bioremediation of diesel oil contaminated soil from petrol station. *Brazilian Journal Of Microbiology*. 38: 346-353.
- Marroaini. (2017). Indonesia dan Penggunaan Sepeda Motor. [Online]. Diakses dari: <https://www.kompasiana.com/ainizulkarnain/58b05947117f61700a286000/indonesia-dan-penggunaan-sepeda-motor>. [16 Maret 2020]
- Marsandi, F., & Estuningsih, S. P. (2016). Asosiasi konsorsium bakteri *Pseudomonas pseudoalcaligenes* dan *Micrococcus luteus* dengan lamtoro (*Leucaena leucocephala* (Lamk.) De Wit) dalam upaya meningkatkan bioremediasi minyak bumi. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* (Vol. 13, No. 1, pp. 807-813).
- Notodarmojo, S. (2005). Pencemaran Tanah dan Air Tanah. Penerbit ITB. ISBN 979-350743-8.
- 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. (2003). Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi. Jakarta: Bumi Aksara.
- 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.
- Okoh, A. I. (2006). Biodegradation alternative in the cleanup of petroleum hydrocarbon pollutants. *Biotechnology and Molecular Biology Reviews*, 1(2), 38-50.
- Prayitno, J. (2017). Uji Coba Konsorsium Mikroba dalam Upaya Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak dengan Menggunakan Teknik Landfarming Skala Bangku. *Jurnal Teknologi Lingkungan* Vol 18, No. 2 Juli 2017. 208-215.
- Prayitno, J., Mahmudah, A., Lisyastuti, E. (2010). Degradasi Minyak Mentah Dan Solar Oleh Konsorsium Mikroba Asal Pertambangan Minyak Cepu. *Ecolab* Vol. 4 No. 2 Juli 2010: 55-96.
- 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*

Fitri Widiyanti, 2020

PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Sciences. 4 (1): 1-6.

- Rosenberg, E., Legmann, R., Kushmaro, A., Taube, R., Adler, E., & Ron, E. Z. (1992). Petroleum Bioremediation – A Multiphase Problem. *Biodeg.* 3, 213-226.
- Satriodamar. (2014). Lubrication (Oli Mineral dan Sintetis). [Online]. Diakses dari: <https://satriodamar.wordpress.com/2014/05/14/lubrication-oli-mineral-dan-sintetis/>
- Septiningrum, K. dan Henggar, H. (2011). Aplikasi Konsorsium Mikroba Untuk Meremediasi Tanah Terkontaminasi Timbal Dari Limbah Proses Deinking Industri Kertas. *Jurnal Selulosa*. Vol. 1, No. 2, Desember 2011:89-101.
- Sharah, A., Karnila, R., & Desmelati, D. (2015). The Manufacture of Lactic Acid Bacteria Growth Curve in the Isolation of *Klebsiella pneumoniae* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Sharah, A., Karnila, R., & Desmelati, D., Primanandi, D., & Effendi, A. J. (2018). Kinetika Pertumbuhan Bakteri Pada Bioremediasi Tanah Tercemar Limbah Tekstil Dengan Teknik Forced-Aerated Static Pile (Studi Kasus: Lahan Sawah Rancaekek). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 24(1)
- Sharpley, J.M. (1966) *Elementary Petroleum Microbiology*. Gulf Publishing Company, Texas, page 65-95, 115-117
- Siahaan, S., Hutapea, M., & Hasibuan, R. (2013). Penentuan kondisi optimum suhu dan waktu karbonisasi pada pembuatan arang dari sekam padi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(1), 26-30.
- Sonenshein, A. L. (2000). Control of sporulation initiation in *Bacillus subtilis*. *Current opinion in microbiology*, 3(6), 561-566.
- Sugiyono. (2005). *Metode Penelitian Administrasi*. Bandung: Alfabeta
- Suhardi, Renni. (2015). Bioremediasi dan Total Petroleum Hydrocarbon (TPH). [Online]. Diakses dari : <https://blogs.itb.ac.id/rennisuhardi/bioremediasi/bioremediasi-dan-total-petroleum-hydrocarbon-tph/>
- Sukarmin. (2004). Hidrokarbon dan minyak bumi. Bagian proyek Pengembangan Kurikulum. Jakarta: DIREKTORAT Pendidikan Menengah dan Kejuruan, DEPDIKNAS
- Sukenda, P. H. dan Harris, E. (2006). Pengaruh Pemberian Sukrosa Sebagai

Fitri Widiyanti, 2020

PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Sumber Karbon Dan Probiotik Terhadap Dinamika Populasi Bakteri Dan Kualitas Air Media Budidaya Udang Vaname, *Litopenaeus vannamei*
Effect of Sucrose as Carbon Source and Probiotic Administrations on Bacterial Population Dynamic and Water Quality in White Shrimp, *Litopenaeus vannamei* Culture. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5(2), 179-190.

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.

Syarief. (2020). Otomotif: Klasifikasi Oli. [Online]. Diakses dari: <https://syariefjazjaz.wordpress.com/otomotif-2/>

Umar, F. (2015). Biodegradasi Petroleum dan Hidrokarbon Eikosana oleh Isolat Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *Al-Kimia*, 3(1), 68-80.

VelocityEHS. (2019). *Enterobacter spp.* [Online]. Diakses dari: <https://www.msds-online.com/resources/sds-resources/free-safety-data-sheet-index/enterobacter-spp/>

Vos, P., Garrity, G., Jones, D., Krieg, N. R., Ludwig, W., Rainey, F. A., ... & Whitman, W. B. (Eds.). (2011). *Bergey's manual of systematic bacteriology: Volume 3: The Firmicutes (Vol. 3)*. Springer Science & Business Media.

Wahidin, N. N. (2010). Bioremediasi Limbah Minyak Berat secara Pengomposan Menggunakan Teknik Landfarming Terbuka. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor.

Watanabe K. (2001). Microorganisms relevant to bioremediation. *Current Opinion in Biotechnology*. 12: 237–241.

Wu, M., Chen, L., Tian, Y., Ding Y., dan Dick, W.A. (2013). Degradation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Microbial Consortia Enriched from Three Soils Using Two Different Culture Media. *Environmental Pollution*, 178, 152-158

Yuliana, N. 2008. Kinetika pertumbuhan bakteri asam laktat isolat t5 yang berasal dari tempoyak. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 3(2):108-116.

Zuhelmi, T. P. (2015). Dampak Negatif Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Pada Hidup. [Online]. Diakses dari: <http://uptltsit.unila.ac.id/2015/03/16/dampak-negatif-polisiklik-aromatik-hidrokarbon-pah-pada-hidup>

Fitri Widiyanti, 2020

PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Fitri Widiyanti, 2020

*PERANAN KONSORSIUM BAKTERI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES
DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu