

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan penelitian pemanfaatan bakteri indigenus dalam remediasi limbah cair *laundry* dengan media lumpur aktif yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Isolat bakteri yang ditemukan dominan pada limbah cair *laundry* adalah isolat bakteri AW1 diperkirakan dari genus *Enterobacter* dan isolat bakteri AW2 diperkirakan dari genus *Pseudomonas*.
2. Lumpur aktif dengan penambahan isolat bakteri AW1 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 47,76%; menurunkan kadar TSS sebesar 65,91% dan menurunkan kadar fosfat sebesar 46,55%. Dengan penambahan isolat bakteri AW2 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 56,25% menurunkan kadar TSS sebesar 70,30% dan menurunkan kadar fosfat sebesar 20,71% dari kadar awal. Dengan penambahan campuran isolat bakteri AW1 dan AW2 mampu menurunkan kadar BOD sebesar 50%; mampu menurunkan kadar TSS sebesar 61,27% dan mampu menurunkan kadar fosfat sebesar 18,90% hingga minggu ke-1 (waktu optimal pengolahan limbah).
3. Berdasarkan persentase (%) penurunan kadar BOD, TSS dan fosfat, isolat bakteri AW2 cenderung lebih baik dalam meremediasi limbah *laundry*.

B. Saran

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

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui rasio nutrisi untuk bakteri agar dapat berkembang dengan optimal di dalam lumpur aktif.
2. Perlu dilakukan penambahan jumlah mikrobia isolat AW1 dan isolat AW2 dalam meremediasi limbah *laundry* hingga kadar BOD, TSS, TDS, pH dan fosfat sesuai dengan baku mutu limbah *laundry*.
3. Perlu memodifikasi metode pengolahan limbah *laundry* tidak hanya menggunakan satu metode, tapi bisa juga ditambahkan dengan metode fitoremediasi sehingga hasil akhir pengolahan limbah juga dapat menjernihkan air limbahnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, J., dan El-Dessouky, H. 2008. Design of a modified low cost Treatment system for the recycling and reuse of laundry waste water. *Resources, Conservation and Recycling*, 52(1): 973–978.
- Ahsan, S. 2005. *Effect of Temperature on Wastewater Treatment with Natural and Waste Materials [Original Paper]* . Clean Technology Enviroment Policy, 7:198-202.
- Akbar, T.A.E., 2013. Eektivitas Sistem Pengolahan Limbah Cair dan Keluhan Kesehatab Pada Petugas IPAL di RSUD DR. M SOEWANDHI Surabaya. *The Indonesian Journak of Occupational Safety and Health* 1(2) : 86.
- Akhtar, W., Muhammad, R., dan Iqbal, A. 1997. *Optimum Design of Sedimentation Tanks Based in Settling Characteristics of Karahci Tanney Wastes*. Institute of Environment Engineering and Research, Pakistan. Halaman 27.
- Alaerts, G., dan Santika, S.S. 1984. *Metode Penelitian Air*. Penerbit Usaha Nasional, Surabaya. Halaman 149.
- Alexander, M. 1977. *Introduction to soil microbiology. 2nd ed.* John Wiley and Sons, Inc., New York. Halaman 227-228.
- Anonim. 1988. Keputusan Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.Kep 02/MENKLH/ I / 1988. Tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan. KKMNKLH, Jakarta.
- Anonim a. 2004. SNI 06-6989.11. *Metode Pengukuran Derajat Keasaman Air*. Badan Litbang Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim b. 2005. SNI 06-6989.23. *Metode Pengukuran Suhu Air*. Badan Litbang Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim c. 2008. SNI 06-6989.58. *Metoda Pengambilan Contoh Uji Kualitas Air*. Badan Litbang Pekerjaan Umum, Jakarta.
- APHA., 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water Including Bottom sediment and Sludges*. 12-th ed. Amer.Publ. Health Association Inc., New York.
- Asmadi, dan Suharno. 2012. *Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*. Gosyen Publishing, Yogyakarta. Halaman 47.

- Benefield, L.D., Randall, C. W. 1980. *Biological Proses Design for Wastewater Treatment*. Prentice Hall Inc Engewood, USA. Halaman 76.
- Betsy, T. dan Keogh, J. 2005. *Microbiology Demystified*. McGraw-Hill Publisher, USA. Halaman 23.
- Bewley, J.F. 1996. Field Implementation of In Situ Bioremediation : Key Physicochemical and Biological Factor. Di dalam : Stozky G. Bollay J.M., editors. *Soil Biochemistry*. Marcel Dekker Inc, New York. Hal 475-555.
- Bitton, G. 1994. *Wastewater Microbiology*. A John Wiley & Sons INC, New York. Halaman 47-46.
- Cappuccino, J. G., dan Sherman, N. 2011. *Microbiology a Laboratory Manual 9th edition*. Pearson Benjamin Cumming, San Fransisco. Halaman 67-79.
- Carolina, S. dan Neni. 2012. Netralisasi limbah karet oleh beberapa jenis mikroalga. Dalam : *Prosiding Seminar Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Fisika Terapan LIPI*. 8-9 Mei 2012, Subang.
- Chotimah, S.N. 2010. Pembuatan Biogas dari Limbah Makanan dengan Variasi dan Suhu Substrat dalam Biodigester Anaerob. *Skripsi S-1*. Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Cooney, J. J. 1984. *The Fate of Petroleum Pollutans in Fresh Water Ecosystem*. Macmillan Publishing Co, New York. Halaman 400-433.
- Darmayasa, I.B.C., 2008. Daya hambat fraksinasi ekstrak sembung delan (*Sphaerantus indicus* L.) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Biologi*, 11 (2) : 74-77.
- Effendi, H. 2012. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta. Halaman 12-15.
- Ewies, J. B., Ergas, S. J., Chang, D. P. V. dan Schroeder, E. D. 1998. *Bioremediation principles*. Mc Graw-Hill, New York. Halaman 128-129.
- Fieser. 1980. *Introduction to Organic Chemistry*. Maruzen Company Ltd, Tokyo. Halaman 45.
- Gaspersz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. Armico, Bandung. Halaman 49.
- Ginting, P. 1995. *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta. Halaman 32-33.

- Ginting, P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Yrama Widya, Bandung. Halaman 19.
- Gunarto, L. dan L. Nurhayati. 1994. Karakterisasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat pada tanah-tanah di Indonesia. Dalam : *Seminar Tahunan 1994 Hasil Penelitian Tanaman Pangan, Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor*, 29-30 Maret 1994.
- Hadioetomo, R. S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Gramedia, Jakarta. Halaman 19-20.
- Hanrahan, G., Paulo Gardoinski, Martha Gledill, dan Paul Worsfold. 2002. *Environmental Monitoring of Nutrients, dalam Environmental Monitoring Handbook, Frank R. Burden (editor)*. McGraw-Hill, New York. Halaman 76.
- Harley, J. P. dan Prescott, L. M. 2002. *Laboratory Exercise in Microbiology Fifth Edition*. McGraw-Hill, New York. Halaman 43-47, 76-78, 83-89, 93-94, 110, 126-130, 139-140, 169-170, 201-203, dan 257-260.
- Hera. 2003. *Sodium Tripolyphosphate. Human & Environmental Risk Assessment on Ingredients of European Household Cleaning Products*, London. Halaman 23.
- Herlambang, A., dan Wahjono, H.D. 1999. *Teknologi Pengolahan Limbah Tekstil dengan Sistem Lumpur Aktif*. Direktorat Teknologi Lingkungan, Jakarta. Halaman 2.
- Jeni, B.S., dan Rahayu, W.P. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Kanisius, Yogyakarta. Halaman 55.
- Joner, E.J, Aarle, I.M dan Vosatka, M. 2000. Phosphatase Activity of Axtraradical Arbuscular Mycorrhiza Hyphae. *Plant and Soil international Journal*, 226(1) : 199-210.
- Joong, K.Y., Liavoga, A., dan Bagarogo, K. 2000. *Characterizing of Phytase Fombran of Various Wheat Cultivars*. American Ass.J. of Cereal Chemist, Inc, New York. Halaman 78-79.
- Jutono, J., S. Hartadi, K. S. Siti., Susanto dan Suhadi. 1980. *Mikrobiologi Umum*. Departemen Mikrobiologi Pertanian UGM, Yogyakarta. Halaman 67-68.
- Kayser,F,H., Bienz,K., Eckert,J. 2005. *Color atlas of medical microbiology*. Stuttgart, Thieme, New York. Halaman 146.

- Khusnuryani, A. 2008. Mikrobial Sebagai Agen Penurun Fosfat Pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit. Dalam *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*. 3-4 Februari 2008, Yogyakarta.
- Kodoatie, R. . 2002. *Pengelolaan sumber Daya Air dalam Otonomi Daerah*. Penerbit Andi, Yogyakarta. Halaman 10.
- Kwartiningsih, E., dan Mulyati, N. S. 2005. Fermentasi Sari Buah Nanas Menjadi Vinegar. *Jurnal Ekulibrium* 4 (1) : 10.
- Lawrence, J.R., Thomas R. Neu, dan Kevin C. Marshall. 2002. *Colonization, Adhesion, Aggregation, and Biofilm, dalam Christon J Hurst, Manual of Environmental Microbiology, 2nd ed.* ASM Press, Washington,D.C. Halaman 119-121.
- Lay, B. 1994. *Analisis Mikroba di Laboratorium*. Raja Grafindo Persada, Jakarta. Halaman 43-45.
- Litaay, G.W. 2013. Kemampuan *Pseudomonas aeruginosa* Dalam Menurunkan Kandungan Fosfat Limbah Cair Rumah Sakit. *Skripsi S-1*. Fakultas Biologi Program Studi Biologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Mardini, D., Hernani dan Asep, K. 2004. Penggunaan Metode Lumpur Aktif Sebagai Salah Satu Pengolahan Sekunder Terhadap Limbah Cair Industri Tekstil PT. CAGM Dengan Sistem *Flow* Skala Laboratorium. Dalam *Seminar Nasional Penelitian dan Pendidikan Kimia*. 9 Oktober 2004, Bandung.
- Maryani, S. 2013. Pengaruh Jumlah Tawas dan Tekniknya Terhadap Hasil Pewarnaan Pada Kain Katun. *eJournal*, 2(1) : 87-93.
- Notoatmodjo, S. 2003. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Rineka Cipta, Jakarta. Halaman 27.
- Nursanthary, D.L., Colby, E.R., dan Santosa, H. 2012. Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Secara Biologis Dengan Lumpur Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 1(1) : 456-460.
- Nurlita, H dan Utomo, S. 2011. Potensi Nitrifikasi Oleh Bakteri Yang Terdapat di Laut Aliran Kali Plumbon, Laut Aliran Kali Banjir Kanal Barat dan Laut Aliran Kali Banjir Kanal Timur. *Jurnal PRESIPITASI*, 8(1) : 4-5.
- Octavia, B. 2010. Kajian Kekayaan Bakteri Indigenous Indonesia untuk Bioremediasi Limbah. Naskah *Skripsi S-1*. Fakultas MIPA Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Negeri Yogyakarta.

- Oetomo, R.S.H. 1993. *Morfologi Dasar dalam Praktek*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Halaman 19-20.
- Odum, E.P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Gajah Mada Press, Yogyakarta. Halaman 43.
- Paramita, P., Shovitri, M., dan Kuswytasari, N.D. 2012. Biodegradasi Limbah Organik Pasar Dengan Menggukan Mikroorganism Alamni Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS* 1(23) : 25.
- Pescod M, D. 1973. *Investigation of Rational Effluen and Stream Standards for Tropical Countries*. A.I.T, Bangkok. Halaman 32.
- Patten, C.L. and B.R. Glick. 1996. Bacterial Biosynthesis of Indole-3-acetic Acid. *Journal Microbiol.* 42 (2) : 207-220.
- Pelczar, M. J., dan Chan, E. C. S. 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Erlangga, Jakarta. Halaman 37-39.
- Pramesti, O. 2012. *Jasa Laundry Picu Pencemaran Limbah B3*. <http://nationalgeographic.co.id/berita/2012/04/jasa-laundry-picu-pencemaran-limbah-b3>. Diakses pada 19 Agustus 2015.
- Pratiwi, Y., Sunarsih, S., dan Windi, W.F. 2012. Uji Toksisitas Limbah Cair *Laundry* Sebelum dan Sesudah Diolah Dengan Tawas dan Karbon Aktif Terhadap Bioindikator (*Cyprinus carpio* L). Dalam *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*. 3 November 2012, Yogyakarta.
- Rajasa, G. 2010. Pemanfaatan Biofilm Mikrobentos Untuk Menurunkan Kadar Fosfat Pada Limbah Deterjen *Laundry*. *Skripsi S-1*. Fakultas Biologi Program Studi Biologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Retnosari, A.A., dan Shovitri, M. 2013. Kemampuan Isolat *Bacillus* sp. Dalam Mendegradasi Limbah Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 2(1) : 9.
- Roga, O. S. 2014. Pemanfaatan Lumpur Aktif dalam Remediasi Limbah Cair Bengkel Kendaraan Bermotor dengan Penambahan Bakteri Indigenus. *Skripsi S-1*. Fakultas Teknobiologi. Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Samantha, A. 2016. Pemanfaatan Lumpur Aktif Dalam Remediasi Minyak Pelumas Bekas Mobil Penumpang Dengan Penambahan Bakteri Indigenus. *Skripsi S-1*. Fakultas Teknobiologi. Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.

- Salib, C. 2003. Dekomposisi Limbah Cair dengan Penambahan Sumber Nitrogen dan Fosfor pada Lumpur Aktif. *Skripsi S-1*. Fakultas Biologi Program Studi Biologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Salimin, Z. 1997. Evaporasi Limbah Radioaktif Cair Yang Mengandung Deterjen Dengan Antibuih Minyak Silikon. Dalam : *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Teknologi Pengolahan Limbah I*. 10-11 Desember 1997, Serpong.
- Salimin, Z. 2002. Pengolahan Limbah Radioaktif Cair yang Mengandung Deterjen Dengan Proses Biologi Lumpur Aktif. Dalam: *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir P3TM-BATAN*. 27 Juni 2002, Yogyakarta. Hal : 134-135.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Bologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, 30(3) : 24.
- Sari, F.R., Annissa, R., dan Tuhulola, A. 2013. Perbandingan Limbah dan Lumpur Aktif terhadap Pengaruh Sistem Aerasi pada Pengolahan Limbah CPO. *Journal Program Studi Teknik Kimia fakultas Teknik*, 2(1): 50-56.
- Sawyer, C.N., dan McCarty, P.L. 1978. *Chemistry for Sanitary Engineers*. Edisi ke 3. McGrow-Hill Book Company, Tokyo. Halaman 66-67.
- Schleheck, D., T. P. Knepper, K. Fischer & A. M. Cook. 2004. Mineralization of Individual Congeners of Linear Alkylbenzene Sulfonate by Defined Pairs of Heterotrophic Bacteria. *Appl. Environ. Microbiology*. 70(7): 4053-4063.
- Siregar, S.A. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Kanisius, Yogyakarta. Halaman 12
- Sitanggang, B. 2008. Kemampuan *Pseudomonas aeruginosa* dalam Meremediasi Limbah Pabrik Batik Tulis PT.'X' Yogyakarta. *Skripsi S-1*. Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sostar-Turk, S., Pertini, I., dan Simoi, M. 2004. Laundry Wastewater Treatment Using Coagulation and Membrane Filtration. *Journal of Resources, Conservation and Recycling*, 2(1) : 1-5.
- Sudiana, I.M. 2004. Peran Komunitas Mikroba Lumpur Aktif Dalam Perombakan Detergen Alkil Sulfonat Linear dan Benzena Alkil Sulfonat. *Berkas Penelitian Hayati*, 10 (1) : 75-80.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. UIP, Jakarta. Halaman 43.

- Suharto. 2010. *Limbah Kimia dalam Pencemaran Air dan Udara*. Percetakan Andi, Yogyakarta. Halaman 7-9.
- Suhardjono. 2010. Pemberdayaan Komunitas *Pseudomonas* Untuk Bioremediasi Ekosistem Air Sungai Tercemar Limbah Deterjen. Dalam *Seminar Nasional Biologi*. 9 Oktober 2001, Jakarta.
- Susanna. 2006. Pemanfaatan Bakteri Antagonis sebagai Agen Biokontrol penyakit Layu (*Fusarium Oxysporum F.sp., Cubense*) pada Tanaman Pisang. *J. Floratek. Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Syah Kuala Banda Aceh*, 2(1) :114 – 141.
- Sutapa, I.D.A. 1999. Lumpur Aktif : Alternatif Pengolah Limbah Cair. *Jurnal Studi Pembangunan, Kemasyarakatan dan Lingkungan*, 1(3) : 25-38.
- Tarigan, M.S., dan Edward. 2003. Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *Makara Sains* 7(3) : 109.
- Thermo Fisher Scientific. 2015 a. Nutrient Agar. <http://www.oxoid.com/uk/blue/proddetail/proddetail.asp?pr=CM0309&org=107&c=uk&lang=en>. Diakses pada tanggal 15 Juni 2016.
- Thermo Fisher Scientific. 2015 b. *Nutrient Broth*. http://www.oxoid.com/UK/blue/prod_detail/prod_detail.asp?pr=CM0001&cat=&sec=1&c=uk&lang=en. Diakses pada tanggal 15 Juni 2016.
- Utami, A.R. 2013. Pengolahan Limbah Cair *Laundry* Menggunakan *Biosand Filter* dan *Activated Carbon*. *Jurnal Teknik Sipil UNTAN*, 13(1) : 59-71.
- Wagner, M, Alexander L, Regina N, Ulrike P, Natuschka L, dan Holger D. 2002. *Microbial Community Composition and Function in Wastewater Treatment Plants*, *Antonie van Leeuwenhoek*, Washington D.C. Halaman 210-213.
- Waluyo, L. 2010. *Teknik dan Metode dasar Dalam Mikrobiologi*. UMM Press, Malang. Halaman 10-13.
- Widyaningsih, V. 2011. Pengolahan Limbah Cair Kantin Yongma FISIP UI. *Skripsi S-1*. Program Studi Teknik Lingkungan. Universitas Indonesia, Depok.
- Wirda, F.R., dan Handajani, H. 2011. Degradation of Organic Compound in Liquid Phase Biowaste with Additional Water Variatio at Ratio 1:2 in Batch Reactor. *Skripsi S-1*. Isntitut Teknologi Bandung, Bandung.

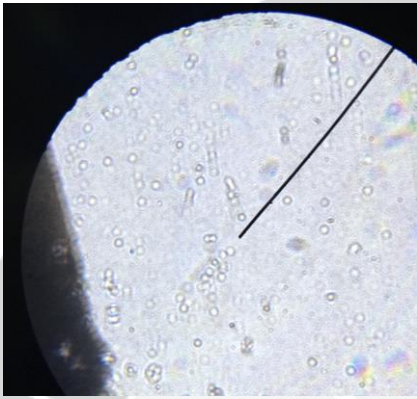
Yazid, M. 2014. Peranan Isolat Bakteri Indigenous Sebagai Agen Bioremediasi Perairan Yang Terkontaminasi Uranium. *Jurnal Iptek Nuklir Ganendra*, 17(1) : 35-44.

Zimbro, M.J., Power, D.A., Miller, S.M., Wilson, G.E., dan Johnson, J.A. 2009. *Difcotm & BBL Manual; Manual of Microbiological Culture Media 2nd Ed.* Becton, Dickinson and Company, Maryland.

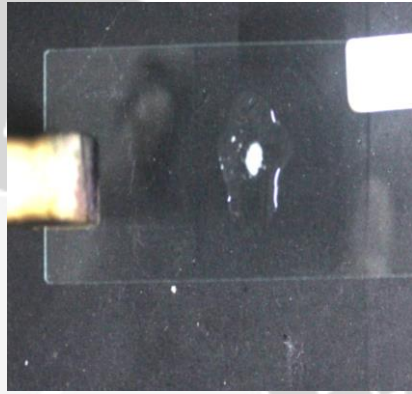


LAMPIRAN

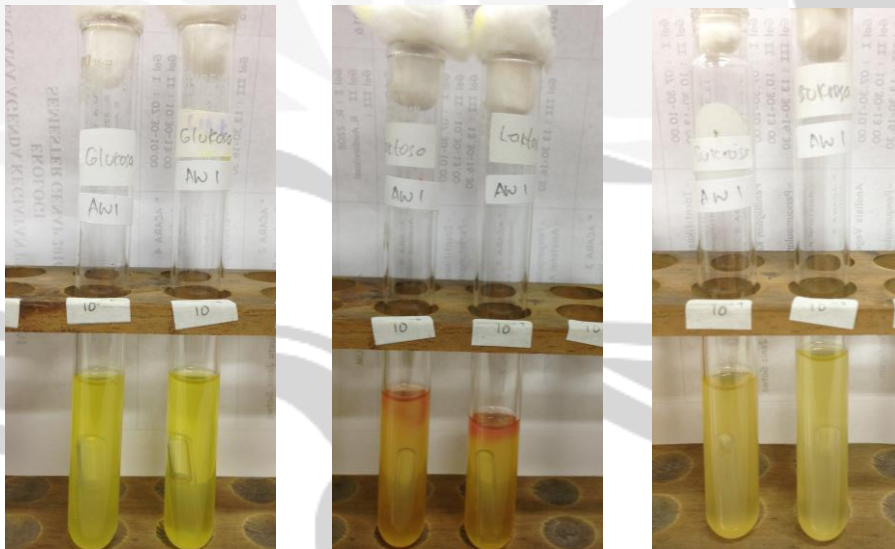
Lampiran 1. Hasil Uji Morfologi dan Biokimia Isolat Bakteri AW1



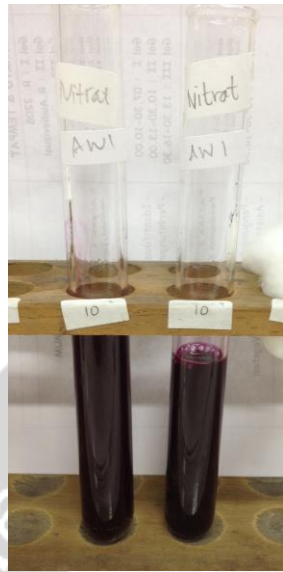
Gambar 14. Bentuk koloni (bulat) pengecatan negatif



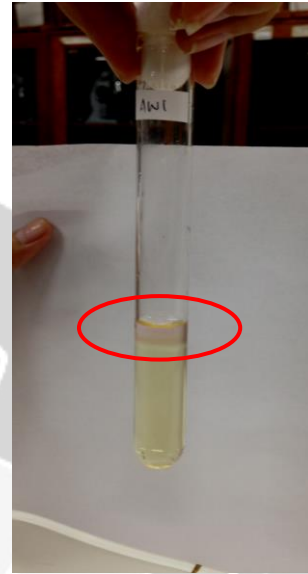
Gambar 15. Buih pada uji katalase



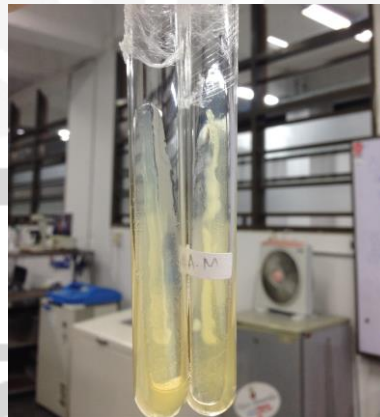
Gambar 16. Fermentasi Karbohidrat Isolat Bakteri AW1, Glukosa (kiri),Laktosa (tengah) dan Sukrosa (kanan)



Gambar 17. Reduksi Nitrat berwarna ungu tua

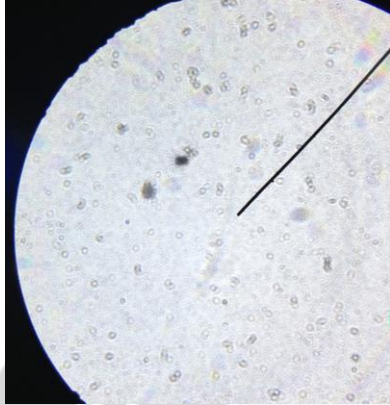


Gambar 18. Pembentukan Indol terbentuk cincin merah



Gambar 19. Persebaran pertumbuhan isolat bakteri AW1 pada agar miring

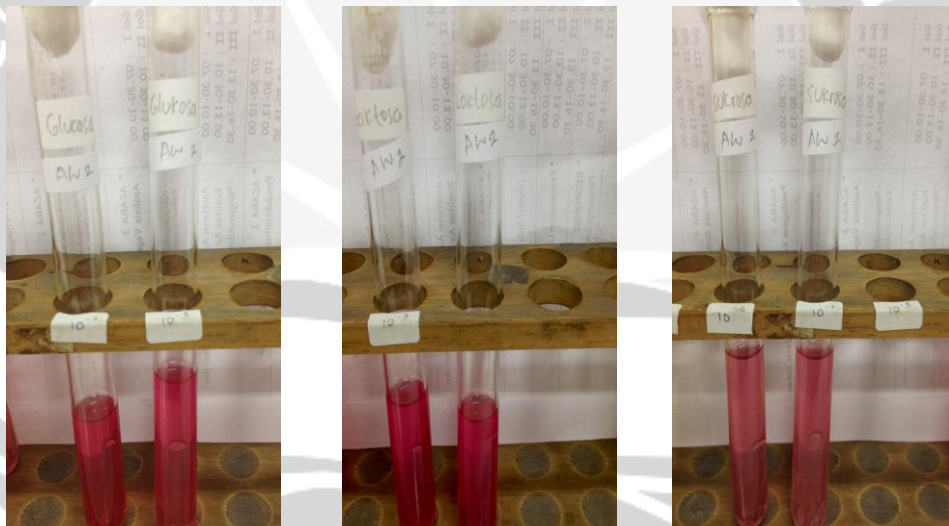
Lampiran 2. Hasil Uji Morfologi dan Biokimia Isolat Bakteri AW2



Gambar 20. Bentuk koloni (bulat) pengecatan negatif



Gambar 21. Buih pada uji katalase



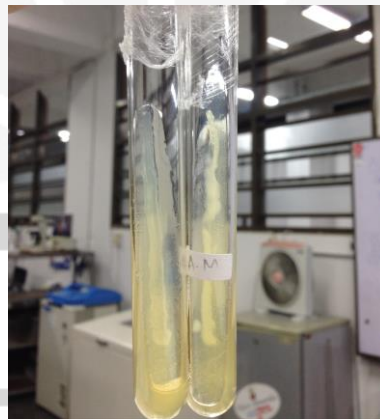
Gambar 22. Fermentasi Karbohidrat Isolat Bakteri AW2, Glukosa (kiri), Laktosa (tengah) dan Sukrosa (kanan)



Gambar 23. Reduksi Nitrat berwarna ungu



Gambar 24. Pembentukan Indol terbentuk lapisan cincin merah



Gambar 25. Persebaran pertumbuhan isolat bakteri AW2 pada agar miring

Lampiran 3. Analisis Varian dan Uji Duncan pH Pada Lumpur Aktif

Tabel 10. Hasil Pengukuran pH Lumpur Aktif Minggu ke-0

| Jenis Perlakuan | Ulangan | Parameter |
|-----------------|---------|-----------|
| | | pH |
| AW 1 (1) | I | 7,40 |
| | II | 7,38 |
| | III | 7,11 |
| AW2 (2) | I | 6,91 |
| | II | 7,20 |
| | III | 7,00 |
| Campuran (3) | I | 6,93 |
| | II | 7,10 |
| | III | 7,09 |
| Kontrol | I | 7,23 |
| | II | 7,22 |
| | III | 7,25 |

Tabel 11. Hasil Pengukuran pH Lumpur Aktif Minggu ke-1

| Jenis Perlakuan | Ulangan | Parameter |
|-----------------|---------|-----------|
| | | pH |
| AW 1 (1) | I | 8,37 |
| | II | 8,39 |
| | III | 8,38 |
| AW2 (2) | I | 7,94 |
| | II | 8,20 |
| | III | 8,26 |
| Campuran (3) | I | 7,39 |
| | II | 8,36 |
| | III | 8,15 |
| Kontrol | I | 8,35 |
| | II | 8,10 |
| | III | 8,29 |

Tabel 12. Hasil Pengukuran pH Lumpur Aktif Minggu ke2

| Jenis Perlakuan | Ulangan | Parameter |
|-----------------|---------|-----------|
| | | pH |
| AW 1 (1) | I | 7,91 |
| | II | 7,71 |
| | III | 7,60 |
| AW2 (2) | I | 7,65 |
| | II | 7,60 |
| | III | 8,02 |
| Campuran (3) | I | 7,69 |
| | II | 7,73 |
| | III | 7,68 |
| Kontrol | I | 7,47 |
| | II | 7,92 |
| | III | 7,63 |

Tabel 13. Hasil Uji Anava pH Lumpur Aktif Minggu ke-0

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|------------------|----------------|---------------|----------------|-------|------|
| Perlakuan | ,160 | 3 | ,053 | 3,708 | ,061 |
| Galat | ,115 | 8 | ,014 | | |
| Total | ,275 | 11 | | | |

Tabel 14. Hasil Uji Duncan pH Lumpur Aktif Minggu ke-0

| Perlakuan | N | Tingkat Keperayaan = 0.05 | |
|-----------|---|---------------------------|--------|
| | | 2 | 1 |
| AW2 | 3 | 7,0367 | |
| Campuran | 3 | 7,0400 | |
| Kontrol | 3 | 7,2333 | 7,2333 |
| AW1 | 3 | | 7,2967 |
| Sig. | | ,090 | ,536 |

Tabel 15. Hasil Uji Anava pH Lumpur Aktif Minggu ke-1

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|------------------|----------------|---------------|----------------|-------|------|
| Perlakuan | ,276 | 3 | ,092 | 1,202 | ,369 |
| Galat | ,613 | 8 | ,077 | | |
| Total | ,889 | 11 | | | |

Tabel 16. Hasil Uji Duncan pH Lumpur Aktif Minggu ke-1

| Perlakuan | N | Tingkat Kepercayaan = 0,05 |
|-----------|---|----------------------------|
| | | 1 |
| Campuran | 3 | 7,9667 |
| AW2 | 3 | 8,1333 |
| Kontrol | 3 | 8,2467 |
| AW1 | 3 | 8,3800 |
| Sig. | | ,124 |

Tabel 17. Hasil Uji Anava pH Lumpur Aktif Minggu ke-2

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|------------------|----------------|---------------|----------------|------|------|
| Perlakuan | ,013 | 3 | ,004 | ,132 | ,938 |
| Galat | ,260 | 8 | ,033 | | |
| Total | ,273 | 11 | | | |

Tabel 18. Hasil Uji Duncan pH Lumpur Aktif Minggu ke-2

| Perlakuan | N | Tingkat Kepercayaan = .05 |
|-----------|---|---------------------------|
| | | 1 |
| Kontrol | 3 | 7,6733 |
| Campuran | 3 | 7,7000 |
| AW1 | 3 | 7,7400 |
| AW2 | 3 | 7,7567 |
| Sig. | | ,607 |

Lampiran 4. Uji Varian dan Duncan BOD Pada Lumpur Aktif

Tabel 19. Hasil Pengukuran BOD Lumpur Aktif Minggu ke-0

| Jenis Perlakuan | Ulangan | Parameter |
|-----------------|---------|------------|
| | | BOD (mg/L) |
| AW 1 (1) | I | 4600 |
| | II | 4400 |
| | III | 4400 |
| AW2 (2) | I | 4800 |
| | II | 4600 |
| | III | 5000 |
| Campuran (3) | I | 4600 |
| | II | 4400 |
| | III | 4600 |
| Kontrol | I | 4800 |
| | II | 4800 |
| | III | 4600 |

Tabel 20. Hasil Pengukuran BOD Lumpur Aktif Minggu ke-1

| Jenis Perlakuan | Ulangan | Parameter |
|-----------------|---------|------------|
| | | BOD (mg/L) |
| AW 1 (1) | I | 2500 |
| | II | 2200 |
| | III | 2300 |
| AW2 (2) | I | 2000 |
| | II | 2200 |
| | III | 2100 |
| Campuran (3) | I | 2300 |
| | II | 2100 |
| | III | 2400 |
| Kontrol | I | 1900 |
| | II | 2000 |
| | III | 1900 |

Tabel 21. Hasil Pengukuran BOD Lumpur Aktif Minggu ke-2

| Jenis Perlakuan | Ulangan | Parameter |
|-----------------|---------|------------|
| | | BOD (mg/L) |
| AW 1 (1) | I | 8000 |
| | II | 8800 |
| | III | 8800 |
| AW2 (2) | I | 8000 |
| | II | 8000 |
| | III | 5000 |
| Campuran (3) | I | 9000 |
| | II | 6000 |
| | III | 8800 |
| Kontrol | I | 6000 |
| | II | 8800 |
| | III | 8400 |

Tabel 22. Hasil Uji Anava BOD Lumpur Aktif Minggu ke-0

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|------------------|----------------|---------------|----------------|-------|------|
| Perlakuan | 226666,667 | 3 | 75555,556 | 3,778 | ,059 |
| Galat | 160000,000 | 8 | 20000,000 | | |
| Total | 386666,667 | 11 | | | |

Tabel 23. Hasil Uji Duncan BOD Lumpur Aktif Minggu ke-0

| Perlakuan | N | Tingkat Kepercayaan = .05 | |
|-----------|---|---------------------------|-----------|
| | | 2 | 1 |
| AW1 | 3 | 4466,6667 | |
| Campuran | 3 | 4533,3333 | 4533,3333 |
| Kontrol | 3 | 4733,3333 | 4733,3333 |
| AW2 | 3 | | 4800,0000 |
| Sig. | | ,058 | ,058 |

Tabel 24. Hasil Uji Anava BOD Lumpur Aktif Minggu ke-1

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|------------------|----------------|---------------|----------------|-------|------|
| Perlakuan | 289166,667 | 3 | 96388,889 | 6,426 | ,016 |
| Galat | 120000,000 | 8 | 15000,000 | | |
| Total | 409166,667 | 11 | | | |

Tabel 25. Hasil Uji Duncan BOD Lumpur Aktif Minggu ke-1

| Perlakuan | N | Tingkat Kepercayaan = .05 | |
|-----------|---|---------------------------|-----------|
| | | 2 | 1 |
| Kontrol | 3 | 1933,3333 | |
| AW2 | 3 | 2100,0000 | 2100,0000 |
| Campuran | 3 | | 2266,6667 |
| AW1 | 3 | | 2333,3333 |
| Sig. | | ,134 | ,056 |

Tabel 26. Hasil Uji Anava BOD Lumpur Aktif Minggu ke-2

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|------------------|----------------|---------------|----------------|------|------|
| Perlakuan | 3600000,00 | 3 | 1200000,000 | ,577 | ,646 |
| Galat | 16640000,00 | 8 | 2080000,000 | | |
| Total | 20240000,00 | 11 | | | |

Tabel 27. Hasil Uji Duncan BOD Lumpur Aktif Minggu ke-2

| Perlakuan | N | Tingkat Kepercayaan = .05 |
|-----------|---|---------------------------|
| | | 1 |
| AW2 | 3 | 7000,0000 |
| Kontrol | 3 | 7733,3333 |
| Campuran | 3 | 7933,3333 |
| AW1 | 3 | 8533,3333 |
| Sig. | | ,255 |

Lampiran 5. Uji Variasi dan Duncan TSS Pada Lumpur Aktif

Tabel 28. Hasil Pengukuran TSS Lumpur Aktif Minggu ke-0

| Jenis Perlakuan | Ulangan | Parameter |
|-----------------|---------|------------|
| | | TSS (mg/L) |
| AW 1 (1) | I | 2180 |
| | II | 2360 |
| | III | 2280 |
| AW2 (2) | I | 3390 |
| | II | 3860 |
| | III | 3710 |
| Campuran (3) | I | 2550 |
| | II | 3240 |
| | III | 3590 |
| Kontrol | I | 4170 |
| | II | 4310 |
| | III | 3860 |

Tabel 29. Hasil Pengukuran TSS Lumpur Aktif Minggu ke-1

| Jenis Perlakuan | Ulangan | Parameter |
|-----------------|---------|------------|
| | | TSS (mg/L) |
| AW 1 (1) | I | 730 |
| | II | 835 |
| | III | 760 |
| AW2 (2) | I | 1340 |
| | II | 980 |
| | III | 935 |
| Campuran (3) | I | 1190 |
| | II | 1110 |
| | III | 1290 |
| Kontrol | I | 2030 |
| | II | 1750 |
| | III | 1860 |

Tabel 30. Hasil Pengukuran TSS Lumpur Aktif Minggu ke-2

| Jenis Perlakuan | Ulangan | Parameter |
|-----------------|---------|------------|
| | | TSS (mg/L) |
| AW 1 (1) | I | 2405 |
| | II | 2535 |
| | III | 1140 |
| AW2 (2) | I | 2500 |
| | II | 2350 |
| | III | 1420 |
| Campuran (3) | I | 1275 |
| | II | 1840 |
| | III | 2235 |
| Kontrol | I | 2340 |
| | II | 1880 |
| | III | 3355 |

Tabel 31. Hasil Uji Anava TSS Lumpur Aktif Minggu ke-0

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|------------------|----------------|---------------|----------------|--------|------|
| Perlakuan | 5610500,00 | 3 | 1870166,667 | 18,756 | ,001 |
| Galat | 797666,67 | 8 | 99708,333 | | |
| Total | 6408166,67 | 11 | | | |

Tabel 32. Hasil Uji Duncan TSS Lumpur Aktif Minggu ke-0

| Perlakuan | N | Tingkat Kepercayaan = .05 | | |
|-----------|---|---------------------------|-----------|-----------|
| | | 2 | 3 | 1 |
| AW1 | 3 | 2273,3333 | | |
| Campuran | 3 | | 3126,6667 | |
| AW2 | 3 | | 3653,3333 | 3653,3333 |
| Kontrol | 3 | | | 4113,3333 |
| Sig. | | 1,000 | ,075 | ,112 |

Tabel 33. Hasil Uji Anava TSS Lumpur Aktif Minggu ke-1

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|------------------|----------------|---------------|----------------|--------|------|
| Perlakuan | 1954775,00 | 3 | 651591,667 | 32,485 | ,000 |
| Galat | 160466,667 | 8 | 20058,333 | | |
| Total | 2115241,667 | 11 | | | |

Tabel 34. Hasil Uji Duncan TSS Lumpur Aktif Minggu ke-1

| Perlakuan | N | Tingkat Kepercayaan = .05 | | |
|-----------|---|---------------------------|-----------|-----------|
| | | 2 | 3 | 1 |
| AW1 | 3 | 775,0000 | | |
| AW2 | 3 | | 1085,0000 | |
| Campuran | 3 | | 1196,6667 | |
| Kontrol | 3 | | | 1880,0000 |
| Sig. | | 1,000 | ,362 | 1,000 |

Tabel 35. Hasil Uji Anava TSS Lumpur Aktif Minggu ke-2

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|------------------|----------------|---------------|----------------|------|------|
| Perlakuan | 858672,917 | 3 | 286224,306 | ,659 | ,600 |
| Galat | 3477083,333 | 8 | 434635,417 | | |
| Total | 4335756,250 | 11 | | | |

Tabel 36. Hasil Uji Duncan TSS Lumpur Aktif Minggu ke-2

| Perlakuan | N | Tingkat Kepercayaan = .05 |
|-----------|---|---------------------------|
| | | 1 |
| Campuran | 3 | 1783,3333 |
| AW1 | 3 | 2026,6667 |
| AW2 | 3 | 2090,0000 |
| Kontrol | 3 | 2525,0000 |
| Sig. | | ,231 |

Lampiran 6. Uji Variasi dan Duncan Kadar Fosfat Pada Lumpur Aktif

Tabel 37. Hasil Pengukuran Kadar Fosfat Lumpur Aktif Minggu ke-0

| Jenis Perlakuan | Ulangan | Parameter |
|-----------------|---------|------------------------|
| | | PO ₄ (mg/L) |
| AW 1 (1) | I | 16,10 |
| | II | 19,63 |
| | III | 19,50 |
| AW2 (2) | I | 18,08 |
| | II | 10,82 |
| | III | 19,48 |
| Campuran (3) | I | 11,14 |
| | II | 19,39 |
| | III | 17,97 |
| Kontrol | I | 23,73 |
| | II | 19,09 |
| | III | 22,79 |

Tabel 38. Hasil Pengukuran Kadar Fosfat Lumpur Aktif Minggu ke-1

| Jenis Perlakuan | Ulangan | Parameter |
|-----------------|---------|------------------------|
| | | PO ₄ (mg/L) |
| AW 1 (1) | I | 7,71 |
| | II | 8,39 |
| | III | 13,43 |
| AW2 (2) | I | 14,75 |
| | II | 8,89 |
| | III | 14,76 |
| Campuran (3) | I | 17,36 |
| | II | 10,69 |
| | III | 14,51 |
| Kontrol | I | 12,02 |
| | II | 18,79 |
| | III | 15,60 |

Tabel 39. Hasil Pengukuran Kadar Fosfat Lumpur Aktif Minggu ke-2

| Jenis Perlakuan | Ulangan | Parameter |
|-----------------|---------|------------------------|
| | | PO ₄ (mg/L) |
| AW 1 (1) | I | 12,79 |
| | II | 8,85 |
| | III | 3,86 |
| AW2 (2) | I | 11,50 |
| | II | 9,34 |
| | III | 10,25 |
| Campuran (3) | I | 10,02 |
| | II | 13,24 |
| | III | 10,36 |
| Kontrol | I | 14,12 |
| | II | 9,47 |
| | III | 12,32 |

Tabel 40. Hasil Uji Anava Kadar Fosfat Lumpur Aktif Minggu ke-0

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|------------------|----------------|---------------|----------------|-------|------|
| Perlakuan | 64,807 | 3 | 21,602 | 1,734 | ,237 |
| Galat | 99,649 | 8 | 12,456 | | |
| Total | 164,456 | 11 | | | |

Tabel 41. Hasil Uji Duncan Kadar Fosfat Lumpur Aktif Minggu ke-0

| Perlakuan | N | Tingkat Kepercayaan = .05 |
|-----------|---|---------------------------|
| | | 1 |
| AW2 | 3 | 16,1250 |
| Campuran | 3 | 16,2533 |
| AW1 | 3 | 18,4083 |
| Kontrol | 3 | 21,8700 |
| Sig. | | ,098 |

Tabel 42. Hasil Uji Anava Kadar Fosfat Lumpur Aktif Minggu ke-1

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|------------------|----------------|---------------|----------------|-------|------|
| Perlakuan | 52,484 | 3 | 17,495 | 1,596 | ,265 |
| Galat | 87,699 | 8 | 10,962 | | |
| Total | 140,183 | 11 | | | |

Tabel 43. Hasil Uji Duncan Kadar Fosfat Lumpur Aktif Minggu ke-1

| Perlakuan | N | Tingkat Kepercayaan = .05 |
|-----------|---|---------------------------|
| | | 1 |
| AW1 | 3 | 9,8400 |
| AW2 | 3 | 12,7908 |
| Campuran | 3 | 14,1842 |
| Kontrol | 3 | 15,4663 |
| Sig. | | ,086 |

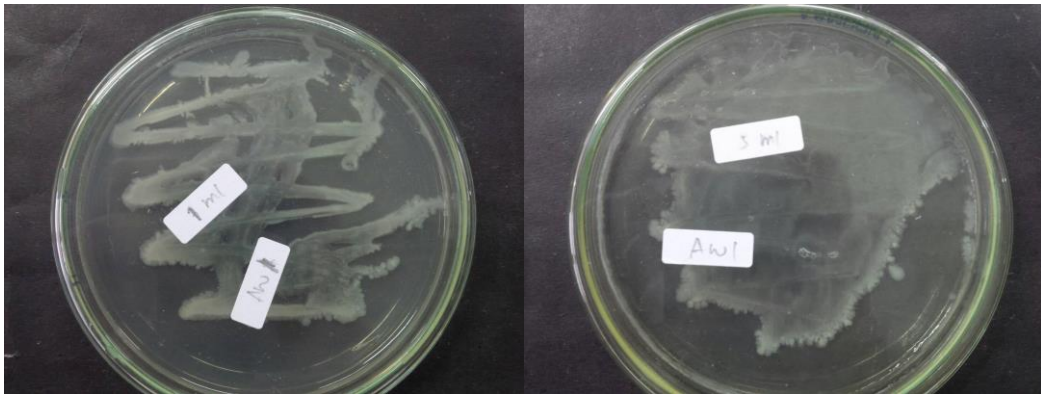
Tabel 44. Hasil Uji Anava Kadar Fosfat Lumpur Aktif Minggu ke-2

| Sumber Keragaman | Jumlah Kuadrat | Derajat Bebas | Kuadrat Tengah | F | Sig. |
|------------------|----------------|---------------|----------------|------|------|
| Perlakuan | 20,071 | 3 | 6,690 | ,896 | ,484 |
| Galat | 59,704 | 8 | 7,463 | | |
| Total | 79,775 | 11 | | | |

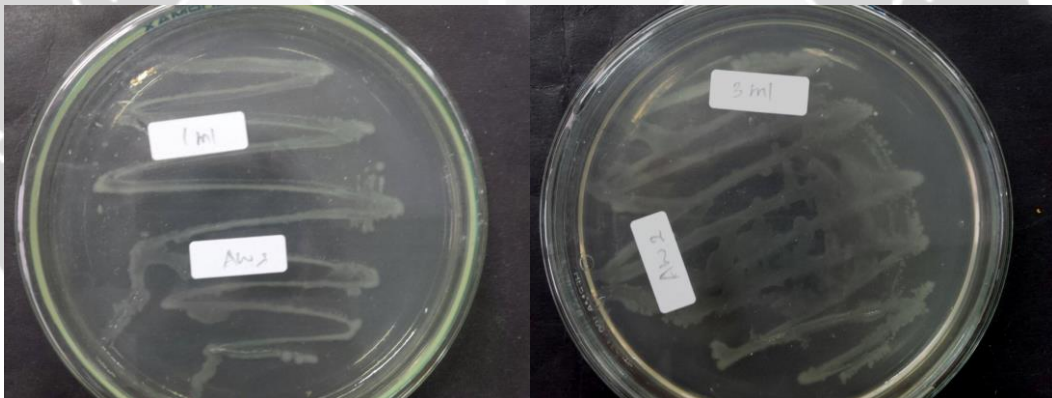
Tabel 45. Hasil Uji Duncan Kadar Fosfat Lumpur Aktif Minggu ke-2

| Perlakuan | N | Tingkat Kepercayaan = .05 |
|-----------|---|---------------------------|
| | | 1 |
| AW1 | 3 | 8,4975 |
| AW2 | 3 | 10,3618 |
| Campuran | 3 | 11,2075 |
| Kontrol | 3 | 11,9700 |
| Sig. | | ,181 |

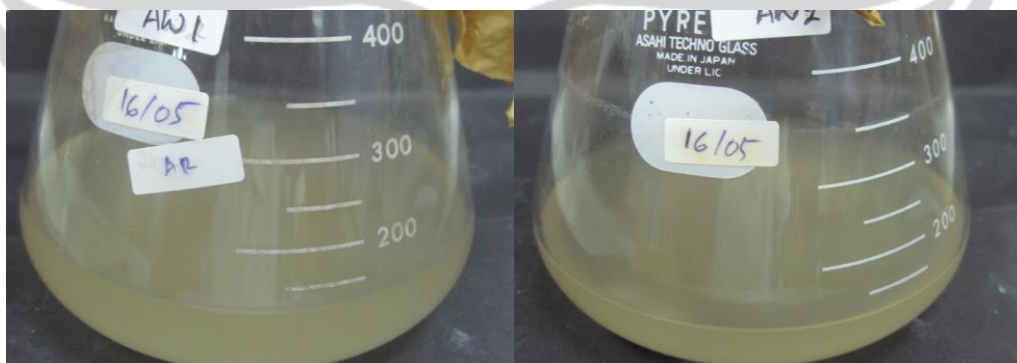
Lampiran 7. Aplikasi Lumpur Aktif



Gambar 26. Uji pertumbuhan isolat bakteri AW1 pada medium NA+ 1 ml limbah laundry (kiri), medium NA+3 ml limbah laundry (kanan)



Gambar 27. Uji pertumbuhan isolat bakteri AW2 pada medium NA+ 1 ml limbah laundry (kiri), medium NA+3 ml limbah laundry (kanan)



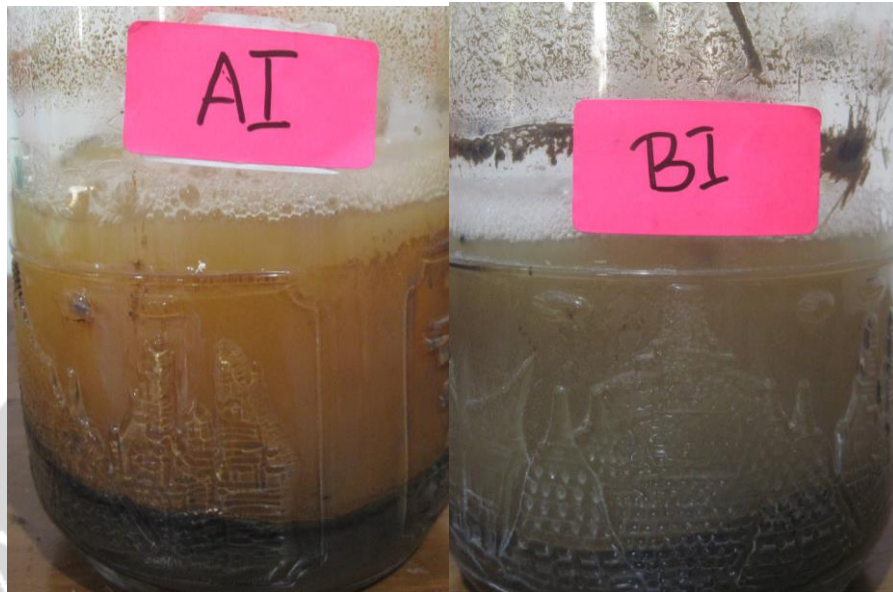
Gambar 28. Starter Isolat Bakteri AW1 (kiri) dan Starter Isolat Bakteri AW2 (kanan)



Gambar 29. Warna Lumpur Aktif dengan penambahan isolat bakteri AW1 (kiri) dan dengan penambahan isolat bakteri AW2 (kanan) di minggu ke-0



Gambar 30. Warna Lumpur Aktif dengan penambahan isolat bakteri campuran (kiri) dan kontrol (kanan) di minggu ke-0

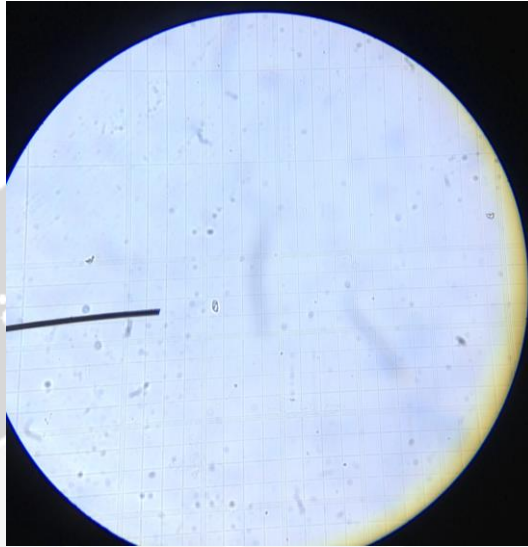


Gambar 31. Warna Lumpur Aktif dengan penambahan isolat bakteri AW1 (kiri) dan dengan penambahan isolat bakteri AW2 (kanan) di minggu ke-1



Gambar 32. Warna Lumpur Aktif dengan penambahan isolat bakteri campuran (kiri) dan kontrol (kanan) di minggu ke-1

Lampiran 8. Perhitungan Isolat Bakteri Uji secara langsung



Gambar 33. Penghitungan bakteri dengan Haemositometer
(Perbesaran 10×45)

Perhitungan:

$$\sum \text{bakteri} = \bar{X}_{total} \times 25 \times 10 \times 10^3 \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

Isolat Bakteri AW1

Rata- rata pada pengenceran 10^{-5}

$$\bar{X} = \frac{29}{5} = 5,8 \text{ sel}$$

$$\begin{aligned} \sum \text{bakteri} &= 5,8 \times 25 \times 10 \times 10^3 \times \frac{1}{10^{-5}} \\ &= 1,45 \times 10^7 \text{ sel/ml} \end{aligned}$$

Isolat Bakteri AW2

Rata- rata pada pengenceran 10^{-1}

$$\bar{X} = \frac{39}{5} = 7,8 \text{ sel}$$

$$\begin{aligned} \sum \text{bakteri} &= 7,8 \times 25 \times 10 \times 10^3 \times \frac{1}{10^{-1}} \\ &= 19,5 \times 10^5 \text{ sel/ml} \end{aligned}$$

