

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

SKRIPSI

*disusun untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana Program Studi
Biologi Departemen Pendidikan Biologi*



oleh:

Khoirunnisa Dwi Lestari

NIM. 1606890

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2020**

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

Oleh

Khoirunnisa Dwi Lestari

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

©Khoirunnisa Dwi Lestari 2020
Universitas Pendidikan Indonesia 2020
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.

KHOIRUNNISA DWI LESTARI

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

Disetujui dan disahkan oleh

Pembimbing I



Dr. Wahyu Surakusumah, M.T.

NIP. 197212301999031001

Pembimbing II



Dr. Hj. Peristiwa, M.Kes.

NIP. 196403201991032001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi

acc
18/8/20



Dr. Hj. Diah Kusumawaty, M.Si.

NIP. 197008112001122001

PERANAN FUNGI SEBAGAI REMEDIATOR DALAM PROSES DEGRADASI LIMBAH OLI BEKAS KENDARAAN BERMOTOR

ABSTRAK

Oli pada kendaraan bermesin dapat digunakan sebagai bahan pelumas kendaraan agar mesin kendaraan berjalan mulus dan bebas dari gangguan. Senyawa hidrokarbon yang terdapat dalam limbah oli bekas kendaraan bermotor merupakan suatu limbah buangan yang berbahaya dapat dikategorikan sebagai limbah B3. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat jamur dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon pada limbah oli bekas. Penelitian ini menggunakan metode perhitungan jumlah jamur, analisis oli terdegradasi secara gravimetri dan analisis kandungan senyawa hidrokarbon dengan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrofotometri*). Pada penelitian ini menggunakan kultur tunggal jamur dan kultur konsorsium jamur. Mikroorganisme pendegradasi yang digunakan diperoleh dari penelitian sebelumnya yang terdiri dari 3 jenis jamur berbeda yaitu *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Trichoderma*. Berdasarkan hasil penelitian, pertumbuhan populasi isolat kultur tunggal jamur dan konsorsium jamur pada media selektif yang ditambahkan dengan konsentrasi limbah oli 10% memiliki populasi yang semakin meningkat pada setiap isolat jamur. Hal ini didukung dengan pertumbuhan jamur selama 15 hari dapat mendegradasi polutan sebagai sumber energinya. Selain itu pada proses bioremediasi ditunjukkan pada perubahan komposisi senyawa dilihat dari analisis kandungan senyawa hidrokarbon oleh isolat kultur tunggal jamur dan konsorsium jamur yang dapat terdegradasi dengan memecah senyawa hidrokarbon yang kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Oleh karena itu, isolat kultur tunggal dan konsorsium jamur mampu mendegradasi senyawa hidrokarbon dengan cara yang paling efektif akan tetapi membutuhkan waktu lebih dari 15 hari untuk hasil yang lebih optimal dalam proses degradasi limbah oli kendaraan bermotor.

Kata kunci : Senyawa hidrokarbon, Bioremediasi, Isolat Jamur

THE ROLE OF FUNGI AS A REMEDIATOR IN DEGRADATION PROCESS OF USED OIL WASTE IN MOTORIZED VEHICLES

ABSTRACT

The oil in motorized vehicles can be used as a vehicle lubricant so that the vehicle engine runs smoothly and free from distractions. The hydrocarbon compound that contained in used motor oil waste is a hazardous waste that can be categorized as B3 waste. This study aims to determine the ability of jamur isolates to degrade hydrocarbon compounds in used oil waste. This study uses the method of calculating the number of jamur, gravimetrically degraded oil analysis and analysis of hydrocarbon compound content by GC-MS (Gass Chromatography-Mass Spectrophotometry). This study used a single jamur culture and jamur consortium culture. The degrading microorganisms used were obtained from previous studies consisting of 3 different types of jamur, namely Aspergillus, Penicillium and Trichoderma. Based on the results of the study, population growth of jamur single culture isolates and jamur consortia on selective media added with 10% oil waste concentration has an increasing population in each jamur isolate. This is supported by the growth of jamur for 15 days to degrade pollutants as a source of energy. In addition, the bioremediation process showed changes in the composition of compounds seen from the analysis of hydrocarbon compound content by a single jamur culture isolate and a jamur consortium that can be degraded by breaking down complex hydrocarbon compounds into simpler compounds. Therefore, jamur single culture isolates and jamur consortia were able to degrade hydrocarbons in the most effective manner but it took more than 15 days for optimal results in the degradation process of motor vehicle oil waste.

Keywords: *Hydrocarbon compounds, Bioremediation, Jamur Isolates*

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMA KASIH	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Pertanyaan Penelitian.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Batasan Masalah	4
1.7. Sturktur Organisasi	5
BAB II JAMUR PENDEGRADASI SENYAWA HIDROKARBON	7
2.1. Jamur Pendegradasi Senyawa Hidrokarbon	7
2.1.1. Laccase	8
2.1.2. Catalase	8
2.1.3. Peroxidase	8
2.2. Strain-strain Jamur Pendegradasi Senyawa Hidrokarbon	9
2.2.1. <i>Penicillium</i>	9
2.2.2. <i>Aspergillus</i>	10
2.2.3. <i>Trichoderma</i>	11
2.3. Mekanisme Jamur dalam Degradasi Hidrokarbon	12
2.4. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Jamur.....	13
2.4.1. Nutrisi.....	14
2.4.2. Komposisi Minyak (Struktur Kimia)	14
2.4.3. Temperatur	14
2.4.4. pH.....	15
2.4.5. Ketersediaan O ₂	15

2.4.6. Kelembaban.....	15
2.5. Limbah Oli Bekas Kendaraan Bermotor	15
2.5.1. Aditif minyak pelumas	17
2.5.2. Bahan bakar	18
2.5.3. Debu dan kotoran udara	18
2.5.4. Zat Pendingin (coolant).....	18
2.5.5. Keausan	18
2.6. Bioremediasi	19
2.6.1. Biostimulasi.....	20
2.6.2. Bioaugmentasi.....	20
2.7. Biodegradasi	20
2.8. Total Petroleum Hidrokarbon (TPH).....	21
2.8.1. Metode pengukuran TPH berbasis IR.....	21
2.8.2. Metode pengukuran TPH berbasis gravimetri	21
2.8.3. Metode pengukuran TPH berbasis GC	21
2.9. Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)	22
2.10. Penelitian Terdahulu yang Relevan	23
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1. Jenis Penelitian	24
3.2. Populasi dan Sampel Penelitian.....	24
3.3. Waktu Penelitian dan Lokasi Penelitian	24
3.4. Alat dan Bahan Penelitian	24
3.5. Prosedur Penelitian	24
3.5.1. Tahap Pra-Penelitian	24
3.5.1.1. Sterilisasi Alat dan Bahan.....	24
3.5.1.2. Peremajaan Jamur	25
3.5.1.3. Pembuatan Medium <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA)	25
3.5.1.4. Pembuatan Medium <i>Stone Mineral Salt Solution</i> (SMSS).....	25
3.5.2. Tahap Penelitian.....	26
3.5.2.1. Uji Jamur Pendegradasi Oli	26
3.5.2.2. Perhitungan Jumlah Jamur	26

3.5.2.3. Analisis Minyak Terdegradasi secara Gravimetri.....	28
3.5.2.4. Analisis Kandungan Senyawa Hidrokarbon	28
3.6. Analisis Data.....	29
3.7. Alur Penelitian	30
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Jamur Pendegradasi Limbah Oli.....	31
4.2. Pertumbuhan Jamur Pendegradasi Limbah Oli	34
4.3. Analisis Uji Parameter TPH (<i>Total Petroleum Hidrokarbon</i>).....	44
4.4. Analisis Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)	45
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	57
5.1. Simpulan.....	57
5.2. Implikasi	57
5.3. Rekomendasi.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Kimia yang terdapat di lumpur minyak	16
Tabel 2.2. Jenis-jenis Aditif minyak pelumas	17
Tabel 4.1. Pertumbuhan jumlah jamur pada medium SMSS (Kontrol) (dalam cfu/mL).....	35
Tabel 4.2. Pertumbuhan jumlah jamur pada medium SMSS dan pemberian oli bekas (dalam cfu/mL)	36
Tabel 4.3. Hasil Komposisi Senyawa Penyusun Limbah Oli yang Terdapat pada Tiap Isolat Jamur.....	47
Tabel 4.4. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh <i>Aspergillus</i> ..	49
Tabel 4.5. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh <i>Penicillium</i> .	50
Tabel 4.6. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh <i>Trichoderma</i> .	51
Tabel 4.7. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh konsorsium <i>Aspergillus</i> dan <i>Penicillium</i>	52
Tabel 4.8. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh konsorsium <i>Aspergillus</i> dan <i>Trichoderma</i>	53
Tabel 4.9. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh konsorsium <i>Penicillium</i> dan <i>Trichoderma</i>	54
Tabel 4.10. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh konsorsium <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> dan <i>Trichoderma</i>	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Morfologi <i>Penicillium</i> sp.	9
Gambar 2.2. Morfologi <i>Aspergillus</i> sp.....	10
Gambar 2.3. Morfologi <i>Trichoderma</i> sp.	11
Gambar 3.1. Enumerasi total mikroba dengan metode pengenceran.....	27
Gambar 3.2. Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 4.1. Isolat-isolat jamur yang terdapat pada penelitian sebelumnya.....	31
Gambar 4.2. Kurva tumbuh <i>Aspergillus</i> pada media PDB	32
Gambar 4.3. Kurva tumbuh <i>Penicillium</i> pada media PDB	33
Gambar 4.4. Kurva tumbuh <i>Trichoderma</i> pada media PDB.....	33
Gambar 4.5. Pertumbuhan <i>Aspergillus</i> pada medium kontrol dan perlakuan	38
Gambar 4.6. Pertumbuhan <i>Penicillium</i> pada medium kontrol dan perlakuan	38
Gambar 4.7. Pertumbuhan <i>Trichoderma</i> pada medium kontrol dan perlakuan....	38
Gambar 4.8. Pertumbuhan dari konsorsium <i>Aspergillus</i> dan <i>Trichoderma</i> pada medium kontrol dan perlakuan	39
Gambar 4.9. Pertumbuhan dari konsorsium <i>Penicillium</i> dan <i>Trichoderma</i> pada medium kontrol dan perlakuan	39
Gambar 4.10. Pertumbuhan dari konsorsium <i>Aspergillus</i> dan <i>Penicillium</i> pada medium kontrol dan perlakuan	41
Gambar 4.11. Pertumbuhan dari konsorsium <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> dan <i>Trichoderma</i> pada medium kontrol dan perlakuan	41
Gambar 4.12. Grafik Persentase Biodegradasi	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat Dan Bahan Penelitian

1.1. Nama Alat Yang Digunakan	64
1.2. Nama Bahan Yang Digunakan.....	64

Lampiran 2. Hasil Komposisi Senyawa Penyusun Oli Bekas

2.1. Hasil Komposisi Senyawa Penyusun Oli Bekas	66
2.2. Hasil Komposisi Senyawa Hidrokarbon Yang Terbentuk	67
2.3. Hasil Pengujian Konsentrasi <i>Total Petroleum Hydrocarbon</i> (TPH).....	69

Lampiran 3. Dokumentasi Kegiatan

3.1. Dokumentasi Hasil TPC hari ke-1 Media Tanpa Limbah Oli	70
3.2. Dokumentasi Hasil TPC hari ke-15 Media Tanpa Limbah Oli	71
3.3. Dokumentasi Hasil TPC hari ke-1 Media Ditambahkan Limbah Oli.....	74
3.4. Dokumentasi Hasil TPC hari ke-15 Media Ditambahkan Limbah Oli.....	75
3.5. Dokumentasi Hasil Uji Jamur Pendegradasi Limbah Oli	76

Lampiran 4. Hasil GC-MS Komposisi Senyawa Oli Bekas Kendaraan

Bermotor

4.1. Hasil GC-MS Komposisi Senyawa Oli Bekas Kendaraan Bermotor	79
4.2. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh <i>Aspergillus</i>	81
4.3. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh <i>Penicillium</i>	83
4.4. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh <i>Trichoderma</i>	85
4.5. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh konsorsium <i>Aspergillus</i> dan <i>Penicillium</i>	87
4.6. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh konsorsium <i>Aspergillus</i> dan <i>Trichoderma</i>	89
4.7. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh konsorsium <i>Penicillium</i> dan <i>Trichoderma</i>	91
4.8. Komposisi senyawa hidrokarbon yang didegradasi oleh konsorsium <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> dan <i>Trichoderma</i>	93

DAFTAR RIWAYAT HIDUP	95
----------------------------	----

DAFTAR PUSTAKA

- Ahda, Y., dan Fitri, L. (2016). Karakterisasi Bakteri Potensial Pendegradasi Oli Bekas pada Tanah Bengkel di Kota Padang. *Journal of Sainstek*. 8(2): 98-103.
- Alamsyah, I.E. (2015). *Wah, Limbah Oli Bekas di Indonesia Bisa Hasilkan Uang Rp 21 Triliun*. [Online]. Diakses dari: <https://www.republika.co.id/berita/ekonomi/makro/15/09/04/nu45v6349-wah-limbah-oli-bekas-di-indonesia-bisa-hasilkan-uang-rp-21-triliun>.
- Al-Nasrawi, H. (2012). Biodegradation of Crude Oil by Fungi Isolated from Gulf of Mexico. *Journal of Bioremediation & Biodegradation*. 3(4): 1-6.
- Andriany, D. (2001). *Pengaruh Dispersan Pada Biodegradasi minyak Mentah Dari Crude PT. Caltex Pasifik Indonesia*. (Tugas Akhir). Jurusan Teknik Lingkungan FTSP – ITS Surabaya.
- Anonim. (2006). *Rehabilitasi Lahan Bekas Tambang Menuju Pemanfaatan Lahan Yang Berkelanjutan: Leaflet Seminar Nasional*. <http://pkrlt.ugm.ac.id/files/2006%20LEAFLET%20SEMINAR%20PKRLT.pdf>
- Atagana, H.I. (2009). Biodegradation of PAHs by Fungi in Contaminated-Soil-Containing Cadmium and Nickel Ions. *African Journal of Biotechnology*. 8(21): 5780–5789.
- Bamford, S.M., dan Singleton, I. (2005). Review Bioremediation Of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: Current Knowledge And Future Directions. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 80: 723-736.
- Berliani, I. (2019). *Isolasi Dan Identifikasi Fungi Yang Berpotensi Sebagai Remediator Tanah Yang Tercemar Oleh Oli Bekas Kendaraan Bermotor*. (Skripsi). Program Studi Biologi Universitas Pendidikan Indonesia.
- Cajthaml, T., Erbanova, P., Kollmann, A., Novotny, C., Sasek, V., Mouglin, C. (2008). Degradation of PAHs by Ligninolytic Enzymes of *Irpex lacteus*. *Folia Microbiol*. 53(4): 289-294.
- Crawford, R.L., dan Crawford, D.L. (1996), *Bioremediation: Principles and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press. hal. 136-140
- Dahlan, M.H., Setiawan, A., Rosyada, A. (2014). Pemisahan Oli Bekas Dengan Menggunakan Kolom Filtrasi Dan Membran Keramik Berbahan Baku Zeolit Dan Lempung. *Teknik Kimia*. 20(1): 38-45.
- Darwis, A.A. dan Sunarti, T.C. (1992). *Teknologi Mikrobial*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- David, G. W. (2005). *Analisis Farmasi : Edisi kedua*. Jakarta: EGC.
- Deshmukh, R., Khardenavis, A.A., Purohit, H.J. (2016). Diverse Metabolic

- Capacities of Fungi for Bioremediation. *Indian J. Microbiol.* 56(3): 247-264.
- Dibble, J.T., dan Bartha, R. (1979). Effect of Environmental Parameters on the Biodegradation of Oil Sludge. *Applied And Environmental Microbiology.* 37(4): 729-739.
- Drozd, J. (1986). Chemical Derivatization in Gas Chromatography. *Journal of Chromatography Library.* Vol. 19.
- Edward. (2015). Kandungan dan asal Senyawa polisiklik aromatik hidrokarbon dalam sedimen di perairan Pakis Jaya, Kabupaten Karawang. *Jurnal Akuatika.* 6(2): 96-106.
- Encyclopedia of Life. (2008). *Scientific Names Trichoderma.* [Online]. Diakses dari: <https://eol.org/pages/21368/names>
- Encyclopedia of Life. (2014). *Scientific Names Aspergillus.* [Online]. Diakses dari: <https://eol.org/pages/16374/names>
- Encyclopedia of Life. (2014). *Scientific Names Penicillium.* [Online]. Diakses dari: <https://eol.org/pages/16436/names>
- Fardiaz, S. (1992). *Mikrobiologi Pangan I.* Jakarta: PT. Gredia Pustaka Utama.
- Febrianto, P. (2017). *Isolasi Jamur Dari Tanah Bengkel Motor Sebagai Pendegradasi Limbah Senyawa Hidrokarbon.* (Skripsi): Departemen Kimia, Universitas Sumatera Utara.
- Friambodo, B., Purnomo, Y., dan Dewi, A.R. (2017). Efek Kombinasi Amoksilin dan Kloramfenicol Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Salmonella thypi.* *Journal of Islamic Medicine Research.* 1(1): 12-20.
- Generasibiologi. (2016). *Materi dan Panduan Enumerasi Mikroba, Dilengkapi Gambar.* [Online]. Diakses dari: <https://www.generasibiologi.com/2016/11/enumerasi-mikroorganisme-mikroba-bakteri-adalah.html>
- Herman, dan Goenadi, G.H. (1999). Manfaat dan Prospek Pengembangan Industri Pupuk Hayati di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Indonesia.* 18(3): 91-97
- Ivey, G.A. (2006). Surfactant Enhanced Aquaifer Remediation (SEAR) Using Ivey-sol Surfactant Technology. *Remediation Weekly.*
- Jadmika, E.S., Martina, A. Dan Roza, R.M. (2015). Uji Kemampuan Isolat Lokal Jamur Ligninolitik Dalam Mendegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi. *Repository Universitas of Riau:* 1-10
- Karwati. (2009). *Degradasi Hidrokarbon Pada Tanah Tercemari Minyak Bumi Dengan Isolat A10 dan D8.* (Skripsi). Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Studi Biologi. Institut Pertanian Bogor.

- Kelair BPPT. (Tanpa tahun). *Teknologi Bioremediasi Untuk Pengolahan POPs*. [Online]. Diakses dari: <http://www.kelair.bppt.go.id/sib3popv25/Teknologi/Bioremediasi/Bioremediasi.htm>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2013). *Paket Keahlian: Kimia Analisis Mikrobiologi*. Jakarta: Kurikulum 2013.
- Komarawidjaja, W. (2009). Karakteristik dan Pertumbuhan Konsorsium Mikroba Lokal Dalam Media Mngandung Minyak Bumi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 10(1): 114-119.
- Kurniawan, A., dkk. (2018). Hidrokarbon Aromatik Polisiklik pada Lahan Tercemar Limbah Minyak Bumi: Tinjauan Pertumbuhan Mikroorganisme, Proses Metabolisme dan Biodegradasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 16(1): 9-24.
- Kusnadi., Syulasm, A., dan Hamdiyati, Y. (2005). *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Lay, B. (1994). *Analisis Mikroba Di Laboratorium*. Jakarta.
- Leahy, J.G. dan Colwell, R.R. (1990). Microbial Degradation of Hydrocarbons in the Environments. *Microbiological Reviews*. 54(3): 305-315
- Lestari, W., Martina, A., Roza, R.M., dan Wardani, I. (2018). Potensi Jamur Indigenus Riau (*Penicillium* sp.PN6) Dan *Neptunia oleracea* untuk Bioremediasi Oil Sludge. *Al-Kauniyah Journal of Biology*. 11(1): 72-81
- Levin, L., Viale, A., Forchiassin, A. (2003). Degradation of organic pollutants by the white rot basidiomycete *Trametes trogii*. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 52: 1-5.
- Lin, X., Li, X., Sun, T., Li, P., Zhou, Q., Sun, L., Hu, X. (2009). Changes In Microbial Populations And Enzyme Activities During The Bioremediation Of Oil-Contaminated Soil. *Bull Environ Contam Toxicol*. 83: 542–547.
- Mishra S., Jyot J., Kuhad RC., Lal B. (2001). Evaluation of inoculums addition to stimulate in situ bioremediation of oilysludge-contaminated soil. *Applied and Environmental Microbiology*. 67(4):1675-1681.
- Nugroho, A. (2006). Bioremediasi Sludge Minyak Bumi dalam Skala Mikroskopis: Simulasi Sederhana Sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment. *Makara Teknologi*. 10(2): 82-89.
- Nurullita, U. (2016). “Peran Jamur *Aspergillus Flavus* Dan *Penicillium* sp. Dalam Mengurangi Gas Karbon Monoksida (Co) Dalam Ruangan”. *The 3rd Universty Research Colloquium 2016* (hlm. 395-405).
- Okpokwasili, G. C., dan James, W. A. (1995). Microbial Contamination of Kerosene, Gasoline, and Crude Oil and Their Spoilage Potentials. *Material U. Organism*. 29: 147-156.

- Pelczar, M.J. dan Chan, E.C.S. (1986). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI-Press. (hlm. 190-191).
- Peng, R.H., dkk. (2008). Microbial Degradation of Polyaromatic Hydrocarbons. *Federation of European Microbiological Societies Microbiology Reviews*. 32(6): 927-955.
- Potin, O., Rafinc, C., Veigner. (2004). Bioremediation of an aged polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) contaminated soil by *Filamentous Fungi* Isolated from the soil. *International Biodeterior. Biodegradation*. 54:45- 52.
- Potin, O., Veignie, E., Rafin, C. (2004). Biodegradation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) by *Cladosporium sphaerospermum* Isolated from an Aged PAH Contaminated Soil. *FEMS Microbiology Ecology*. 51: 71-78.
- Priadie, B. (2012). Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Journal Ilmu Lingkungan*. 10(1): 38-48.
- Puspitasari, D.J., dan Khaeruddin. (2016). Kajian Bioremediasi Pada Tanah Tercemar Pestisida. *KOVALEN*. 2(3): 98-106.
- Research and Development Dept. PT MSA. (2018). *Peranan Dan Manfaat Penting Trichoderma Bagi Tanah Dan Tanaman*. [Online]. Diakses dari: <https://sawitindonesia.com/peranan-dan-manfaat-penting-trichoderma-bagi-tanah-dan-tanaman/>
- Retno, T., dan 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*. 9(2): 139 – 150.
- Rijal, M. (2017). Isolasi Kapang Pendegradasi Hidrokarbon Dari Limbah Minyak Bumi PT. Ollopo Bula. *TECHNO*. 6(1): 1-10.
- Sack, U., Heinze, T.M., Deck, J., Cerniglia, C.E., Casal, M.C., Fritsche, W. (1997). Novel Metabolites in Phenanthrene and Pyrene Transformation by *Aspergillus niger*. *Applied and Environmental Microbiology*. 63(7): 2906-2909.
- Santos E.O.D., Celia F.C.R. (2008). Pre-screening of Filamentous Fungi Isolated from A Contaminated Site in Southern Brazil for Bioaugmentation Purposes. *African Journal of Biotechnology*. 7(9): 1314-1317
- Santoso, I., dan Gandjar, I., Sari, R.D., Sembiring, N.D. (1999). Xerophilic Moulds Isolated from Salted and Unsalted Dried Fish from Traditional Markets in Jakarta. *Indonesian Food and Nutrition Progress*. 6(2): 55-58.
- Sharah, A., Rahman K., Desmelati. (2015). Pembuatan Kurva Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Ikan Peda Kembung (*Rastrelliger sp.*). *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*. 2(2): 1-8.

- Sharpley, J.M. (1966). *Elementary Petroleum Microbiology*. Texas: Gulf Publishing Co. Houston. Hal. 37- 149.
- Silvia, S. (2009). *Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi Menggunakan Isolat Bakteri Dari Limbah Minyak Bumi Pt Cevron Pacific Indonesia*. (Skripsi). Jurusan Biologi. Universitas Andalas. Padang.
- Siswanti. (2010). Pengaruh Penambahan Aditif Proses Daur Ulang Minyak Pelumas Bekas terhadap Sifat-sifat Fisis. *Eksergi*. 10(2): 27-31.
- Sparkman, O.D., Penton, Z., Fulton, G. (2011). *Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide*. Academic Press.
- Subarjo. (1985). Macam-macam Aditif Minyak Pelumas. *Lembaran Publikasi Lemigas*. No. 3.
- Subiyanto. (1989). Jenis-jenis Logam yang Terdapat Dalam Minyak Lumas Bekas dan Sumber Asalnya. *Lembaran Publikasi Lemigas* No.1: 33.
- Sudrajat, D., Mulyana, N., dan Retno, T. (2015). “Isolasi Dan Aplikasi Mikroba Indigen Pendegradasi Hidrokarbon Dari Tanah Tercemar Minyak Bumi”. Dalam *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah – Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir 2015* (hlm. 101-109). Yogyakarta: BATAN.
- Sugoro, I. (2002). *Bioremediasi Sludge Limbah Minyak Bumi Lahan Tercemar dengan Teknik Land Farming dalam Skala Laboratorium*. (Tesis). Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- Suhardi, R. (2015). *Bioremediasi dan Total Petroleum Hydrocarbon (TPH)*. [Online]. Diakses dari: <https://blogs.itb.ac.id/rennisuhardi/bioremediasi/bioremediasi-dan-total-petroleum-hydrocarbon-tph/>
- Suhardi, R. (Tanpa tahun). *Apakah Bioremediasi?*. [Online]. Diakses dari: <https://blogs.itb.ac.id/rennisuhardi/bioremediasi/apakah-bioremediasi/>
- Sumiardi, A. (2019). Biodegradasi Senyawa Hidrokarbon Yang Mencemari Tanah Oleh *Alteromonas macleodii* (Y 18228) dengan Stimulasi Fertilizer. *Jurnal*. 2(2): 110-125.
- Syed, K., dkk. (2010). Genome-to-function characterization of novel fungal P-450 monooxygenases oxidizing polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 399(4): 492-497.
- Tortella, G.R., dan Diez, M.C. (2005). Fungal Diversity and Use in Decomposition of Environmental Pollutants. *Critical Reviews in Microbiology*. 31: 197-212.
- Udiharto M. (1992). “Aktivitas Mikroba dalam Degradasi Minyak Bumi”. Dalam *Prosiding Diskusi Ilmiah VII Hasil Pusat Penelitian dan Pengembangan teknologi Minyak dan Gas Bumi (PPPTMGB)*. Jakarta: Lembaga Minyak

dan Gas (LEMIGAS).

- Udiharto. (1999). "Penanganan Minyak Buangan Secara Bioteknologi". Dalam *Prosiding Makalah Sehari Minyak Dan Gas Bumi*. Jakarta: Lembaga Minyak dan Gas (LEMIGAS).
- Umar, F. (2015). Biodegradasi Petroleum Dan Hidrokarbon Eikosana Oleh Isolat Bakteri *Pseudomonas Aeruginosa*. *Al-Kimia*. 3(1): 68-80.
- Utami, U., dkk. (2018). *Buku Petunjuk Praktikum Mikrobiologi Umum*. Malang: Universitas Islam Negeri.
- Waluyo, L. (2007). *Mikrobiologi Umum*. Malang: UMM Press.
- Wignyanto. (2016). *Biodegrasi dan Bioremediasi Sebagai Solusi Masalah Limbah Deterjen*. [Online]. Diakses dari: <https://prasetya.ub.ac.id/berita/Biodegradasi-dan-Bioremediasi-Sebagai-Solusi-Masalah-Limbah-Deterjen-18248-id.htm>
- Yojana, R. N. (1995). *Aktivitas Hasil Isolasi Dari Tumpahan Minyak Di Pelabuhan Dumai Dalam Biodegradasi Hidrokarbon Minyak Bumi*. (Skripsi). Program Studi Biologi Universitas Andalas.