

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan penelitian bioremediasi logam berat tembaga (Cu) oleh mikroalga *C. calcitrans* yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perlakuan penambahan *C. calcitrans* $9,38 \times 10^5$ sel/ml paling tinggi dalam menurunkan logam berat Cu.
2. Persentase penurunan penambahan *C. calcitrans* dengan kepadatan $3,94 \times 10^5$, $6,44 \times 10^5$, dan $9,38 \times 10^5$ sel/ml berturut-turut ialah 24,43, 33,56 dan 40,18%.

B. Saran

Setelah dilakukan penelitian bioremediasi logam berat tembaga oleh *C. calcitrans* maka saran diberikan ialah:

1. Perlu adanya peningkatan perlakuan kepadatan sel mikroalga *C. calcitrans* yang digunakan sebagai agen fikoremediasi, yaitu minimal kepadatan sel 1×10^6 sel/ml.
2. Perlu diuji pada limbah *in situ* yang mencemari suatu perairan dengan waktu uji selama 7 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F. 2009. Tingkat Pencemaran Logam Berat Dalam Air Laut dan Sedimen Di Perairan Pulau Muna, Kabaena, Dan Buton Sulawesi Tenggara. *MAKARA SAINS* 13 (2) : 117-124.
- Akbar, S. 2017. Fitoremediasi tanaman paku pakis (*Pteris vittata*) dengan penambahan karbon aktif eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap limbah merkuri (Hg). *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, Makassar.
- Androva, A dan Harjanto, I. 2017. Studi peningkatan kadar dissolved oksigen air setelah di injeksi dengan aerator kincir angin savonius arreus, menggunakan DO meter type lutron Do-5510. *Jurnal Ilmiah Teknosains* vol 3 (2) : 144-122.
- Anon, S.M.A.T., Kocer, M.T.A., dan H. Erbas. 2009. Studies on Growth Marine Microalgae in Batch Cultures: III. *Nannochloropsis oculata* (Eustigmatophyta). Departement of Basic Aquatic Sciences, Faculty of Aquaculture, Firat University, Elazig, Turkey. *Asian Journal of Plant Sciences* vol 4(6) : 642-644.
- Aprimara, R. I. 2010. Komposisi kimia *Chaetoceros gracilis* yang dikultivasi dengan penyinaran dan dipanen pada umur kultur yang berbeda. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Arfiati, D., Nuriyani., dan Kharismayanti, H. F. 2018. *Crassostrea*: Tiram Tembakau dan Tiram Batu. UB Press, Malang. Halaman 75.
- Arifah, S., Rahardja, B. S. dan Masithah, E. D. 2017. Studi kemampuan *Nannochloropsis* sp. dan *Chlorella* sp. sebagai agen bioremediasi logam berat merkuri (Hg) dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan plankton. *Journal of Marine and Coastal Science* 6(3):134-147.
- Arinardi, O. H., Trimaningsih., Sudirjo., Sugestiningsih., dan Riyono, S. H. 1994. *Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan Di Perairan Kawasan Timur Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta. Halaman 108.
- Arsaf, A. G., dan Hasyimrosma, I. 2018. Rancang bangun aerator menggunakan penggerak motor satu fasa dan sistem otomatisasi berbasis smart relay. *Jom FTEKNIK* 5 (1): 1-7.

- Baker, K. dan Herson, D. 1994. *Bioremediation*. Mc. Graw-Hill Inc, USA. Halaman 9-60.
- Banfalvi, G. 2011. *Cellular effects of heavy metals*. Springer, London. Halaman 364.
- Basyar, A. H. A., Sutanti, E., dan Erlina, A. 2009. *Kultur Fitoplankton untuk Mendukung Kegiatan Perbenihan*. BBPBAP Jepara, Jepara. Halaman 134.
- Bijang, C. M., Latupeirissa, J dan Ratuhanrasa, M. 2018. Biosorpsi ion logam tembaga (Cu^{2+}) pada biosorben rumput laut coklat (*Padina australis*). *Indo. J. Chem. Res* vol 6 (1): 26-37.
- Boyd, C. E. 1990. *Water Quality in Pons Aquaculture*. Alabama Agriculture Experimental Station. Auburn University, Alabama.
- Buhani., Suharso., dan Sembiring, Z. 2006. Biosorption of metal ions Pb (II), Cu (II) and Cd(II) on sargassum duplicatum immobilized silica gel matrix. *Indonesian Journal Chemist* vol 6 (3) : 245-250.
- Chojnacka, K., Chojnacka, A. dan Gorecka H. 2005. Biosorption of Cr^{3+} , Cd^{2+} and Cu^{2+} ions by blue-green algae *Spirulina* sp.: kinetics, equilibrium and the mechanism of the process. *Chemosphere* 59:75-84.
- Chisti, Y. 2007. Biodiesel From Microalgae. *Journal Biotechnology Advances* 25 : 294 – 306.
- Cobbett, C.S. 2000. Phytochelatin biosynthesis and function in heavy-metal detoxification. *Current Opinion in Plant Biology* vol 3 : 211-216.
- Darley, W. M. 1982. *Algal Biology: A Physiological Approach*. Blackwell Scientific Publications. Halaman 168.
- Das, N.G. dan Sarwar, S. M. M. 1998. *Nutritional Analysis of Two Diatoms, Skeletonema sp. and Chaetoceros sp. As Diet for Penaeus monodon in Hatchery*. Institute of Marine Sciences, Univeristy of Chittagong. Bangladesh. Halaman 4.
- Das, N., Vimala R., dan Karthika, P. 2008. Biosorption of Heavy Metals-An Overview. *Indian Journal of Biotechnology* 7 : 159–169.
- Dewi, R. K. 2009. Studi biosorpsi ion logam Cd(II) oleh biomassa alga hijau kultur laboratorium (*Scenedesmus* sp.) yang di mdifikasi EDTA. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Departemen Kimia Program Ekstensi Depok, Depok.

- Eddiwan. 2018. Pemantauan kadar logam berat dalam air laut dan sedimen di perairan Pulau Tebing Tinggi, Kabupaten Kepulauan Meranti, Provinsi Riau. *Asian Journal of Environment, History and Heritage* vol 2 (1): 7-17.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta. Halaman 258.
- Ermayanti, E. 2011. *Komponen Kimia Chaetoceros gracilis yang Dikultivasi di Outdoor Menggunakan Media Pupuk NPSi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Halaman 84.
- Fachrullah, M. R. 2011. Laju pertumbuhan mikroalga penghasil biofuel jenis *Chlorella* sp. dan *Nannochloropsis* sp. yang dikultivasi menggunakan air limbah hasil penambangan timah di Pulau Bangka. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fery. 2016. Penyakit Wilson – Diagnosis dan Tatalaksana. *Jurnal CDK*-242 vol 43 (7) : 495-499.
- Fitriyanto, E. B., Soeprobawati, T. R dan Hariyati, R. 2016. Kemampuan *Chaetoceros calcitrans* (Paulsen) Takano dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Tembaga (Cu) pada Limbah Tekstil. *Bioma* 18 (2) : 102-106.
- Gaber, E., Alhamed, Y., dan Alzahrani, A. 2012. Cadmium and lead biosorption by *Chlorella Vulgaris*. *Journal of Chemical and Materials Engineering Department*. Faculty of Engineering, Istanbul, King Abdulaziz.
- Goldman, C. R., dan Horne, A. J. 1983. *Limnology*. McGraw_Hill Book Co, New York. Halaman 464.
- Hala, Y., Emma S., dan Taba, P. 2012. biosorpsi campuran logam Pb^{2+} dan Zn^{2+} Oleh *Chaetoceros calcitrans*. *Chem. Prog.* 5 (2): 86–92.
- Handayanto, E., Nuraini, Y., Muddarisna, N,m., Syam, N., dan Fiqri, A. 2017. *Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah*. UB Press, Malang. Halaman 108.
- Herlinah. 2010. *Karakteristik Genetik Berbagai Species Chaetoceros Serta Analisis Pemanfaatannya pada Perbenihan Udang Windu (Penaeus monodon)*. Dewan Riset Nasional Kementrian Negara Riset dan Teknologi, Jakarta.
- Hart, B.T.P., Bailey, R., Edwards, K., Hortle, K. James dan McMahon, A. 1991. A Review of the salt sensitivity of the Australian freshwater biota. *Hydrobiologia* 210: 105-144.

- Haryoto dan Wibowo, A. 2004. Kinetika bioakumulasi logam berat kadmium oleh fitoplankton *Chlorella* sp lingkungan perairan laut. *Jurnal Penelitian Sains dan teknologi* vol 5 (2) : 89-103.
- Ilyasa, A. T., Susatyo, E. B dan Prasetya, A. T. 2016. Penurunan kadar ion Pb²⁺ dan Cd²⁺ pada kerang dengan menggunakan fitrat kulit nanas. *AT Ilyasa / Indonesian Journal of Chemical Science* 5 (3) : 212-216.
- Inlandi, C. A. 2018. Bioremediasi logam berat tembaga (Cu) oleh *Tetraselmis chuii* (Butcher) dan *Chlorella vulgaris* (Beijerinck). *Skripsi S-1*. Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Isnansetyo, A, dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton Pakan alami untuk Pembenihan Organisme Laut*. Kanisius, Yogyakarta. Halaman 257-262.
- Istirokhatun, T., Aulia, M., dan Sudarno. 2017. Potensi *Chlorella* Sp. untuk Menyisihkan COD dan Nitrat dalam Limbah Cair Tahu. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan* Vol 14 (2) : 88-96.
- Jati, F., Hutabarat, J dan Herawati, V. E. 2012. Pengaruh penggunaan dua jenis media kultur teknis yang berbeda terhadap pola pertumbuhan, kandungan protein dan asam lemak omega 3 EPA (*Chaetoceros gracilis*). *Journal Of Aquaculture Management and Technology* vol 1(1) : 221-235.
- Kaspar, H. F., Keys, E. F., King, N., Smith, K. F., Kesarcodi-Watson, A. Miller, M. R. 2014. Continuous production of *Chaetoceros calcitrans* in a system suitable for commercial hatcheries. *Aquaculture* 420–421: 1–9.
- Kuncoro, E. B. 2008. *Aquascape*. Kanisius, Yogyakarta. Halaman 15
- Kundari., Noor, A., dan Slamet, W. 2008. *Tujuan Keseimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah P PCB dengan Zeolit*. Seminar Nasional IV SDM Teknologi Niklir, Yogyakarta. Halaman 705-710.
- Lee, S. D dan Lee, J. H. 2011. *Morphology and Taxonomy of The Planktonic Diatom Chaetoceros species (Bacillariophyceae) with Special Intercalary Setae in Korean Coastal Waters*. Department of Green Life Science, Sangmyung University, Korea. Halaman 13.
- Leonard, R. 2014. Studi perbandingan kemampuan *Skeletonema* sp. dan *Chaetoceros* sp. sebagai agen bioremediasi terhadap logam berat merkuri (Hg). *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya, Surabaya.

- Li, Q., Chai, L., Wang, Q., Yang, Z., Yan, H. dan Wang, Y. 2010. Fast Esterifikasi of Spent Grain for enhanced heavy metal ions adsorption. *Bioresource Technology* 101: 3796-3799.
- Lovibond. 2017. *Instruction Manual: Photometer System Multidirect*. http://lovibond.eu/downloads/instructions/multidirect/ins_multidirect_gb_lovi.pdf. Diakses tanggal 18 September 2018.
- Lumbanraja, P. 2014. Mikroorganisme dalam bioremediasi. *Program S-3*. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara-Medan, Medan.
- Melanie, S., dan Fithriani, D. 2015. Rendemen minyak dari mikroalga spirulina sp dan chlorella sp dengan teknik pemecahan dinding sel. *Widyariset* vol 1 (1) : 61–70.
- Metting, B., dan Pyne, J. W. 1986. Biologically active compounds from microalgae. *Biologically and Microbial Technology* vol 8 (7) : 386-394.
- Mohammadi, M., Kazeroni, N., dan Baboli, M. J. 2015. Fatty acid composition of the marine micro alga *Tetraselmis chuii* Butcher in response to culture conditions. *Jurnal Algal Biomass* vol 6 (2) : 49-55.
- Murniati, T., Inayati. Dan Budiastuti, S. 2015. Pengelolaan limbah cair industri batik dengan metode elektrolisis sebagai upaya penurunan tingkat konsentrasi logam berat di Sungai Jenes, Laweyan, Surakarta. *Ekosains* 7(1):77-83.
- Muljadi. 2009. Efisiensi instalasi pengolahan limbah cair industri batik cetak dengan metode fisika-kimia dan biologi terhadap penurunan parameter pencemar (BOD, COD) dan logam berat krom (Cr) studi kasus di desa Butulan Makam Haji Sukoharjo. *Jurnal Ekuilibrium* 8(1):7-16.
- Noctor, G., Gomez, L., Vanacker, H, dan Foyer, C. H. 2002. Interactions between biosynthesis, compartmentation and transport in the control of glutathione homeostasis and signalling. *Journal of Experimental Botany* vol 53 (372): 1283-1304.
- Nontji, A. 2008. *Plankton Laut*. LIPI Press, Jakarta. Halaman 88-93.
- Ohtaguchi, K dan Wijanarko, A. 2002. Elevation of the efficiency of cyanobacterial carbon dioxide removal by mono ethanol amine solution. *Technology* 8 : 267 – 286.
- Palar , H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta. Halaman 105.

- Pambudi, L.T. 2001. Pengaruh sinar merah dengan panjang gelombang yang berbeda terhadap pertumbuhan kultur murni *Chlorella*. *Skripsi*. Program Studi Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Paramitasari, A. 2014. Kemampuan timbunan air kiapu *Pistia stratiotes* dan kiambang *Salvinia molestad* dalam fitoremediasi timbal. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Perales-Vela, H. V., Pena-Castro, J. M. dan Canizares-Villanueva, R. O. 2006. Heavy metal detoxification in eukaryotic microalgae. *Chemosphere* 64 (1) : 1-10.
- Perry, R. 2003. A Guide to the Marine Plankton of southern California, 3rd Edition, UCLA Ocean GLOBE & Malibu High School. Halaman 13-14.
- Rainaudi, R. S. 2018. Kajian pertumbuhan mikroalga *Spirulina* sp. Pada media limbah cair industri karet remah yang diatur salinitasnya. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Lampung Bandar Lampung, Lampung.
- Rostini, I. 2007. Kultur fitoplankton (*Chlorella* sp dan *Tetraselmis* sp.) pada skala laboratorium di instalasi penelitian dan pengkajian teknologi pertanian Bojonegara. *Karya Ilmiah*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran Bandung, Bandung.
- Satyantini, W. H., Masithah, E. D., Alamsjah, M. A., Prayogo dan Adriyono, S. 2012. *Penuntun praktikum budidaya Pakan Alami*. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga, Surabaya. Halaman 47-51.
- Sachlan, M. 1972. *Planktonologi*. Correspondence Course Centre, Jakarta. Halaman 177.
- Sarjono, A. 2009. Analisis Kandungan Logam Berat Cd, Pb dan Hg pada Air dan Sedimen di Perairan Kamal Muara. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sekarwati, N., Murachman, B., dan Sunarto. 2015. Dampak logam berat Cu (Tembaga) dan Ag (Perak) pada limbah cair industri perak terhadap kualitas air sumur dan kesehatan masyarakat serta upaya pengendaliannya di kota Gede Yogyakarta. *Jurnal Ekosains* vol 2 (1) : 64-76.
- Selvika, Z., Kusuma, A. B. N., Herliany, E. dan Negara, B. F. S. P. 2016. Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada beberapa konsentrasi limbah batubara. *Depik* 5(3):107-112.
- Setiawan, A. 2008. Pengolahan limbah cair yang mengandung logam besi, tembaga dan nikel menggunakan metode flotasi-filtrasi dengan zeolit alam lampung

sebagai bahan pengikat. *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.

Shalindry, R. O., Rochmadi., dan Budhijanto, W. 2015. Penguraian limbah organik secara aerobik dengan aerasi menggunakan *microbubble generator* dalam kolam dengan *imobilisasi* bakteri. *Jurnal Rekayasa Proses* 9 (2) : 58-64.

Soedarti, T., Tini, S., Sucipto, H. dan Kuncoro, E. P. 2017. Bioremediation of mercury (II) contaminated seawater using the diatom *Skeletonema costatum*. *KNnE Life Sciences* vol 2017 : 62-68.

Soeder, C., dan Stengel, E. 1974. Physicochemical Factors Affecting Metabolism and Growth Rate. In : "Algal Physiology and Biochemistry". (W.D.P. Stewart. Editor). *Blackwell Scientific Publication*. Oxford London, Edinburgh Melbourne : 714-730.

Soeprbowati, R. T dan Hariyati, R. 2013. Potensi Mikroalga Sebagai Agen Bioremediasi dan Aplikasinya dalam Penurunan Konsentrasi Logam Berat pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri. *Laporan Tahunan /Akhir Penelitian Fundamental 113*. Universitas Diponegoro, Semarang.

Subagiyo, A., Wijayanti, W. P., dan Zakiyah, D. M. 2017. Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. UB Press, Malang. Halaman 92.

Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Universitas Indonesia Press, Jakarta. Halaman 11-13.

Suhendrayatna. 2001. *Bioremoval Logam Berat Dengan Menggunakan Microorganisme : Suatu Kajian Kepustakaan*. Institute for Science and Technology Studies (ISTECS) Chapter Japan. Halaman 1-9.

Sulastri, S. 2008. Transfer muatan ligand pada kompleks logam. *Jurdik Kimia FMIPA UNY* (1820) : 1-17.

Suminto. 2009. Penggunaan jenis media kultur teknis terhadap produksi dan kandungan nutrisi sel *Spirulina platensis*. *Jurnal Saintek Perikanan* Vol. 4 (2) : 53 - 61

Suminto dan Chilmawati, D. 2018. Performa pertumbuhan harpaticoida *Trigriopus* sp. Dalam kondisi kultur semi massal dengan diet mikroalga yang berbeda. *Jurnal Sains Akukultur Tropis* vol 2 (2) : 18-25.

Suprihatin, H. 2014. Kandungan organik limbah cair idustri batik jetis sidoarjo dan alternatif pengolahannya. *PPLH Universitas Riau* vol 2 (2) : 130-138.

- Supriyantini, E., Santosa, G. W dan Alamanda, L. N. 2018. Pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. pada media yang mengandung tembaga (Cu) dengan konsentrasi yang berbeda. *Buletin Oseanografi Marina* Vol 7 (1):15–21.
- Suryani, D. P. 2013. Immobilisasi Biomassa Alga *Tetraselmis* sp dengan pelapisan silikat-magnetit sebagai adsorben ion Ni (II) dan Zn(II). *Skripsi*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Susanti, R., Mustikaningtyas, D., dan Sasi, F. A. 2014. Analisis kadar logam berat pada sungai di Jawa Tengah. *Jurnal Sain dan Teknologi* vol 12 (1) : 35-40.
- Syahputra, B. 2012. Pemanfaatan Alga *Chlorella pyrenoidosa* Untuk Menurunkan Tembaga (Cu) Pada Industri Pelapisan Logam. *Fakultas Teknik Unissula Semarang* vol 2 (2) : 1-9.
- Syahminan, R. W., Anwar, S. dan Rifardi. 2015. Telaah logam berat Pb dan Cd pada sedimen di perairan barat laut duma Riau. *Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan* vol 5 (2) : 133-140.
- Torres, F.J., M.P. Barros, S.C.G. Campos, E. Pinto, S. Rajamani & P. Colepicol. 2008. Biochemical biomarkers in algae and marine pollution: A review. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 71:1–15.
- Umebayashi, O. 1960. *Centric Diatom*. https://ncma.bigelow.org/ccmp1315?__SID=U#.W9--fdwzbIU. Diakses pada tanggal 05 November 2018.
- Undang-Undang Nomor 23. 1997. *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. <http://sipongi.menlhk.go.id/cms/images/files/1026.pdf>. Diakses tanggal 5 November 2018.
- Volesky, B. 2007. Biosorption. *Water Resources* (41): 4017-4029.
- Wang, J dan Evangelou, V. P. 1995. *Metal Tolerance Aspect of Plant Cell Wall and Vacuola In Pessarakti, M. (Ea)*. Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, New York. Halaman 56.
- Widianingsih, R. Hartati, H. Endrawati dan Hilal M. 2012. Kajian kadar total lipid dan kepdatan *Nitzschia* sp. yang dikultur dengan salinitas yang berbeda. *Jurnal Fakultas Perikanan UNDIP* vol 7 (1) : 29-37.
- Widoretno, S. 2003. Pengaruh penambahan nitrat dan Cu terhadap konsentrasi Cu dalam organ *Arachis hypogaea* L. *Bio Smart* vol 5 (2) : 94-97.
- Wijanarko, A., Dianursanti, A. B., Witarto dan Soemantojo, R. W. 2004. “Effect of photoperiodicity on CO₂ fixation by *Chlorella vulgaris* Buitenzorg in bubble

column photobioreactor for food supplement production”. *Makara* vol 8(2) :35-44

Wijanarko, A., Hermansyah, H., Gozan, M., dan Witarto, B. A. 2007. Pengaruh pencahayaan siklus harian terhadap produksi biomassa *Chlorella vulgaris* Buitenzorg dalam fotobioreaktor kolom gelembung. *Jurnal Teknologi* vol 7 (1) : 58-65.

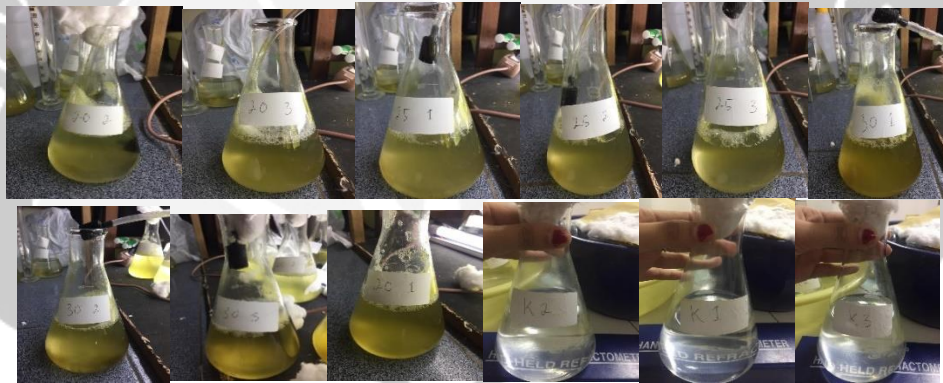
Wiryadi, F., dan Witono, J. R. B. 2018. Pengaruh Aerasi dan Penambahan Nitrogen terhadap Laju Pertumbuhan *Nannochloropsis* sp. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia* (15) : 1-6.

Yoesoef, A. J. 2013. *Kunci Surveyor Membidik Perkembangan Industri Domestik Meningkatkan Penerimaan Pajak dan Royalti*. Kompas Gramedia, Jakarta. Halaman 50.

LAMPIRAN 1



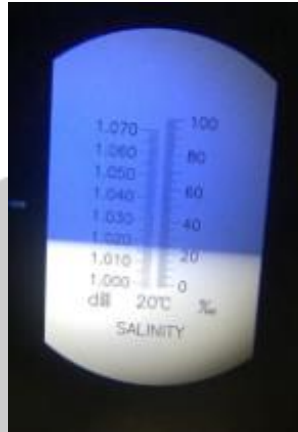
Gambar 14. Kondisi penelitian pada hari ke-0.



Gambar 14. Kondisi penelitian pada hari ke-7



Gambar 15. Kondisi penelitian selama 7 hari.



Gambar 16. Pengukuran Salinitas dengan alat refraktometer



Gambar 17. Pengukuran pH, dengan alat pH meter lovibond.



Gambar 18. Pengukuran Kadar Cu.



Gambar 19. Pengukuran intensitas cahaya dengan alat light meter.



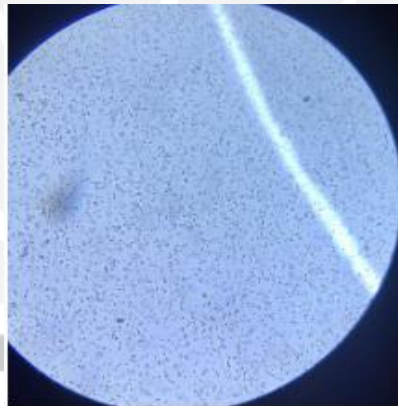
Gambar 20. Alat spektrofotometer serient-No. 401021 untuk mengukur kadar logam berat Cu.



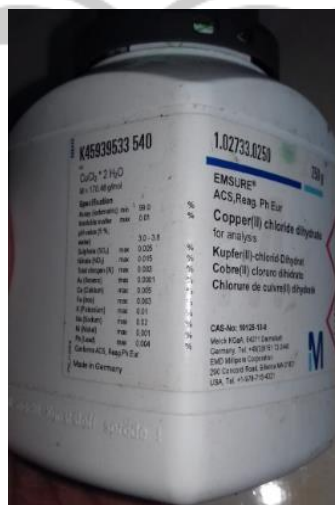
Gambar 21. Mikroskop trinokuler untuk menghitung kepadatan sel mikroalga.



Gambar 22. Mikroskop cahaya unntuk menghitung kepadatan sel mikroalga.



Gambar 23. Penampakan sel *C. calcitrans* pada mikroskop dengan perbesaran 10x10.



Gambar 24. CuCl_2 yang digunakan pada saat penelitian dan sebagai larutan pencemar.



Gambar 25. Pengukuran Penguapan Pada hari ke-0 (kiri), hari ke-3 (tengah) dan hari ke-7 (kanan)

LAMPIRAN 2



KEMENTERIAN KELAUTAN DAN PERIKANAN
DIREKTORAT JENDERAL PERIKANAN BUDIDAYA
BALAI BESAR PERIKANAN BUDIDAYA AIR PAYAU
LABORATORIUM PAKAN HIDUP
 Alamat surat: PO Box 1 Jepara, Kantor: Jl. Cik Lanang - Buku Jepara 59418
 Telp. : (0291) 591125, Faximile : (0291) 591724

KWITANSI

Nomor : 34 LAB.PKN.HIDUP/BBPBAP/II/2019

Nama : Agnes Aprilla Dita
 Alamat : Yogyakarta
 Rincian Tagihan :

No	URAIAN	Jumlah (Rp)
1.	1 liter Chaetoceros calcitrans @Rp. 150.000,-	Rp. 150.000,-
2.	40 ml Walne @Rp. 5.000,-	Rp. 200.000,-
3.	40 ml Silikat @ Rp 1.000,-	Rp. 40.000,-
4.	Ongkir dan packing	Rp. 60.000,-
	Jumlah total	Rp. 450.000,-



Jepara, 25 Februari 2019
 Koordinator
Lisa Rulinty S Pi
 NIP.19710306 200212 2 002

Pembayaran bisa di transfer ke
 Rek. Bank Mandiri No.1350010645941
 a/n Nur Cholifah. Mohon dikonfirmasi ke hp/wa :
 081-325-432-288 setelah melakukan transfer

Gambar 26. Kwitansi pembelian bibit *Chaetoceros calcitrans*.

LAMPIRAN 3

Tabel 5. Deskripsi Hari dan perlakuan

		Value Label	N
Hari	,00	Hari ke-0	12
	7,00	Hari ke-7	12
Perlakuan	1,00	Kontrol	6
	2,00	$3,94 \times 10^5$, sel/ml	6
	3,00	$6,44 \times 10^5$ sel/ml	6
	4,00	$9,38 \times 10^5$ sel/ml	6

Tabel 6. Deskripsi Hasil Penurunan Kadar Pada Hari dan Perlakuan

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	125,860(a)	7	17,980	23,854	,000
Intercept	3750,000	1	3750,000	4975,124	,000
Hari	105,840	1	105,840	140,418	,000
Perlakuan	10,010	3	3,337	4,427	,019
Hari *	10,010	3	3,337	4,427	,019
Error	12,060	16	,754		
Total	3887,920	24			
Corrected Total	137,920	23			

Tabel 7. Hasil uji Duncan Penurunan Kadar Pada Setiap Perlakuan Hari Ke-7

Perlakuan	N	Subset		
		1	2	3
$9,38 \times 10^5$ sel/ml	6	11,6667		
$6,44 \times 10^5$ sel/ml	6	12,1500	12,1500	
$9,38 \times 10^5$ sel/ml	6		12,8167	12,8167
Kontrol	6			13,3667
Sig.		,349	,202	,289

Tabel 8. Deskripsi Penurunan Cu

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
0	3	16,8943	4,12846	2,38357	6,6387	27,1500	13,01	21,23
3,94 x 10 ⁵ sel/ml	3	24,4287	13,79004	7,96168	-9,8277	58,6850	11,64	39,04
6,44 x 10 ⁵ sel/ml	3	33,5610	1,18645	,68500	30,6137	36,5083	32,88	34,93
9,38 x 10 ⁵ sel/ml	3	40,1820	1,04581	,60380	37,5841	42,7799	39,04	41,10
Total	12	28,7665	11,11354	3,20820	21,7053	35,8277	11,64	41,10

Tabel 9. Hasil uji ANOVA penurunan Cu

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	939,198	3	313,066	5,971	,019
Within Groups	419,421	8	52,428		
Total	1358,619	11			

Tabel 10. Hasil uji Duncan Pada Persentase Penurunan Kadar

Kepadatan_Sel	N	Subset for alpha = .05			
	1	2	3	1	
0	3	16,8943			
3,94 x 10 ⁵ sel/ml	3	24,4287	24,4287		
6,44 x 10 ⁵ sel/ml	3		33,5610	33,5610	
9,38 x 10 ⁵ sel/ml	3			40,1820	
Sig.		,238	,161	,295	

LAMPIRAN 4

Tabel 11. Pengukuran kepadatan sel hidup pada hari ke-3 dan ke-7

	Hari ke-0	Rata-rata	Hari ke-3	Rata-rata	Hari ke-7	Rata-rata
A1	$4,33 \times 10^5$	$3,94 \times 10^5$	$1,516 \times 10^6$	$1,377 \times 10^6$	$2,883 \times 10^6$	$2,166 \times 10^6$
A2	$4,83 \times 10^5$		$1,050 \times 10^6$		$2,033 \times 10^6$	
A3	$2,66 \times 10^5$		$1,766 \times 10^6$		$1,583 \times 10^6$	
B1	$6,66 \times 10^5$	$6,44 \times 10^5$	$2,000 \times 10^6$	$1,511 \times 10^6$	$2,750 \times 10^6$	$2,385 \times 10^6$
B2	$6,5 \times 10^5$		$1,583 \times 10^6$		$1,866 \times 10^6$	
B3	$6,16 \times 10^5$		$1,150 \times 10^6$		$2,538 \times 10^6$	
C1	$7,5 \times 10^5$	$9,38 \times 10^5$	$1,966 \times 10^6$	$1,661 \times 10^6$	$3,866 \times 10^6$	$3,177 \times 10^6$
C2	$7,5 \times 10^5$		$1,533 \times 10^6$		$2,716 \times 10^6$	
C3	$1,316 \times 10^6$		$1,483 \times 10^6$		$2,950 \times 10^6$	

Tabel 12. Hasil pengukuran pH

Nama	Hari ke-0	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7
K1	8,74	8,78	8,78	8,8	8,8	8,95	9	9
K2	8,74	8,75	8,79	8,8	8,8	8,96	9,01	9,01
K3	8,74	8,80	8,80	9,83	8,9	9	9,04	9,05
A1	8,74	8,83	8,83	8,84	9,04	9,07	9,08	9,14
A2	8,74	8,75	8,75	8,8	9,01	9,03	9,06	9,09
A3	8,74	8,76	8,77	8,78	9,04	9,05	9,09	9,09
B1	8,74	8,73	8,85	8,86	9,03	9,05	9,08	9,09
B2	8,74	8,74	8,85	8,88	9,01	9,05	9,08	9,12
B3	8,74	8,85	8,87	8,87	9,02	9,07	9,07	9,14
C1	8,74	8,83	8,88	8,9	9,01	9,04	9,1	9,2
C2	8,74	8,83	8,84	8,87	9,01	9,07	9,09	9,1
C3	8,74	8,79	8,83	8,83	9,03	9,04	9,04	9,11

Tabel 13. Hasil pengukuran salinitas

Nama	Hari ke-0	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5	Hari ke-6	Hari ke-7
K1	25	25	25	28	30	30	31	31
K2	25	27	27	28	30	31	31	32
K3	25	27	27	29	30	30	32	32
A1	25	25	25	26	27	27	29	29
A2	25	27	27	27	28	28	29	29
A3	25	26	27	28	29	29	30	31
B1	25	27	27	28	29	30	30	31
B2	25	27	27	28	28	29	30	30
B3	25	26	28	29	30	30	31	31
C1	25	25	26	26	28	29	29	29
C2	25	28	28	29	29	29	30	30
C3	25	27	27	29	29	29	30	30

Keterangan :

- A : kepadatan $3,94 \times 10^5$ sel/ml
 B : kepadatan $6,44 \times 10^5$ sel/ml
 C : kepadatan $9,38 \times 10^5$ sel/ml
 1 : ulangan ke-1
 2 : ulangan ke-2
 3 : ulangan ke-3

Tabel 14. Hasil pengukuran kadar Cu pada medium selama 7 hari

Hari	Perlakuan	Kontrol	$3,94 \times 10^5$ sel/ml	$6,44 \times 10^5$ sel/ml	$9,38 \times 10^5$ sel/ml
0	1	13,9 mg/l	13,9 mg/l	13,9 mg/l	13,9 mg/l
	2	14,8 mg/l	14,8 mg/l	14,8 mg/l	14,8 mg/l
	3	15,1 mg/l	15,1 mg/l	15,1 mg/l	15,1 mg/l
Rata-rata		14,6 mg/l	14,6 mg/l	14,6 mg/l	14,6 mg/l
7	1	12,2 mg/l	11,3 mg/l	9,8 mg/l	8,6 mg/l
	2	11,5 mg/l	8,9 mg/l	9,8 mg/l	8,7 mg/l
	3	12,7 mg/l	12,9 mg/l	9,5 mg/l	8,9 mg/l
Rata-rata		12,1 mg/l	11,0 mg/l	9,7 mg/l	8,7 mg/l

LAMPIRAN 5

A. Perhitungan pembuatan larutan stok pencemar dari bubuk CuCl_2

$$1 \text{ mg} = 0,001 \text{ gr}$$

$$50 \text{ mg/l} = 0,05 \text{ g/l}$$

Rumus pembuatan stok larutan pencemar dari bubuk CuCl_2 dengan konsentrasi 50 mg/l = 50 ppm

$$= \frac{\text{BM CuCl}_2}{\text{BA Cu}} \times \text{konsentrasi yang diinginkan}$$

$$= \frac{170,48 \text{ g/mol}}{63,546} \times 0,05 \frac{\text{g}}{\text{l}}$$

$$= 0,134 \text{ g/l}$$

$$= 134 \text{ mg/l}$$

Jadi, bubuk CuCl_2 sebanyak 134 mg/l yang harus ditimbang sebagai larutan pencemar dengan konsentrasi 50 mg/l.

B. Perhitungan konsentrasi CuCl_2 9 mg/l

$$V_1 N_1 = V_2 N_2$$

$$X \cdot 50 \text{ mg/l} = 500 \text{ ml} \cdot 9 \text{ mg/l}$$

$$X = \frac{500 \text{ ml} \times 9 \text{ mg/l}}{50 \text{ mg/l}}$$

$$X = 90 \text{ ml (larutan stok CuCl}_2 \text{ yang diambil)}$$

$$500 \text{ ml} - 90 \text{ ml} = 410 \text{ ml (medium air laut yang ditambahkan)}$$

C. Perhitungan kepadatan alga di larutan stok

$$\text{Jumlah sel/ml} = \frac{n_a + n_b + n_c + n_d + n_e}{5 \times 4 \times 10^{-6}}$$

Keterangan :

N_a, n_b, n_c, n_d, n_e = jumlah sel *C. calcitrans* yang pada kotak a, b, c, d dan e

5 = jumlah kotak yang dihitung

4×10^{-6} = luas kotak kecil (a,b,c,d dan e)

Perhitungan kepadatan alga di mikroskop dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan.

$$1. \frac{36 + 42 + 58 + 70 + 49}{0,00002}$$

$$= 12.750.000$$

$$2. \frac{34 + 34 + 36 + 51 + 40}{0,00002}$$

$$= 9.750.000$$

$$3. \frac{29 + 29 + 29 + 32 + 41}{0,00002}$$

$$= 8.000.000$$

$$= 12.750.000 + 9.750.000 + 8.000.000$$

$$= 30.500.000 : 3$$

$$= 10.166.666,67$$

D. Perhitungan variasi kepadatan *C. calcitrans* untuk dijadikan perlakuan.

$$V_1 N_1 = V_2 N_2$$

Keterangan:

V1 : volume media kultur untuk penebaran awal (ml)

N2 : kepadatan *Chaetoceros calcitrans* yang dikehendaki (sel/ml)

V2 : volume media kultur yang dikehendaki (ml)

N1 : kepadatan *Chaetoceros calcitrans* stok (sel/ml)

Perlakuan kepadatan *C. calcitrans* dengan kisaran $3,94 \times 10^5$ sel/ml.

$$= \frac{300.000 \times 500}{10.166.666,67}$$

$$= 14,75 \text{ ml}$$

$$= 15 \text{ ml}$$

Jadi, mengambil sebanyak 15 ml *C. calcitrans* pada stok

Perlakuan kepadatan *C. calcitrans* dengan kisaran $6,44 \times 10^5$ sel/ml.

$$= \frac{600.000 \times 500}{10.166.666,67}$$

$$= 29,5 \text{ ml}$$

$$= 30 \text{ ml}$$

Jadi, mengambil sebanyak 30 ml *C. calcitrans* pada stok

Perlakuan kepadatan *C. calcitrans* dengan kisaran $9,38 \times 10^5$ sel/ml.

$$= \frac{900.000 \times 500}{10.166.666,67}$$

$$= 44,26 \text{ ml}$$

$$= 44 \text{ ml}$$

Jadi, mengambil sebanyak 44 ml *C. calcitrans* pada stok