



Keragaman Koloni Bakteri *Indigenous* Pengolahan Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit

Aisyah Wardani^{1*)}, Ahmad Syauqi^{2**)}, Hari Santoso³
^{1,2,3}Biologi FMIPA Universitas Islam Malang, Indonesia

ABSTRAK

Buangan hasil penyamakan kulit berpotensi mencemari lingkungan karena industri penyamakan kulit menggunakan bahan penyamak kimia berbahaya. Penanggulangan dampak pencemaran lingkungan yang efektif adalah bioremediasi menggunakan bakteri karena bakteri dapat tumbuh dan beradaptasi pada segala habitat sehingga bakteri resisten memanfaatkan bahan pencemar. Keragaman bakteri penting untuk diketahui karena bakteri meliputi sebagian spesies yang besar keragamannya di bumi dan perannya sebagai bioremediasi. Tujuan penelitian untuk mengetahui nilai indeks keragaman dan jenis gram bakteri *indigenous* limbah cair IPAL Industri Penyamakan Kulit Kota Malang. Data yang dianalisa berupa hasil pengukuran pH, suhu, konduktivitas, jumlah koloni bakteri, struktur komunitas bakteri (keragaman, pemerataan, kekayaan dan dominasi) dan hasil pewarnaan gram bakteri. Keragaman koloni bakteri *indigenous* tergolong rendah masing-masing bernilai 0,36; 1,30 dan 0,0015. Jenis gram bakteri *indigenous* yang ditemukan adalah *Streptococci* Negatif (11%), *Streptococci* Positif (34%), *Streptobacilli* Negatif (11%), *Streptobacilli* Positif (34%), *Coccus* Negatif (5%) dan *Coccus* Positif (5%).

Kata kunci: Keragaman, Pewarnaan Gram, Bakteri *Indigenous*, Limbah Cair, Industri Penyamakan Kulit

ABSTRACT

Tanning industry waste is potential to pollute the environment because it is using a harmful chemical materials. One of many effort to prohibit the environmental pollution is a bioremediation using bacteria because bacteria can grow and adapt to any substrates that has a organic materials. The diversity of bacteria is important to know because the bacteria cover most large species diversity on earth and its role as bioremediation. The purpose of this research is to determine the value of the diversity index and the types of indigenous gram bacteria in waste water Leather Tanning Industry Malang. Data has been analysed results of measurements of pH, temperature, conductivity, the number of bacteria colonies, bacterial community structure diversity, evenness, richness and dominance) and the results of bacterial gram staining. The diversity of indigenous bacteria colonies that has been found are low and the value is 0,36; 1,30 and 0,015. Type of indigenous gram bacteria found are streptococci negative (11%), streptococci positive (34%), streptobacilli negative (11%), streptobacilli positive (34%), coccus negative (5%) and coccus positive (5%).

Keywords: Diversity, Gram Strain, Bacteria, Waste Water, Tanning Industry

Pendahuluan

Industri penyamakan kulit merupakan penyedia kebutuhan produk kulit sehari-hari [1]. Dampak positif keberadaan industri penyamakan kulit diiringi dengan keresahan masyarakat

*) Aisyah Wardani, Mahasiswa, Biologi FMIPA UNISMA
Telp./handphone and e-mail: 085748448422 and aisyahwardani.sarjana.sains@gmail.com

**) Ir. Ahmad Syauqi, M.Si. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang,
08986307836 E-mail: syauqi@fmipa.unisma.ac.id

Tanggal Diterima 13 Agustus 2015 - Tanggal Publikasi 25 Agustus 2015



karena umumnya kulit disamak menggunakan bahan penyamak kimia seperti kromium [2]. Penanggulangan dampak pencemaran dilakukan dengan remediasi seperti menggunakan metode fisika kimia, namun metode tersebut dapat membentuk lumpur limbah beracun, mahal dan kurang efektif jika digunakan pada konsentrasi limbah rendah [3]. Metode yang dianjurkan oleh badan-badan lingkungan hidup di seluruh dunia adalah metode biologi yang disebut bioremediasi [4]. Bakteri digunakan sebagai agen bioremediasi karena dapat hidup di lingkungan ideal maupun ekstrim. Keragaman bakteri penting diketahui karena bakteri meliputi sebagian besar spesies di bumi dan berperan sebagai bioremediasi [5]. Potensi bakteri dalam meremediasi dapat dimulai dengan penelitian keragaman dan jenis gram bakteri. Kolam aerasi dimaksudkan untuk meningkatkan jumlah bakteri. Oksigen yang terdapat pada kolam aerasi digunakan bakteri dalam mengoksidasi bahan pencemar organik [6]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai indeks keragaman dan jenis gram bakteri *indigenous* pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit Kota Malang.

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah sampel limbah cair industri penyamakan kulit PT "X", media *Standard Plate Count (SPC) Merck*, akuades steril, *buffer pH 7*, KPO_4 , NaCl 0,9% *otsu*, alkohol 96%, *crystal violet*, etanol 95%, safranin, *crystal iodium*, KI, tisu, kertas sampul, karet, kapas, spirtus, *aluminium foil*, masker, *handscoon*, buku serta alat tulis.

Alat yang digunakan selama penelitian antara lain; autoklaf *Medinef*, pemanas listrik *Labinco L32*, timbangan analitik, mikroskop binokuler *Carton*, pH meter *ROHS-001(I)*, termometer air raksa, *conductivity meter DDB-6200*, *Laminar Air Flow (LAF) HF-100 Clean Bench*, *incubator WTC binder 7200 Tuttlingen*, cawan petri *anumbra* diameter 12,5 cm, *colony counter*, peralatan gelas seperti; erlenmeyer *pyrex*, gelas beaker *pyrex*, gelas arloji, gelas ukur, tabung, pengaduk, corong gelas, pipet, kaca penutup dan kaca benda, kamera digital *SM-530H*, sendok, korek api, rak tabung reaksi, bunsen, kawat kasa, jarum inokulasi, pinset, botol sampel air berbahan *polyethylene* dan gunting.

Metode

Penelitian menggunakan deskriptif eksploratif untuk membuat gambaran mengenai fakta-fakta serta hubungan yang diselidiki [7]. Keanekaragaman mikroorganisme yang dimaksud adalah golongan bakteri dengan karakteristik yang tidak dimiliki oleh mikroorganisme golongan lainnya. Metode untuk hal tersebut adalah anggapan bahwa koloni berasal dari satu sel satu spesies dan pewarnaan sistem gram [8]. Populasi yang digunakan adalah limbah cair kolam aerasi dengan ulangan 1, 2 dan 3 PT "X" industri penyamakan kulit. Sampel diambil dari kolam aerasi instalasi pengolahan air limbah dan semua bakteri ditumbuhkan pada media *standard plate count (SPC)*.

Data pengukuran parameter kimia berupa nilai pH dan parameter fisika berupa suhu dan konduktivitas. Parameter biologi yang diukur merupakan struktur komunitas bakteri menggunakan rumus sebagai berikut;

Keragaman

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Keterangan: H' = indeks keragaman; $p_i = n_i / N$ (peluang individu untuk setiap spesies); n_i = jumlah individu spesies ke- i ; N = jumlah total individu [8,9]

Kemerataan

$$E = \frac{1}{S} = \frac{1}{\text{jumlah spesies}}$$

Keterangan: E = *eveness* (kemerataan); H' = indeks keragaman; S = jumlah macam spesies [10]



Kekayaan

$$d = \frac{S}{N}$$

Keterangan: d = indeks kekayaan (*richness*); S = jumlah spesies
N = jumlah total individu [11]

Dominasi

$$C = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{n_i^2}}$$

Keterangan: C = indeks dominasi Simpson; n_i = jumlah individu spesies ke- i ; N = jumlah total individu [9]

Cara Kerja

Masing-masing sampel diambil kedalaman ± 50 cm pada pukul 08.00-08.15 WIB serta diukur faktor lingkungan berupa pH, suhu dan konduktivitas. Alat dan bahan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit [12]. Pewarna Crystal Violet terbuat dari 0,5 gr dilarutkan dalam etanol 95% 5 mL pada gelas beaker 50 mL kemudian dilarutkan $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,2 gr bersama dengan 20 mL. Pewarna Iodin terbuat dari 0,034 gr dan KI 0,067 gr dilarutkan dalam 10 mL akuades. Pewarna safranin terbuat dari 0,5 gr safranin dalam 19,5 mL etanol 95% kemudian diambil 2 mL larutan tersebut dan ditambahkan akuades 20 mL [8]

Sampel limbah cair industri penyamakan kulit diambil sebanyak 10 mL dalam 90 mL NaCl 0,9% (pengenceran 10^{-1}). 1 mL pengenceran 10^{-1} dimasukkan ke dalam 9 mL NaCl 0,9% (10^{-2}), demikian seterusnya hingga 10^{-6} . 10 mL pengenceran dan dimasukkan pada media SPC ke 1, 2 dan 3 [13]. Cawan diputar-putar seperti angka delapan tanpa mengangkat permukaan meja. Cawan diinkubasi selama 2x24 jam suhu $26-30^\circ\text{C}$ dan koloni yang tumbuh diamati secara makroskopis meliputi bentuk, tepi, elevasi, sifat permukaan, pigmentasi, kepekatan, ukuran dan karakter optik [14].

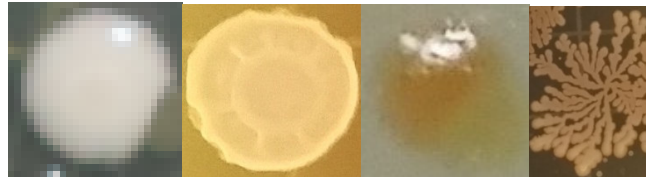
Media SPC yang berisi koloni bakteri heterogen dihitung menggunakan metode hitungan *Heterotrophic Plate Count*. Penentuan tiap jenis bakteri dilakukan menggunakan tiga cawan tiap pengenceran (triplo). Jumlah koloni yang dihitung pada cawan diantara 25 hingga 250 serta koloni yang menyebar (*spreader*) tidak dihitung [15]. Koloni heterogen pada media SPC diseleksi tiap satu isolat bakteri yang berbeda. Isolat bakteri dikultivasi menggunakan *streak method* dengan jarum inokulasi pada LAF. Isolasi bakteri disimpan pada inkubator 30°C selama 2x24 jam [16].

Pengamatan mikroskopis diawali dengan pembersihan kaca objek dengan sabun pembersih, air hangat dan alkohol 95%. Kaca objek ditiriskan dan diseka dengan lap kertas. Isolat bakteri dioleskan pada kaca objek dan dibiarkan mengering karena udar hingga 30 menit. Kaca objek dilewatkan pada api hingga kaca objek terasa agak panas (fiksasi). Preparat yang telah difiksasi ditetesi *crystal violet* selama 1 menit, kemudian ditetesi iodin dan ditunggu selama 2 menit. Etanol 95% ditetaskan pada preparat dan ditunggu 2 menit. Pewarnaan terakhir menggunakan safranin dan ditunggu 30 detik. Pengamatan di bawah mikroskop dengan perbesaran 400 kali [12].

Hasil dan Diskusi

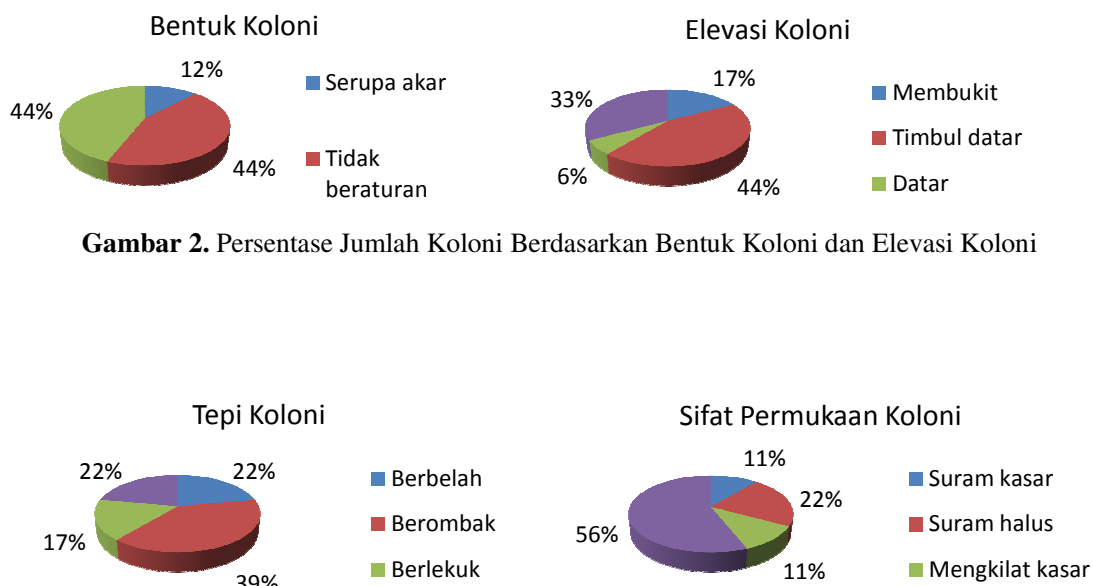
Faktor abiotik yang diobservasi dalam penelitian ini adalah pH, suhu dan konduktivitas. Suhu pada kolam aerasi ulangan 1, 2 dan 3 masing-masing sebesar 23°C , 25°C dan 23°C . Mikroorganisme yang hidup limbah cair merupakan mikroorganisme mesofil yang hidup optimal pada suhu $20-40^\circ\text{C}$ [17]. pH pada kolam aerasi ulangan 1, 2 dan 3 berturut-turut 7,8; 7,9 dan 8,0. Kondisi alkali dapat mempengaruhi ion $-\text{OH}$ mikroorganisme. Efek ion tersebut tidak begitu merusak daripada kondisi asam karena basa menghidrolisis dan menggumpalkan protein [18]. Faktor lingkungan konduktivitas pada kolam aerasi ulangan 1 sebesar $5,11 \text{ ms.cm}^{-1}$, kolam aerasi ulangan 2 sebesar $5,90 \text{ ms.cm}^{-1}$ dan kolam aerasi ulangan 3 sebesar $5,26 \text{ ms.cm}^{-1}$. Nilai konduktivitas pada rentang 1-9 (ms.cm^{-1})

tergolong air yang mengandung ion “waste water” dimana semakin kecil konduktivitas maka ion yang terlarut makin sedikit [19].

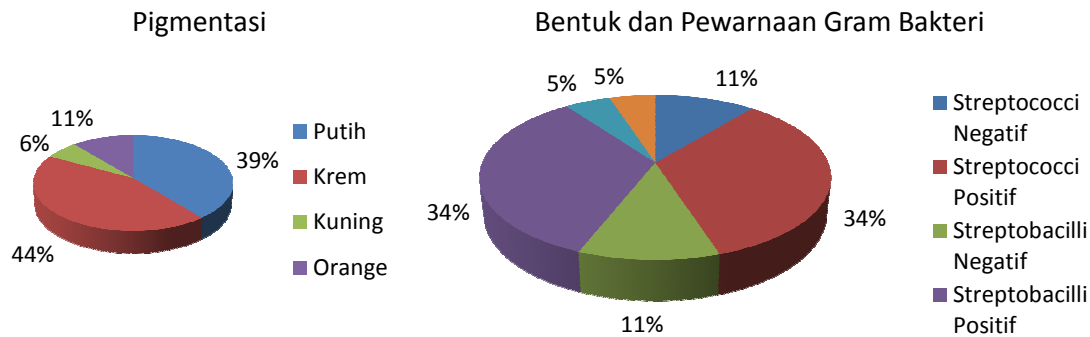


Gambar 1. Empat Bentuk Koloni Bakteri dari Spesies yang Berbeda

Koloni bakteri yang didapatkan dalam penelitian ini sebanyak 18 koloni. Bentuk koloni bakteri seperti pada Gambar 1 ditemukan dengan perincian sebagaimana ditunjukkan Gambar 2 - 4 bentuk serupa akar (12%), tidak beraturan 44% dan bulat (44%). Isolat bakteri yang ditemukan pada limbah cair industri penyamakan kulit Kota Malang berbentuk tidak beraturan, menyebar dan bulat. Tepi dari 18 koloni bakteri yang ditemukan berupa berbelah 22%, berombak 39%, berlekuk 17% dan utuh 22% sedangkan elevasi koloni bakteri terdiri dari jenis elevasi membukit 17%, datar 6%, timbul datar 44% dan mencembung (33%). Sifat permukaan koloni bakteri yang didapatkan bervariasi dengan persentase masing-masing yaitu suram kasar 11%, suram halus 22%, mengkilat kasar 11% dan mengkilat halus 56%. Sifat permukaan koloni yang ditemukan pada industri penyamakan kulit Kota Malang berupa timbul, rata dan mencembung [19]. Pigmentasi atau warna yang dihasilkan oleh koloni bakteri adalah putih (39%), krem (44%), kuning (6%) sedangkan orange (11%). Koloni bakteri yang ada pada industri penyamakan kulit mempunyai warna kuning, putih dan cokelat muda [19]. Kepekatan koloni bakteri memiliki jenis yang sama yaitu seperti mentega. Ukuran koloni bakteripun terbagi menjadi kecil dan medium, sedangkan mayoritas karakter optik jenis koloni yang ditemukan adalah tidak tembus atau tembus.

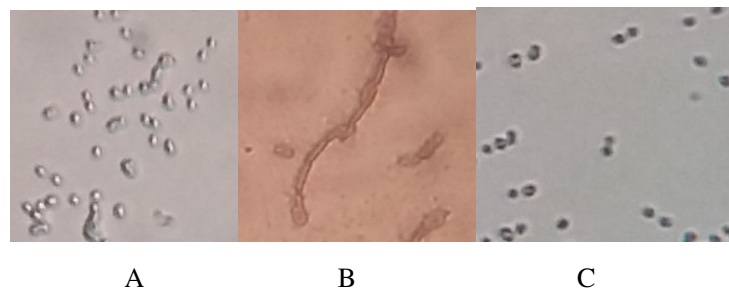


Gambar 3. Persentase Jumlah Koloni Berdasarkan Tepi Koloni dan Sifat Permukaan Koloni

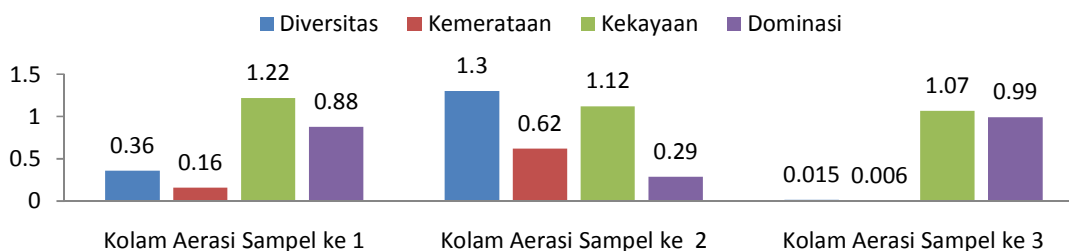


Gambar 4. Persentase Jumlah Koloni Berdasarkan Pigmentasi Koloni dan Pewarnaan Gram

Bakteri yang diidentifikasi bentuk dan perwarnaan gram terbagi menjadi 6 jenis yakni bakteri gram positif dan negatif berbentuk *streptococci*, bakteri gram positif dan negatif berbentuk *streptobacilli*, serta bakteri gram positif dan negatif bentuk *coccus*. Bakteri dominan yang ditemukan adalah bakteri gram positif berbentuk *streptococci* (34%) maupun *streptobacilli* (34%) dan lainnya ditunjukkan Gambar 4. Bakteri gram positif yang mampu beradaptasi terhadap lingkungan yang ekstrim seperti *Bacillus* sp. dan *Staphylococcus* sp. (Gambar 5) karena bakteri *Bacillus* sp. mampu membentuk endospora, sedangkan bakteri *Staphylococcus* sp. dapat membentuk kapsul polisakarida yang fungsinya setara dengan lipopolisakarida (LPS) pada bakteri gram negatif [20]. Keberadaan bakteri negatif terkait dengan adanya LPS yang terdapat pada membran luar sel bakteri gram negatif sebagai bentuk pertahanan terhadap stress lingkungan [21].



Gambar 5. Pengamatan Koloni Bakteri A Gram Positif *Streptococci*; B Gram Negatif *Streptobacilli* dan C Gram Positif *Coccus* Perbesaran 400 kali



Gambar 6. Histogram Nilai Keragaman, Kemerataan, Kekayaan dan Dominasi Komunitas Bakteri Kolam Aerasi Sampel ke 1, 2 dan 3



Jumlah koloni bakteri yang didapatkan menghasilkan nilai yang bervariasi. Jumlah koloni bakteri yang ditangkap pada media SPC pada kolam aerasi sampel ke 1, 2 dan 3 sebesar $2,2 \times 10^7$, $1,8 \times 10^6$ dan $1,8 \times 10^8$. Perbedaan jumlah bakteri yang signifikan ini disebabkan oleh kondisi lingkungan yaitu faktor abiotik yang memiliki nilai yang berbeda-beda saat pengambilan sampel air. Faktor fisik dan kimia mempengaruhi pertumbuhan bakteri [22].

Jumlah individu koloni dalam komunitas juga menghasilkan nilai yang berbeda. Hal tersebut mempengaruhi nilai struktur komunitas. Keragaman komunitas bakteri kolam aerasi sampel 1, 2 dan 3 sebesar 0,36; 1,30 dan 0,015 (Gambar 6). Nilai keragaman komunitas bakteri tergolong rendah karena $H' < 2,3$ [23]. Indeks kemerataan pada kolam aerasi sampel ke 1, 2 dan 3 menunjukkan nilai 0,16; 0,62 dan 0,006. Kemerataan kolam aerasi 1 dan 3 tergolong kemerataan rendah karena $E < 0,4$ sedangkan kemerataan kolam aerasi 2 tergolong kemerataan tinggi karena $E > 0,6$ [24]. Indeks kekayaan (*richness*) bakteri kolam aerasi ulangan 1, 2 dan 3 menunjukkan nilai masing-masing adalah 1,22; 1,12 dan 1,07. Nilai indeks kekayaan kolam aerasi ulangan 1, 2 dan 3 tergolong dalam kriteria buruk karena kurang dari 2,5 [25]. Dominasi kolam aerasi ulangan 1 dan 3 mendekati 1 dengan nilai 0,88 dan 0,99.

Kesimpulan

Nilai keragaman kolam aerasi sampel ke 1, 2 dan 3 masing-masing sebesar 0,36, 1,30 dan 0,015. Nilai diversitas tersebut mengartikan bahwa diversitas bakteri pada kolam aerasi sampel ke 1, 2 dan 3 tergolong rendah. Jenis gram bakteri *indigenous* yang ditemukan pengolahan limbah cair industri penyamakan kulit Kota Malang adalah *Streptococci* negatif (11%), *Streptococci* positif (34%), *Streptobacilli* negatif (11%), *Streptobacilli* positif (34%), *Coccus* negatif (5%) dan *Coccus* positif (5%).

Daftar Pustaka

- [1] Morera, J. M. 2007. *Minimization of The Environmental Impact of Chrome Tanning; A New Process with High Chrome Exhaustion*. Chemosphere Journal 69, 1728-1733.
- [2] Prawiroharsono, S. 2008. Penerapan Enzim untuk Penyamakan Kulit Ramah Lingkungan. *Jurnal Tek. Ling. Vol. 9 No. 1*, Hal. 51-58. ISSN 1441-318X.
- [3] Kurniasari, L. 2010. Pemanfaatan Mikroorganisme dan Limbah Pertanian sebagai Bahan Baku Biosorben Logam Berat. *Jurnal Momentum Vol. 6 No. 2*, hal 5-8.
- [4] Chevron. 2012. *Bioremediasi dalam Penambangan Minyak Mentah*. Lembar Fakta Bioremediasi. Tanggal akses tanggal 23 Januari 2015. URL: http://www.chevron.com/articledocuments/latest/news_203789/1457697f-c289-4781-abce-5b3792c645e1/Bioremediation-Fact%20Sheet-Bahasa_04102012.pdf.cvx.
- [5] Jayanti, M. W., Octavia, B., Yazid, M. 2011. Karakterisasi Bakteri Toleran Uranium dalam Limbah Uranium Fase Organik.TBP-KEROSIN. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Teknologi Limbah IX*. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif. BATAN. ISSN: 1410-6086.
- [6] Kristanto, P. 2004. *Ekologi Industri*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- [7] Nazir, M. 1988. *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia. Jakarta
- [8] Syaqui, A. 2014. *Mikrobiologi Lingkungan Peranan Mikroba dalam Kehidupan*. Edisi Ketiga. FMIPA UNISMA. Malang
- [9] Machluddin, A., dan Suwoyo, H. S. 2011. Jenis dan Komposisi Plankton pada Budidaya Polikultur Udang Windu, Udang Vename, Ikan Bandeng dan Rumput Laut di Tambak. *Prosiding Forum Inovasi Teknik Akuakultur*. Tanggal akses tanggal 12 Juli 2015. URL:



http://www.sidik.litbang.kkp.go.id/index.php/searchkatalog/download/DatabyId/17238/773-778_machluddin_amin-plankto.pdf.

- [10]Rudiyanti, S. 2009. Kualitas Perairan Sungai Banger Pekalongan Berdasarkan Indikator Biologis. Tanggal akses tanggal 13 Juli 2015. URL: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/saintek/article/download/378/879>.
- [11]Yusron, E. 2013. Biodiversitas Fauna Ekhinodermata (Holothuroidea, Echinoidea, Asteroidea dan Ophiuroidea) di Perairan Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. *Zoo Indonesia* 22 (1), Hal.1-10. Tanggal akses tanggal 13 Juli 2015. URL: http://ejournal.biologi.lipi.go.id/index.php/zoo_indonesia/article/download/315/192.
- [12]Waluyo, L. 2008. *Teknik Metode Dasar Mikrobiologi*. UMM Press. Malang.
- [13]Badjoeri, M. dan Zarkasyi, H. 2010. Isolasi dan Seleksi Bakteri Bioremoval Logam Berat Merkuri. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Limnologi* V. 543-556.
- [14]Darmayasa, I. B. G. 2008. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Lipid (Lemak) pada Beberapa Tempat Pembuangan Limbah dan Estuari DAM Denpasar. *Jurnal Bumi Lestari* Vol. 8 No. 2, Hal.122-127.
- [15]Hidayat, N., Padaga, M. C., dan Suhartini, S. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Andi Offset. Yogyakarta
- [16]Sabdon, A. 2009. Karakteristik dan Identifikasi Bakteri Simbion Karang *Goniastrea aspera* Resistan terhadap Logam Berat Copper (Cu) dari P. Panjang Jepara Semarang. *Jurnal Ilmu Kelautan* Vol. 14 (3), Hal.117-125. Tanggal akses tanggal 13 Juli. 2015. URL:<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ijms/article/download/1609/1371>.
- [17]Madigan, M. T., J. M, Martinko dan J, Parker. 2009. *Biology of Microorganisms 12thed*. Prentice Hall International. New York.
- [18]Widiastuti, E., Ari, M. dan Nancy, S. D. 2010. *Buku I Bahan Ajar: Instrumentasi Analitik*. Politeknik Negeri Bandung. Bandung.
- [19]Maula, A., Hidayat, N., Anggraini, S. 2014. Bioremediasi Logam Kromium pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit menggunakan Isolat Bakteri Indigenous. *Teknologi Industri Pertanian FTP UB*. Tanggal akses tanggal 26 Januari 2015 . URL: <http://skripsitip.staff.ub.ac.id/files/2014/02/Jurnal-Alfiatul-Maula.pdf>.
- [20]Raetz, C. R. H dan Whitfield, C. 2002. Lipopolysaccharide Endotoxins. *Journal Annu. Rev. Biochem* (71), 635-700.
- [21]Pratiwi, D. T. 2013. Penentuan Kadar Kromium dalam Limbah Industri melalui Pemekatan dengan Metode Kopresipitasi menggunakan Cu-Pirolidin Dithiokarbamat.Semarang; FMIPA Universitas Negeri Semarang. Tanggal akses tanggal 22 Januari 2015. URL:<http://lib.unnes.ac.id/17857/1/4350308031.pdf>.
- [22]Michael, P. 1994. *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium*. UI Press. Jakarta.
- [23]Gasango, H., Manu, G. D., dan Tamarampo, J. FWS. 2013. Struktur Komunitas Teripang (Holothuroidea) di Pantai Desa Kakara Pulau Kecamatan Tobelo Kabupaten Tobelo. *Jurnal Ilmiah Platax Vol.1* (4). ISSN 2302:3589.
- [24]Abadi, Y. P. Suharto, B., dan Rahadi, B. 2014. Analisa Kualitas Perairan Sungai Klintar Nganjuk Berdasarkan Parameter Biologi (Perairan). *Jurnal Sumber Daya Alam*. Tanggal akses tanggal 13 Juli 2015. URL:<http://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/141>.
- [25]Brown, A., dan Rengi, P. 2014. Pelagic Fish Stock Estimation by Using The Hydroacoustic Method in Bengkalis Regency Waters. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk* Vol. 42 No. 1, Hal.21-34. ISSN 0126-4256.