

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. Simpulan

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dalam remediasi oli bekas kendaraan bermotor menggunakan bakteri lokal dominan sebagai berikut :

1. Bakteri lokal dominan yang ditemukan pada oli bekas kendaraan bermotor ialah isolat SB1 yang mempunyai hubungan kekerabatan yang sangat dekat dengan *Pseudomonas aeruginosa*; serta isolat SB2 yang mempunyai hubungan kekerabatan yang sangat dekat dengan *Achromobacter insolitus*.
2. a. Isolat SB2 mampu melakukan bioremediasi dengan menurunkan kadar BOD dengan persentase penurunan sebesar 31,65% dan menurunkan kadar TPH dengan persentase penurunan sebesar 15,04% pada limbah cair oli bekas kendaraan bermotor; isolat SB1 mampu menurunkan kadar TSS.  
b. Penambahan isolat volume sebanyak 20 ml (SB1 sebesar  $2.740 \times 10^6$ ; SB2 sebesar  $5.900 \times 10^6$ ) mampu melakukan bioremediasi dengan menurunkan kadar BOD dengan persentase penurunan sebesar 48,88% dan menurunkan kadar TSS dengan persentase penurunan sebesar 58,42%; volume isolat sebanyak 40 ml (SB1 sebesar  $5.480 \times 10^6$ ; SB2 sebesar  $11.800 \times 10^6$ ) mampu menurunkan TPH.
3. Isolat SB2 dan volume 20 ml (SB1 sebesar  $2.740 \times 10^6$ ; SB2 sebesar  $5.900 \times 10^6$ ) merupakan isolat dan jumlah yang cenderung lebih baik dalam meremediasi oli bekas kendaraan bermotor.

## B. Saran

Saran yang perlu diberikan setelah melihat dan membaca hasil penelitian ini adalah:

1. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui kondisi optimal baik itu jenis bakteri hidrokarbonoklastik, jumlah volume isolat yang ditambahkan, maupun waktu uji aktivitas degradasi pada proses bioremediasi oli bekas kendaraan bermotor dengan metode lumpur aktif
2. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai oli bekas kendaraan bermotor dengan parameter yang berkaitan dengan mikroorganisme dan juga berkaitan langsung dengan lingkungan, seperti parameter kandungan cemaran logam ataupun kandungan *Polychlorinated Biphenyls* (PCBs) dan *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAHs).
3. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan membandingkan dengan perlakuan kontrol, yaitu tanpa variasi perlakuan penambahan jenis isolat dan penambahan volume isolat sehingga didapatkan seberapa efektif proses bioremediasi oli bekas kendaraan bermotor dengan lumpur aktif.
4. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan mengidentifikasi jenis bakteri dari tanah dan oli bekas untuk mengetahui keberadaan isolat alami.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acinas, S. G., Marcelino, L., Klepac-Ceraj, V., dan Polz, M. F. J. 2004. Divergence and Redundancy of 16S rRNA Sequences in Genomes with Multiple *rrn* Operons. *Journal Bacteriol.* 186: 2629-2635.
- Adityanto, B. N. 2007. Aktivitas Isolat Bakteri Aerob dari Lumpur Aktif Pengolahan Limbah Cair dalam Mendegradasi Limbah Organik. *Skripsi S-1*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Al-Thani, R. F., Abd-El-Haleem, D. A. M., dan Al-shammri, M. 2009. Isolation and Characterization of Polyaromatic Hydrocarbons-degrading Bacteria from Different Qatari Soils. *African Journal of Microbiology Research.* 3(11): 761-766.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., dan Walter, P. 2002. *Molecular Biology of the Cell*. Fourth Edition. Garland Science, New York.
- Alexander, M. 1997. *Introduction to Soil Microbiology*. John Willey and Sons, New York.
- Anggraeni, D., Sutanhaji, A. T., dan Rahadi, B. 2014. Pengaruh Volume Lumpur Aktif dengan Proses Konatak Stabilisasi pada Efektivitas Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Ikan. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan.* 1(3): 6-12.
- Anonim. 1995. *Panduan Pelatihan Manajemen Laboratorium*. Bappeda Jawa Timur, Surabaya.
- Asmadi, dan Suharno. 2012. *Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Gsyen Publishing, Yogyakarta.
- Atlas, R. M. 1989. *Microbiology : Fundamentals and Application*. Macmillan Publishing Company, New York.

- Atlas, R., dan Bartha, M. R. 1997. *Microbiology Ecology Fundamental and Application*. Massachusetts: Addison Wesley Publishing, New York.
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Jumlah Kendaraan Bermotor*. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Baker, C., dan Herson, D. 1994. *Bioremediation*. Mc Graw-Hill. Inc., New York.
- Barrow G. I., dan Feltham, R. K. A. 2003. *Cowan and Steel's Manual for The Identification of Medical Bacteria*. University Press, Cambridge.
- Basuki, W. 2011. Biodegradasi Limbah Oli Bekas Oleh *Lysinibacillus sphaericus* TCP C 2.1. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 12(2): 111-119.
- Bio-Rad. 2013. *Electrophoresis: A Guide to Polyacrylamide Gel Electrophoresis and Detection*. Bio-Rad, Inc., USA.
- Bossert, I., dan Bartha, R. 1984. *The Fate of Petroleum in Soil Ecosystems*. Petroleum Microbiology, Macmilan Publishing Co., New York.
- Boye, E., Hogdall, M., dan Borre. 1999. Identification of Bacteria Using Two Degenerate 16s rDNA Sequencing Primers. *Microbiol Res*. 154(1): 23-6.
- Breed, R. S., Murray, E. G. D., dan Smith, N. R. 1957. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7<sup>th</sup> edition*. Baltimore: The Williams and Wilkins Company, USA.
- Budiawan, Fatisa, Y., dan Khairani, N. 2009. Optimasi Biodegradabilitas dan Uji Toksisitas Hasil Degradasi Surfaktan Linear Alkil Benzena Sulfonat (LAS) sebagai Bahan Deterjen Pembersih. *Makara Sains*. 13(2): 125-133.
- Cappuccino, J. G., dan Sherman, N. 2011. *Microbiology a Laboratory Manual 9<sup>th</sup> edition*. Peterson Benjamin Cummings, San Francisco.
- Clarridge III, J. E. 2004. Impact of 16S rRNA gene Sequence Analysis for Identification of Bacterial on Clinical Microbiology and Infectious Diseases. *Clicical Microbiology Riview*. 17: 840-862.

- Coenye, T., Vancanneyt, M., Falsen, E., Swings, J., dan Vandamme, P. 2003. *Achromobacter inolitius* sp. nov. and *Achromobacter spanius* sp. nov., from human clinical sampels. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 53: 1819-1824.
- Dahlan, M. H., Setiawan, A., dan Rosyada, A. 2014. Pemisahan Oli Bekas dengan Menggunakan Kolom Filtrasi dan Membran Keramik Berbahan Baku Zeolit dan Lempung. *Teknik Kimia*. 1(20): 38-45.
- Drancourt, M., Bollet, C., Carlioz, A., Martelin, R., Gayral, J. P., dan Raolt, D. 2000. 16S Ribosomal DNA Sequence Analysis of a Large Collection of Environmental and Clinical Unidentifiable Bacterial Isolates. *Journal of Clinical Microbiology*. 38: 3623-3630.
- Fatchiyah, 2011. *Modul Pelatihan Analisis Fingerprinting DNA Tanaman Dengan Metode RAPD*. Laboratorium Sentral Ilmu Hayati Universitas Brawijaya, Malang.
- Frank, J. A., Reich, C. L., Sharma, S., Weisbaum, J. S., Wilson, B. A., dan Olsen, G. J. 2008. Critical Evaluation of Two primers Commonly Used for Amplification of 16S rRNA Genes. *Journal of Applied and Environmental Microbiology*. 74(8): 2461-2470.
- Freeman, A. M. 1984. *Air and Water Pollution Control*. McGraw-Hill, New York.
- Gazpers, V. 1994. *Metode Perancangan Percobaan*. Armico, Bandung.
- Ginting, P. 1995. *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.
- Ginting, P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Yrama Widya, Bandung.
- Goenadi, D. H., dan Isroi. 2003. Aplikasi Bioteknologi dalam Upaya Peningkatan Efisiensi Agribisnis yang Berkelanjutan. *Makalah lokakarya Nasional*. Universitas Pembangunan Veteran, Yogyakarta.

- Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta. 2016. Baku Mutu Air Limbah. *Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016*. Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta, Yogyakarta.
- Hagwell, I. S., Delfino, L. M., dan Rao, J. J. 1992. Partitioning of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Oil Into Water. *Environ. Sci. Technol.* 26: 2104-2110.
- Hardjono, A. 2001. *Teknologi Minyak Bumi. Edisi I*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Herlambang, A., dan Wahjono, H. D. 1999. *Teknologi Pengolahan Limbah Tekstil dengan Sistem Lumpur Aktif*. Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair Direktorat Teknologi Lingkungan, Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi, Material, dan Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- Higgins, J., dan Gilbrt, P. D. 1977. The Biodegradation of Hydrocarbon the Oil Industry and Microbial Ecosystem. *Di dalam : Proceedings of Meeting Organized by The Institute of Petroleum and Held*. The university of Warwick, England.
- Janbandhu, A., dan Fulekar, M. H. 2011. Biodegradation of Phenanthrene Using Adapted Microbial Consortium Isolated from Petrochemical Contaminated Environment. *J. Hazard Materials*. 187(1-3):333-340.
- Janda, J. M., dan Abbot, S. L. 2007. 16S rRNA gene Sequencing for Bacterial Identification in The Diagnostic Laboratory : Pluses, Perils, and Pitfalls. *Journal of Clinical Microbiology*. 45: 2761-2764.
- Jasji, E. 1996. *Pengolahan Minyak Bumi*. Lemigas, Jakarta.
- Johnson, T. R., dan Case, C. L. 2010. *Laboratory Experiment in Microbiology 9<sup>th</sup> edition*. Peterson Benjamin Cummings, San Francisco.

- Jutono. 1973. *Dasar-dasar Mikrobiologi untuk Perguruan Tinggi*. Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Madah, Yogyakarta.
- Kasmidjo, R. B. 1991. *Bahan Ajaran Penanganan Limbah Pertanian, Perkebunan dan Industri Pangan*. PAU pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Keith, L. H., dan Telliard, W. A. 1979. Priority Pollutants 1-a Perspective View. *Environ. Sci. Technol.* 13: 416-23.
- Kementrian Lingkungan Hidup. 2010. Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Minyak dan Gas Serta Panas Bumi. *Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2010*. Presiden Republik Indonesia, Indonesia.
- Koesharyani, I., Sunarto, A., Rukyani, A., dan Taukhid. 2003. *Prosedur PCR untuk Diagnosa Cepat, Penyakit Bercak Udang Putih pada Udang*. Balai Budidaya Perairan Laut, Air Payau dan Tawar, DKP Jawa Barat, Bandung.
- Komarawidjaja, W. 2009. Karakteristik dan Petumbuhan Konsorsium Mikrobial Lokal dalam Media Mengandung Minyak Bumi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 10(1): 114-119.
- Krawczyk, D., dan Gonglewski, N. 1959. Determining Suspended Solids Using a Spectrophotometer. *Sawage and Industrial Wastes*. 31(10): 1159-1164.
- Kristianto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Penerbit Andi, Jakarta.
- Kurniawan, F. H. 2014. Pengaruh Tumpahan Bahan Bakar Minyak dan Oli Terhadap Kinerja Campuran Lataston-WC dengan Menggunakan Metode Marshall. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2(3): 553-559.
- Lenore, S. C., Arnold, E. G., dan Rhodes, T. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water dan Waste Water 5220B*. 20th Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, Washington DC.

- Madigan, M. T., Matinko, J. M., dan Parker, J. 2000. *Brock, Biology of Microorganism 9<sup>th</sup> edition*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Mahida, U. N. 1984. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*, C.V Rajawali, Jakarta.
- Mason, C. F. 1996. *Biology of Freshwater Pollution*. Departement of Biology University of Essex, United Kingdom.
- McKinney, R. 1965. *Microbiology for Sanitary Engineers*. McGraw-Hill, New York.
- Megasari, R., Biyatmoko, D., Ilham W., dan Hadie J. 2012. Identifikasi Keragaman Jenis Bakteri pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Minuman dengan Lumpur Aktif Limbah Tahu. *Enviro scientae*. 8: 89.
- Metcalf dan Eddy. 2004. *Wastewater Engineering*. Mc Graw Hill International Editions, New York.
- Milasari, N. I., dan Ariyani, S. B. 2010. Pengolahan Limbah Cair Kadar COD dan Fenol Tinggi dengan Proses Anaerob dan Pengaruh Mikronutrient Cu: Kasus Limbah Industri Jamu Tradisional. *Skripsi S-1*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Mukhlisoh, I. 2012. Pengolahan Limbah B3 Bengkel Resmi Kendaraan Bermotor Roda Dua di Surabaya Pusat. *ITS Paper*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Nabil, M., Jabbar, A., Essam, A. H., Zubaidy, A. dan Merhrvar, M. 2010. Waste Lubricating Oil Treatment by Adsorption Process Using Different Adsorbents. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. 4 (2): 9-12.
- Nelson, D. W., dan Sommers, L. E. 1996. *Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In: Methods of Soil Analysis, Part 2, 2<sup>nd</sup> edition.*, Ed. Agronomy. American Society of Agronomy, Inc., dan Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA.



- Nur, M., Rukmi, M. G. I., dan Komariyah. 2005. Metoda Baru untuk Dekontaminasi Bakteri dengan Plasma Non Termik pada Tekanan Atmosfer. *Jurnal Berkala Fisika*. 8(3): 91-98.
- Oren, A. 2004. Prokaryote Diversity and Taxonomy: Current Status and Future Challenges. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 359:623–638.
- Perry, J. J., Staley, J. T., dan Lory, S. 2002. *Microbial Life*. Sinauer Associates Publishers, Sunderland.
- Pescod, M. B. 1973. *Investigasi of Rational Effluent Stream Standards for Tropical Countries*. AIT, Bangkok.
- Philp, R. B. 1995. *Environmental Hazards and Human Health*. Lewis Publishers, New York.
- Priyono F. H., dan Nofal, M. 2014. *Hubungan Antara Laju Konsentrasi Total Petroleum Hydrocarbon (TPH), Oil, dan Grease pada Proses Bioremediasi dengan Menggunakan Bakteri Bacillus sp dan Bulking Agent*. Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Purnama, W. B. 2013. Aktivitas Antibakteri Glukosa terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, dan *Escherichia coli*. *Skripsi S-1*. Fakultas Farmasi. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 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*. 8(2): 166-184.
- Raharjo, W. P. 2010. *The Use of Oil With Petroleum Blanded as Fuel In Burner Atomizing*. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Riyanto. 2013. *Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*. Deepublish, Yogyakarta.

- Roga, O. S. 2014. Pemanfaatan Lumpur Aktif dalam Remediasi Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor dengan Penambahan Bakteri Indigenus. *Skripsi S-I. Teknobiologi UAJY*, Yogyakarta.
- Rolling, W. F., Milner, M. G., Jones, D. M., Lee, K., Daniel, F., Swannell, R. J., dan Head I. M. 2002. Robust Hydrocarbon Degradation and Dynamics of Bacterial Communities during Nutrient Enhanced Oil Spill Bioremediation. *J. Appl. Environ. Microbiol.* 68(11): 5537-5548.
- Samantha, A. 2016. Pemanfaatan Lumpur Aktif dalam Remediasi Minyak Pelumas Bekas Mobil Penumpang dengan Penambahan Bakteri Indigenus. *Skripsi S-I. Teknobiologi UAJY*, Yogyakarta.
- Sawyer, C. N., dan McCarty, P. L. 1978. *Chemistry for Sanitary Engineers*. McGrawHill, Tokyo.
- Silitonga, N., Wirawan, I. G. P., dan Susrama, I. G. K. 2014. Isolasi dan Identifikasi *Agrobacterium tumefaciens* pada Tanaman Mawar (*Rosa* sp.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 3(3) : 166-175.
- Siregar, S. A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Kanisius, Yogyakarta.
- SNI 6989.72. 2009. *Air dan air limbah – Bagian 72: Cara uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD)*. Badan Standarsasi Nasional, Indonesia.
- Speight, J. G. 1980. *The Chemistry and Technology of Petroleum*. Marcel Dekker Inc., New York.
- Spilker, T., Coenye, T., Vandamme, P., dan LiPuma, J. J. 2004. PCR-Based Assay for Differentiation of *Pseudomonas aeruginosa* from Other *Pseudomonas* Species Recovered from Cystic Fibrosis Patients. *Journal of Clinical Microbiology*. 42(5): 2074-2079.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. UIP, Jakarta.

- Suharto. 2011. *Limbah Kimia dalam Pencemaran Udara dan Air*. Dani Offset, Yogyakarta.
- Sukirno. 2010. *Kuliah Teknologi Pelumas 3*. Departemen Teknik Kimia Fakultas, Teknik Universitas Indonesia, Jakarta.
- Sulandari, S. dan M. S. A. Zein. 2003. *Panduan Praktis Laboratorium DNA*. Bidang Zoology. Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Bogor.
- Sumadilaga, K. 1995. *Lingkungan dan Pembangunan*. Mutiara, Jakarta.
- Sumastri. 2005. *Bioremediasi Lumpur Minyak Bumi Secara Pengomposan Menggunakan Kultur Bakteri Hasil Seleksi*. PPPPTK IPA, Bandung.
- Sani. 2010. *Pengaruh Pelarut Phenol pada Reklamasi Minyak Pelumas Bekas*. Unesa University Press, Surabaya.
- Sunarti, T. C., Suprihatin, dan Lauda, R. D. 2014. Stabilisasi Sludge dari Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) menggunakan Starter Bakteri Indigenous pada Aerobic Sludge Digester. *E-Jurnal Agroindustri Indonesia*. 3(1) : 199-213.
- Surtikanti, H., dan Surakusumah, W. 2004. Studi Pendahuluan Tentang Peranan Tanaman dalam Proses Bioremediasi Oli Bekas dalam Tanah Tercemar. *Ekologi dan Biodiversitas Tropika*. 2(1): 11-14.
- Susanto, V. 1973. *Water Pollution*. Correspondence-Course-Central, Jakarta.
- Sutapa, D. A. I. 2000. Teori Bioflokulasi Sebagai Dasar Pengelolaan Sistem Lumpur Aktif. *Jurnal Studi Pembangunan, Kemasyarakatan & Lingkungan*. 2(1): 76- 83.
- Tiwari, R. K. 2001. Environmental Impact of Coal Mining on Water Regime and Its Management. *Water, Air, and Soil Poll.* 132: 185-199.
- Tortora, G. J., Funke, B. R., dan Case, C. L. 2010. *Microbiology: an introduction 10<sup>th</sup> edition*. Pearson, New York.

- Udiharto, M. 1996. Bioremediasi Minyak Bumi. Dalam : *Prosiding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi dalam Pengolahan Lingkungan*, Cibinong.
- Udiharto, M. 2000. *Hubungan Antar Tingkat Toksisitas dan Hidrokarbon Aromatik yang Terkandung dalam Lumpur Pengeboran dan Bahan Dasarnya*. Lembar Publikasi Lemigas, Jakarta.
- VWR, 2013. *Spectrophotometer UV-1600PC UV-VIS: Instruction Manual*. VWR International, LCC, USA.
- Waluyo, L. 2005. *Mikrobiologi Lingkungan*. UMM press, Malang.
- Wiesburg, W. G., Barns, S. M., Pelletier, D. A., dan Lane, D. J. 1991. 16S ribosomal DNA Amplification for Phylogenetic Study. *J. Bact.* 173(2): 697-703.
- Widiyanto, T. 2002. Kajian Suksesi dan Distribusi Mikrobial Dekomposer serta Agen Bioremediasi Senyawa Metabolit Toksik pada Perairan. *Jurnal Biologi Indonesia*. 68 : 80-86.
- Wignyanto, Hidayat, N., dan Ariningrum, A. 2009. Bioremediasi Limbah Cair Sentra Industri Tempe Serta Perencanaan Unit Penolahannya (Kajian Pengaturan Kecepatan Aerasi dan Waktu Inkubasi). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 10(2):123-135.
- William, B. H. 1995. *Organic Chemistry*. Saunders College Publishing, USA.
- William, S., dan Copeland, H. F. A. 2012. *Bacterial genomic DNA isolation using CTAB*. Doe Joint Genome Institute, USA.
- Wisjnuaprpto. 1996. Bioremediasi, Manfaat dan Pengembangannya. *Di dalam :Prosiding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi dalam Pengolahan Lingkungan*. Cibinong.
- Zimboro, M. J., Power, D. A., Miller, S. M., Wilson, G. E., dan Johnson, J. A. 2009. *Difco<sup>™</sup> & BBL<sup>™</sup> Manual; Manual of Microbiological Culture Media 2<sup>nd</sup> edition*. Becton, Dickinson and Company, Maryland.

Zhang, Z., Hou, Z., Yang, C., Ma, C., Tao, F., dan Xu, P. 2011. Degradation of n-Alkanes and Polycyclic Aromatic Hydrocarbon in Petroleum by a Newly Isolated *Pseudomonas aeruginosa* DQ8. *Bioresourch Technology*. 102: 4111-4116.

Zhyahrial, F. F., Rahayu, Y. S. dan Yuliani. 2014. Bioremediasi dengan Teknik Biostimulasi Tanah Tercemar Minyak Bumi dengan Menggunakan Kompos Kombinasi Limbah Media Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dan *Azolla*. *Jurnal LenteraBio*. 3(3): 141-146.

Zita, A., dan Hermansson, M. 1997. Effects of Ionic Strength on Bacterial Adhesion and Stability of Floccs in a Wastewater Activated Sludge System. *Applied and Environmental Microbiology Journal*. 60(9): 3041–3048.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Pengukuran Kualitas Limbah Oli Bekas Kendaraan Bermotor Sebelum Melalui Proses Degradasi

#### A. Pengukuran BOD, TSS, dan TPH hari ke-0

Parameter	Ulangan	Kadungan Senyawa Sebelum Degradasi
BOD	1	200 mg/L
	2	220 mg/L
	3	160 mg/L
TSS	1	695 mg/L
	2	598 mg/L
	3	945 mg/L
TPH	1	225,21 mg/L
	2	227,49 mg/L
	3	226,34 mg/L

## Lampiran 2. Analisis Varian (Anava) dan Uji Duncan BOD Oli Bekas Kendaraan Bermotor

### A. Hasil Pengukuran Degradasi BOD hari ke-14 Oli Bekas Kendaraan Bermotor

Volume	Ulangan	Jenis											
		SB1			SB2			Campuran					
		P	A <sub>1</sub> (mg/L)	A <sub>2</sub> (mg/L)	BOD (mg/L)	P	A <sub>1</sub> (mg/L)	A <sub>2</sub> (mg/L)	BOD (mg/L)	P	A <sub>1</sub> (mg/L)	A <sub>2</sub> (mg/L)	BOD (mg/L)
20 ml	1	50x	6,0	4,0	80	50x	6,0	3,1	125	50x	6,0	4,0	80
	2	50x	6,0	3,4	110	50x	6,0	3,8	90	50x	6,0	3,6	100
	3	50x	6,0	3,1	125	50x	6,0	4,0	80	50x	6,0	3,9	85
30 ml	1	50x	6,0	3,5	105	100x	6,0	4,3	130	100x	6,0	4,1	150
	2	50x	6,0	3,4	110	50x	6,0	3,9	85	50x	6,0	2,6	150
	3	25x	6,0	3,5	52,5	100x	6,0	4,0	160	100x	6,0	3,3	230
40 ml	1	50x	6,0	1,1	225	50x	6,0	3,8	90	100x	6,0	3,5	210
	2	100x	6,0	2,7	290	100x	6,0	3,8	180	50x	6,0	3,8	90
	3	50x	6,0	3,6	100	100x	6,0	3,5	210	50x	6,0	2,0	180

Keterangan : A<sub>1</sub> = DO<sub>0</sub> Sampel Uji

A<sub>2</sub> = DO<sub>5</sub> Sampel Uji

P = Pengenceran

Tambahan : B1 = DO<sub>0</sub> Blangko (5,8 mg/L)

B2 = DO<sub>5</sub> Blangko (5,4 mg/L)

VB= Seeding Blangko (0,5 ml)

VC= Seeding Sampel Uji (0,5 ml)

**B. Uji Anava BOD Oli Bekas Kendaraan Bermotor**

Sumber Keberagaman	Jumlah Kuadran	Derajat Bebeas	Kuadran Tengan	F	Sig.
Volume	27.426,389	2	13.713,194	5,392	,015
Jenis	884,722	2	442,361	,174	,842
Volume * Jenis	15.197,222	4	3.799,306	1,494	,246
Galat	45.779,167	18	2.543,287		
Total	575.306,250	27			

**C. Uji Duncan BOD Oli Bekas Kendaraan Bermotor (Volume)**

Volume	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05	
		1	2
20 ml	9	97,2222	
30 ml	9	130,2778	130,2778
40 ml	9		175,0000
Sig.		,181	,076



### Lampiran 3. Analisis Varian (Anava) dan Uji Duncan BOD (Persentase Penurunan) Oli Bekas Kendaraan Bermotor

#### A. Hasil Pengukuran Degradasi BOD (Persentase Penurunan) hari ke-14

Volume	Ulangan	Jenis		
		SB1 (%)	SB2 (%)	Campuran (%)
20 ml	1	60	37,50	60
	2	50	59,09	54,55
	3	21,87	50	46,87
30 ml	1	47,50	35	25
	2	50	61,36	31,82
	3	67,19	0	-43,75
40 ml	1	-12,50	55	-5
	2	-31,82	18,18	59,09
	3	37,50	-31,25	-12,50

#### B. Uji Anava BOD (Persentase Penurunan) Oli Bekas Kendaraan Bermotor

Sumber Keberagaman	Jumlah Kuadran	Derajat Bebas	Kuadran Tengan	F	Sig.
Volume	7.346,324	2	3.673,162	4,100	,034
Jenis	377,143	2	188,571	,210	,812
Volume * Jenis	4.136,730	4	1.034,182	1,154	,363
Galat	16.125,018	18	895,834		
Total	51.141,010	27			

C. Uji Duncan BOD (Persentase Penurunan) Oli Bekas Kendaraan Bermotor (Volume)

Volume	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05	
		1	2
40 ml	9	8,5222	
30 ml	9	30,4578	30,4578
20 ml	9		48,8756
Sig.		,137	,208

D. Persentase Penurunan Kadar BOD pada Limbah Oli Bekas Kendaraan Bermotor

Volume	Bakteri			Rata-rata
	SB1	SB2	Campuran	
20 ml	43,96 <sup>a</sup>	48,86 <sup>a</sup>	53,81 <sup>a</sup>	48,88 <sup>A</sup>
30 ml	54,90 <sup>a</sup>	32,12 <sup>a</sup>	4,35 <sup>a</sup>	30,46 <sup>AB</sup>
40 ml	-2,27 <sup>a</sup>	13,98 <sup>a</sup>	13,87 <sup>a</sup>	8,52 <sup>B</sup>
Rata-rata	32,19 <sup>X</sup>	31,65 <sup>X</sup>	24,01 <sup>X</sup>	

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya beda nyata pada  $\alpha = 0,05$ .

#### Lampiran 4. Analisis Varian (Anava) dan Uji Duncan TSS Oli Bekas Kendaraan Bermotor

##### A. Hasil Pengukuran Degradasi TSS hari ke-14 Oli Bekas Kendaraan Bermotor

Volume	Ulangan	Jenis		
		SB1 (mg/L)	SB2 (mg/L)	Campuran (mg/L)
20 ml	1	150	332	121
	2	259	331	498
	3	295	162	540
30 ml	1	568	342	508
	2	259	213	655
	3	81	477	618
40 ml	1	448	179	376
	2	815	800	185
	3	359	730	375

##### B. Uji Anava TSS Oli Bekas Kendaraan Bermotor

Sumber Keberagaman	Jumlah Kuadran	Derajat Bebeas	Kuadran Tengan	F	Sig.
Volume	142.905,407	2	71.452,704	1,899	,179
Jenis	22.906,963	2	11.453,481	,304	,741
Volume * Jenis	282.362,148	4	70.590,537	1,876	,159
Galat	677.454,000	18	37.636,333		
Total	5.346.998,000	27			

### Lampiran 5. Analisis Varian (Anava) dan Uji Duncan TSS (Persentase Penurunan) Oli Bekas Kendaraan Bermotor

#### A. Hasil Pengukuran Degradasi TSS (Persentase Penurunan) hari ke-14 Oli Bekas Kendaraan Bermotor

Volume	Ulangan	Jenis		
		SB1 (%)	SB2 (%)	Campuran (%)
20 ml	1	78,42	52,23	82,59
	2	56,69	44,65	16,72
	3	68,78	82,86	42,86
30 ml	1	18,27	50,79	26,91
	2	56,69	64,38	-9,53
	3	91,42	49,52	34,60
40 ml	1	35,54	74,24	45,90
	2	-36,29	-37,78	69,06
	3	62,01	22,75	60,32

#### B. Uji Anava TSS (Persentase Penurunan) Oli Bekas Kendaraan Bermotor

Sumber Keberagaman	Jumlah Kuadran	Derajat Bebas	Kuadran Tengan	F	Sig.
Volume	2.997,106	2	1.498,553	1,426	,266
Jenis	214,985	2	107,492	,102	,903
Volume * Jenis	6.237,777	4	1.559,444	1,484	,249
Galat	18.916,582	18	1.050,921		
Total	82.109,456	27			

### C. Persentase Penurunan Kadar TSS pada Limbah Oli Bekas Kendaraan Bermotor

Volume	Bakteri			Rata-rata
	SB1	SB2	Campuran	
20 ml	67,96 <sup>a</sup>	59,91 <sup>a</sup>	47,39 <sup>a</sup>	58,42 <sup>A</sup>
30 ml	55,46 <sup>a</sup>	54,90 <sup>a</sup>	17,33 <sup>a</sup>	42,56 <sup>A</sup>
40 ml	20,42 <sup>a</sup>	19,74 <sup>a</sup>	58,43 <sup>a</sup>	32,86 <sup>A</sup>
Rata-rata	47,95 <sup>x</sup>	44,85 <sup>x</sup>	41,05 <sup>x</sup>	

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya beda nyata pada  $\alpha = 0,05$ .

### Lampiran 6. Analisis Varian (Anava) dan Uji Duncan TPH Oli Bekas Kendaraan Bermotor

#### A. Hasil Pengukuran Degradasi TPH hari ke-14 Oli Bekas Kendaraan Bermotor

Volume	Ulangan	Jenis					
		SB1		SB2		Campuran	
		Total Area Sampel	Kadar TPH (mg/L)	Total Area Sampel	Kadar TPH (mg/L)	Total Area Sampel	Kadar TPH (mg/L)
20 ml	1	527.128.315	213,17	518.047.710	199,77	518.368.930	200,24
	2	527.724.128	214,05	519.039.937	201,23	515.325.937	195,75
	3	526.549.693	212,32	518.538.292	200,49	521.421.335	204,75
30 ml	1	508.126.164	185,12	508.230.947	185,28	530.637.488	218,35
	2	512.630.958	191,77	504.034.190	179,08	530.298.097	217,85
	3	517.117.541	198,39	506.141.019	182,19	530.966.033	218,83
40 ml	1	516.033.355	196,79	514.283.927	194,21	521.043.798	204,19
	2	517.515.348	198,98	515.077.978	195,38	498.969.328	171,60
	3	518.978.554	201,14	513.509.543	193,07	510.016.014	187,91

Tambahan: Area Standar = 518.206.343  
 Area Ekstraktan = 382.717.024  
 Kadar Standar = 1000 ppm  
 Faktor Pemekatan= 5/25 (volume ekstrak/volume sampel)

#### B. Uji Anava TPH Oli Bekas Kendaraan Bermotor

Sumber Keberagaman	Jumlah Kuadran	Derajat Bebeas	Kuadran Tengan	F	Sig.
Volume	557,179	2	278,590	7,226	,005
Jenis	537,255	2	268,627	6,967	,006
Volume * Jenis	2.081,927	4	520,482	13,500	,000
Galat	693,993	18	38,555		
Total	1.068.684,118	27			

C. Uji Duncan TPH Oli Bekas Kendaraan Bermotor (Volume)

Volume	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05	
		1	2
40 ml	9	193,6967	
30 ml	9	197,4289	
20 ml	9		204,6411
Sig.		,218	1,000

D. Uji Duncan TPH Oli Bekas Kendaraan Bermotor (Jenis)

Volume	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05	
		1	2
SB2	9	192,3000	
SB1	9		201,3033
Campuran	9		202,1633
Sig.		1,000	,772

**Lampiran 7. Analisis Varian (Anava) dan Uji Duncan TPH (Persentase Penurunan) Oli Bekas Kendaraan Bermotor**

**A. Hasil Pengukuran Degradasi TPH (Prsentase Penurunan) hari ke-14 Oli Bekas Kendaraan Bermotor**

Volume	Ulangan	Jenis		
		SB1 (%)	SB2 (%)	Campuran (%)
20 ml	1	5,35	11,29	11,09
	2	5,91	11,54	13,95
	3	6,19	11,42	9,54
30 ml	1	17,80	17,73	3,05
	2	15,70	21,28	4,24
	3	12,35	19,51	3,23
40 ml	1	12,62	13,76	9,33
	2	12,53	14,11	24,57
	3	11,34	14,70	16,98

**B. Uji Anava TPH (Persentase Penurunan) Oli Bekas Kendaraan Bermotor**

Sumber Keberagaman	Jumlah Kuadran	Derajat Bebas	Kuadran Tengan	F	Sig.
Volume	109,305	2	54,652	6,548	,007
Jenis	104,723	2	52,362	6,273	,009
Volume * Jenis	406,568	4	101,642	12,177	,000
Galat	150,245	18	8,347		
Total	4.831,353	27			



C. Uji Duncan TPH (Persentase Penurunan) Oli Bekas Kendaraan Bermotor (Volume)

Volume	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05	
		1	2
20 ml	9	9,5867	
30 ml	9		12,7656
40 ml	9		14,4378
Sig.		1,000	,235

D. Uji Duncan TPH (Persentase Penurunan) Oli Bekas Kendaraan Bermotor (Jenis)

Volume	N	Tingkat Kepercayaan = 0,05	
		1	2
Campuran	9	10,6644	
SB1	9	11,0878	
SB2	9		15,0378
Sig.		,759	1,000

E. Persentase Penurunan Kadar TPH pada Limbah Oli Bekas Kendaraan Bermotor

Volume	Bakteri			Rata-rata
	SB1	SB2	Campuran	
20 ml	5,82 <sup>a</sup>	11,42 <sup>a</sup>	11,53 <sup>a</sup>	9,59 <sup>B</sup>
30 ml	15,28 <sup>a</sup>	19,51 <sup>a</sup>	3,51 <sup>a</sup>	12,77 <sup>A</sup>
40 ml	12,16 <sup>a</sup>	14,19 <sup>a</sup>	16,96 <sup>a</sup>	14,44 <sup>A</sup>
Rata-rata	11,09 <sup>Y</sup>	15,04 <sup>X</sup>	10,66 <sup>Y</sup>	

Keterangan: Angka yang ditandai dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya beda nyata pada  $\alpha = 0,05$ .

**Lampiran 8. Chromatogram Urutan Basa Nitrogen Isolat SB1**

**A. Urutan Basa Nitrogen Isolat SB1 27F**



## B. Urutan Basa Nitrogen Isolat SB1 1492R



## Lampiran 9. *Chromatogram* Urutan Basa Nitrogen Isolat SB2

### A. Urutan Basa Nitrogen Isolat SB2 27F



## B. Ururan Basa Nitrogen Isolat SB2 1492R

