

Pengaruh Konsentrasi Logam Berat Zn pada Pertumbuhan Mikroalga *Dunaliella salina* (Chlorophyceae: Dunaliellaceae)

Angelina Yusniar Christanty Sihotang*, Gunawan Widi Santosa, Sunaryo

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto S. H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

*Corresponding author, e-mail : angelina.zihotang@gmail.com

ABSTRAK: Logam berat Zn merupakan salah satu logam berat esensial yang dibutuhkan tumbuhan dalam jumlah sedikit, termasuk mikroalga *Dunaliella salina*. Konsentrasi logam pada media kultur diduga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan proksimatnya. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pertumbuhan dan kandungan proksimat pada mikroalga *Dunaliella salina* pada konsentrasi logam berat Zn yang berbeda. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroalga *D. salina* yang diperoleh dari stok murni Laboratorium Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Hasil penelitian menunjukkan penambahan konsentrasi logam berat Zn yang berbeda pada media tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan *D. salina* ($p \geq 0,05$).

Kata Kunci : *Dunaliella salina*; Pertumbuhan; Zn

The Effect of Heavy Metal Zn Concentration on the Growth of Microalgae Dunaliella salina (Chlorophyceae: Dunaliellaceae)

ABSTRAK: Heavy metal Zn is one of the essential heavy metals needed by plants in small amounts, including the microalgae *Dunaliella salina*. Metal concentration in the living medium is thought to have an effect on growth and proximate content. The purpose of this study was to determine the growth and proximate content of green microalgae *D. salina* at different concentrations of heavy metal Zn. The material used in this study was *D. salina* microalgae obtained from pure stock from the Laboratory of the Center for Brackish Water Cultivation Development (BBPBAP) Jepara. The results showed that the addition of different heavy metal concentrations affected the growth cellular counts at the last exponential phase, though it did not affect the cellular growth rate of *D. salina* at ($p \geq 0,05$).

Keywords: *Dunaliella salina*; Growth; Zn.

PENDAHULUAN

Keberadaan limbah logam berat telah menjadi masalah yang cukup serius dalam lingkungan. Pembuangan limbah yang terus menerus dikhawatirkan akan menimbulkan akumulasi pencemaran logam berat. Dalam suatu perairan, pencemaran yang disebabkan oleh logam berat dapat menimbulkan banyak masalah baik yang bersifat sementara maupun yang berkepanjangan. Kamaruzzaman *et al.* (2011), menyatakan bahwa, semakin tinggi tingkat kadar logam pada perairan maka akan berpengaruh terhadap keseimbangan ekologi dengan mengubah berbagai organisme yang hidup dalam air.

Mikroalga mampu secara selektif menyerap dan menjerap logam dari media cair dan mengakumulasi logam tersebut dalam selnya (Aunurohim dan Kurniawan, 2014). Logam berat Zn merupakan salah satu logam berat esensial yang dibutuhkan hampir semua tumbuhan dalam jumlah sedikit, namun jika jumlahnya melebihi batas ambang yang telah ditentukan maka akan membahayakan bagi kehidupan organisme itu sendiri dan bersifat toksik. Bagi tanaman fungsi Zn adalah terlibat dalam beberapa fungsi enzim untuk meningkatkan reaksi-reaksi metabolik, sintesis senyawa-senyawa pertumbuhan tanaman, memproduksi klorofil dan karbohidrat (Ratmini, 2014). *Dunaliella salina* merupakan kelompok alga hijau yang mempunyai kandungan protein, lemak, dan

karbohidrat sebagai sumber pangan (Darsi *et al.*, 2012). Smith (2010), menyatakan bahwa *Dunaliella salina* merupakan fitoplankton yang mampu bertahan hidup dalam lingkungan yang memiliki kadar garam tinggi. Berdasarkan latar belakang diatas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pertumbuhan pada mikroalga hijau *Dunaliella salina* pada konsentrasi logam berat Zn yang berbeda.

MATERI DAN METODE

Materi yang dipergunakan dalam penelitian adalah mikroalga *Dunaliella salina* yang diperoleh dari stok murni Laboratorium Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai Juli 2020 di Laboratorium Mikroalga yang merupakan bagian dari Laboratorium Biologi Laut, Departemen Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.

Metode penelitian yang diterapkan adalah eksperimen laboratoris. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4-perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan yang berupa pemberian penambahan senyawa Zn kedalam media kultur mikroalga *D. salina* dengan konsentrasi yang berbeda (1 ppm, 3 ppm dan 5 ppm). Kultur *Dunaliella salina* dilakukan dengan menggunakan 12 wadah dengan volume 3 liter. Kultur dilengkapi dengan aerasi dan pencahayaan lampu TL 36 W. Senyawa yang dipakai adalah $ZnCl_2$.

Persiapan kultur dimulai dengan sterilisasi peralatan, yaitu toples kaca dengan penutupnya dan selang aerasi dicuci bersih dengan menggunakan sabun kemudian dikeringkan dan dibersihkan dengan alkohol 70%. Sterilisasi bahan, dilakukan dengan menambahkan kaporit sebanyak 1,2 g ke dalam 20 liter air laut dan diaerasi selama 1 x 24 jam. Sebelum ditambahkan Na-Thiosulfat sebanyak 0,6 g selama 6 jam. Kemudian air laut disaring dengan menggunakan kain kasa dan dimasukkan ke dalam panci dengan penutupnya dan disterilkan dengan cara merebus hingga mendidih \pm 30 menit. Air laut yang sudah dingin dan steril diencerkan sampai bersalinitas 30 ppt bersama peralatan kultur kemudian disinari lampu UV \pm 1 jam.

Larutan Zn yang dibuat yaitu larutan stok dengan konsentrasi 1, 3 dan 5 ppm. Senyawa $ZnCl_2$ yang digunakan sebagai larutan stok pada penelitian ini adalah $ZnCl_2$. Larutan stok dengan 100 ppm dibuat dengan cara menimbang $ZnCl_2$ sebanyak 0,21 g yang kemudian dilarutkan ke dalam 1 L akuades. Larutan stok Zn dilakukan dengan cara pengenceran.

Sebanyak 5 mL sampel alga diambil menggunakan pipet setiap pagi jam 08.30 WIB untuk perhitungan kepadatan. Sampel yang telah diambil dimasukkan dalam botol vial volume 10 mL sampai dianalisis secara mikroskopik menggunakan *haemocytometer*. Pemanenan keseluruhan biomassa dilakukan pada kultur mikroalga yang telah memasuki fase stasioner yaitu pada hari ke-9.

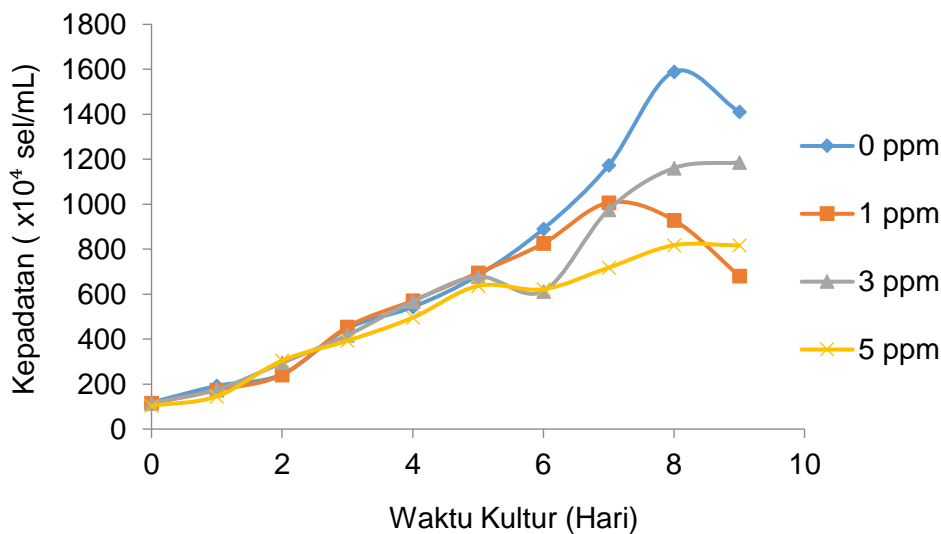
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kepadatan sel mikroalga dalam kultur dapat ditandai dengan bertambahnya jumlah sel yang dapat dilihat pada Gambar 1. Sementara itu laju pertumbuhan mikroalga disajikan pada Gambar 2. Pada Gambar 1 menunjukkan bahwa pada perlakuan kontrol (0 ppm) dan 5 ppm sel *Dunaliella salina* mengalami fase eksponensial pada hari ke-0 sampai hari ke-8. Pada perlakuan 1 ppm sel alga mengalami fase eksponensial pada hari ke-0 sampai hari ke-7. Sementara itu, mikroalga pada perlakuan 3 ppm mengalami fase eksponensial pada hari ke-0 sampai hari ke-9.

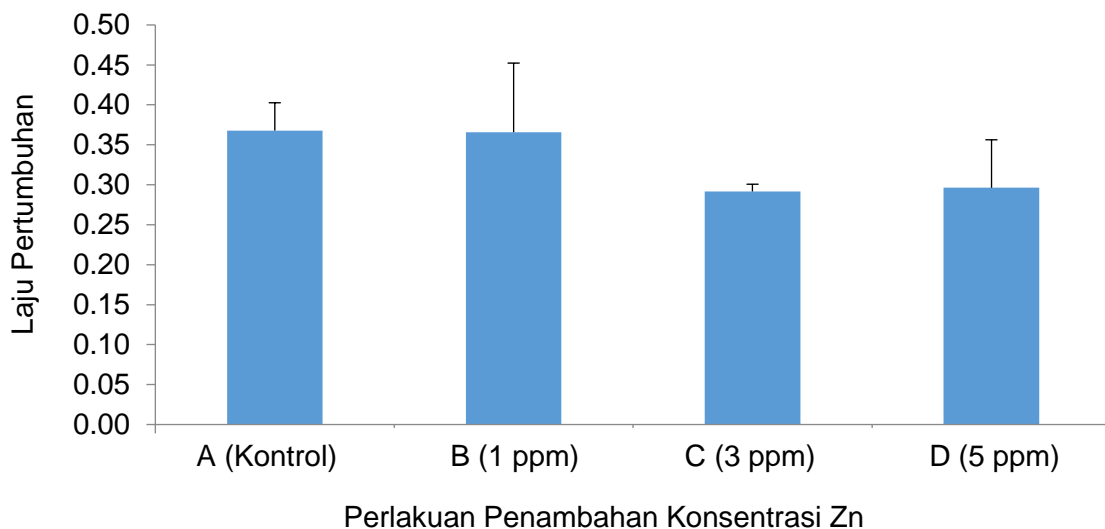
Kepadatan sel pada saat puncak hari ke-8 tertinggi pada perlakuan kontrol ($1,590 \times 10^4$ sel/mL), kemudian pada perlakuan 1 ppm (929×10^4 sel/mL), perlakuan 3 ppm ($1,161 \times 10^4$ sel/mL) dan kepadatan sel pada perlakuan 5 ppm (818×10^4 sel/mL). Hal ini menandakan bahwa seiring dengan bertambahnya konsentrasi Zn pada perlakuan menyebabkan semakin menurun jumlah kepadatan selnya. Dalam penelitian ini penambahan Zn berpengaruh terhadap kepadatan populasi dari mikroalga *Dunaliella salina* tersebut ($p < 0,05$). Menurut Kaplan *et al.* (1995), yang menyatakan bahwa pada kultur mikroalga hijau *Chlorella* sp. yang diberikan paparan logam berat menunjukkan jumlah sel semakin meningkat setiap hari hingga waktu 6 hari, namun populasinya akan menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi logam berat.

Gambar 2 menunjukkan laju pertumbuhan eksponensial (μ) mikroalga *Dunaliella salina* pada masing-masing perlakuan. Pada perlakuan kontrol (0 ppm) sebesar 0,368, pada perlakuan 1 ppm

sebesar 0,366, pada perlakuan 3 ppm, sebesar 0,292 dan perlakuan 5 ppm, sebesar 0,296. Meskipun hasil analisis variannya, menunjukkan bahwa penerapan konsentrasi Zn dalam media kultur yang berbeda tidak menunjukkan adanya perbedaan pengaruh terhadap laju pertumbuhan mikroalga *Dunaliella salina* ($p \geq 0,05$). Namun hasil ini menunjukkan, bahwa dengan semakin besar konsentrasi Zn yang diberikan semakin menurunkan laju pertumbuhannya ($y = -0,0171x + 0,3689$; $R^2 = 0,316$). Hal ini diduga bahwa penambahan logam Zn dalam penelitian ini belum melebihi ambang batas dari kebutuhan logam Zn dalam mikroalga. Kematian alga terjadi pada kadar logam maksimal Zn 10 mg/L (Purnawati *et al.*, 2015). Unsur Zn pada tumbuhan sangat penting dalam proses pembentukan klorofil bagi aktivitas fotosintesis. Proses metabolisme yang terjadi dalam fotosintesis melibatkan reaksi-reaksi kimia dengan bantuan enzim yang berfungsi sebagai katalisator. Salah satu enzim yang penting bagi proses fotosintesis diatom laut adalah enzim *Carbonic Anhydrase* (CA). Enzim *Carbonic Anhydrase* (CA) yang terdapat dalam ion seng merupakan salah satu enzim yang penting bagi proses fotosintesis diatom laut yang berperan



Gambar 1. Kepadatan sel *Dunaliella salina* yang dikultur selama 9 hari pada media dengan penambahan Zn yang berbeda



Gambar 2. Laju Pertumbuhan *Dunaliella salina* pada media yang ditambahkan Zn yang berbeda.

dalam mengubah asam karbonat (HCO_3) menjadi CO_2 (Darmono, 1995). CO_2 merupakan sumber karbon utama pada proses fotosintesis bagi mikroalga yang cukup tersedia, sehingga dalam proses metabolisme dapat berlangsung cepat dan kerapatan sel meningkat (Prihantini *et al.*, 2005). Logam berat diketahui menghambat enzim *protochlorophyllide reductase* yang mengaktifkan protoklorofil menjadi klorofil. Kondisi lingkungan yang terkandung logam berat merupakan salah satu faktor penghambatan aktivitas fotosintesis. Terhambatnya aktifitas dalam fotosintesis karena terjadi penghancuran pigmen-pigmen dalam kloroplas yang berfungsi untuk menyerap cahaya serta penghambatan enzim-enzim kunci yang terlibat dalam fiksasi CO_2 (De Fillippis dan Pallaghy, 1994). Dimana proses fiksasi CO_2 dapat mengurangi sintesis ATP dan NADPH yang berdampak pada laju fotosintesis. Terganggunya aktivitas fotosintesis ini menyebabkan kemampuan memperbanyak diri menjadi berkurang sehingga menyebabkan pertambahan jumlah selnya menjadi terhambat (Ernest, 1998). Tripathi dan Gaur (2006), menyatakan bahwa Cu dan Zn menurunkan kandungan protein, karbohidrat, pigmen fotosintesis, metabolisme nitrat serta respirasi dan pertumbuhan pada beberapa algae hijau, yaitu *Scenedesmus* sp.

Logam Zn merupakan logam esensial yang dibutuhkan tumbuhan pada konsentrasi tertentu (Ratmini, 2014). Di perairan Zn biasa dihasilkan dari industri karet dan cat. Kematian alga terjadi pada kadar logam maksimal, seperti Cu maksimal 18 mg/L, sedangkan Cd, Cr dan Zn maksimal 10 mg/L (Purnawati *et al.*, 2015). Menurut Hala *et al.*, (2012), untuk mempertahankan kehidupannya, mikroalga umumnya memiliki mekanisme perlindungan terhadap logam beracun. Mekanisme ini melibatkan pembentukan kompleks logam dengan protein dalam membran sel, sehingga logam dapat terakumulasi dalam sel tanpa mengganggu pertumbuhannya. Sedangkan ketika konsentrasi logam tinggi, sistem perlindungan organisme tidak mampu lagi mengimbangi efek toksik logam, sehingga dapat menghambat pertumbuhan selnya. Hal ini dapat membuktikan bahwa penambahan logam berat Seng (Zn) mempengaruhi pertumbuhan biomassa mikroalga *Dunaliella salina*. Namun dalam jumlah yang sangat sedikit Zn dapat berperan dalam mendorong pertumbuhan. Penambahan logam Zn tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhannya ($p \geq 0,05$).

Pada pertumbuhan mikroalga *D. salina*, kualitas air sangat penting selama kultur. Nilai kisaran salinitas (30 ppt), suhu (25-26°C), dan pH (7-8) selama penelitian ini masih berada pada kisaran optimum (Kusdarwati *et al.*, 2011; Tafreshi dan Shariati, 2009; Shabana dan Mohammad, 2016)-dan perubahan terjadi bukan merupakan faktor pembatas utama pada pertumbuhan mikroalga *Dunaliella salina*.

KESIMPULAN

Sel *Dunaliella salina* tumbuh di semua level konsentrasi yang diberikan dalam penelitian ini. Penambahan konsentrasi logam berat Zn pada media kultur yang berbeda mempengaruhi kepadatan dari mikroalga *Dunaliella salina* ($p < 0,05$). Namun tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhannya ($p \geq 0,05$). Laju pertumbuhan dari yang tertinggi ke terendah terdapat pada kontrol, yaitu sebesar 0,368 diikuti perlakuan 1 ppm (0,366) diikuti oleh perlakuan 3 ppm (0,292) dan perlakuan 5 ppm (0,296).

DAFTAR PUSTAKA

- Aunurohim, A. & Kurniawan, J.I., 2014. Biosorpsi Logam Zn^{2+} dan Pb^{2+} oleh Mikroalga *Chlorella* sp.. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 3(1):p.15375.
- Budi, M.R.S., Rahardja, B.S. & Masithah, E.D., 2018. Potensi Penurunan Konsentrasi Logam Berat Tembaga (Cu) dan Pertumbuhan Mikroalga *Spirulina plantesis* pada Media Kultur. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 6(1):83-93. DOI: 10.36706/jari.v6i1.7152.
- Darmono. 1995. Logam dalam system biologi makhluk hidup. Jakarta, Universitas Indonesia, 25 hal.
- Darsi, R., Supriadi, A., & Sasanti, A.D., 2012. Karakteristik Kimiawi dan Potensi Pemanfaatan *Dunaliella salina* dan *Nannochloropsis* sp. *Fishtech*, 1(1):14-25. DOI: 10.36706/fishtech.v1i1.802.
- De-Filippis, L.F., & Pallaghy, C., 1994. Heavy metals: sources and biological effects. *Health and Environmental Research Online*, 42:31-77.

- Dewi, N.K., 2017. Monograf metallothionein. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, 53 hlm.
- Ernest, W.H.O., 1998. Effects of heavy metals in plants at the cellular and organismic level, in : ecotoxicology. Gerrit Schuurmann and Bernd Markert (Eds) John Wiley and Sons, Inc and Spektrum Akademischer Verlag, 587-620.
- Hala, Y., Suryati, E. & Taba, P. 2012. Biosorpsi Campuran Logam Pb²⁺ dan Zn²⁺ oleh *Chaetoceros cacitrans*. *Chemistry Progress*, 5(2):86-92. DOI: 10.35799/cp.5.2.2012.772.
- Kamaruzzaman, B.Y., Rina, Z., John, B.A. & Jalal, K.C.A., 2011. Heavy Metal Accumulation in Commercially Important Fsihes of South West Malaysian Coast. *Research Journal of Environmental Sciences*, 5(6):595-602. DOI: 10.3923/rjes.2011.595.602.
- Kaplan, D., Heimer, Y.M., Abeliovich, A. & Goldsbrough, P., 1995. Cadmium toxicity and resistance in *Chlorella* sp. *Elsevier Plant Science*, 109:129-137.
- Kawaroe, M., Prartono, T., Sunuddin, A., Sari, D.W., & Augustine, D., 2010. Mikroalga: Potensi dan pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar. Penerbit Institut Pertanian Bogor Press. Bogor. 150 hlm.
- Kusdarwati, R., Mustofa, A., & Rahardja, B.S., 2011. Pengaruh Penambahan Vitamin B₁₂ pada Media Blotong Kering terhadap Pertumbuhan Populasi *Dunaliella salina*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 3(1): 73-77. DOI : 10.20473/jipk.v3i1.11628
- Prihantini, N.B., Damayanti, D. & Yuniati, R., 2005. Pertumbuhan *Chlorella* sp. dalam Medium Ekstrak Tauge (MET) dengan variasi pH awal. *Makara*, 9(1):1-6.
- Purnawati, F.S., Soeprobowati, T.R. & Izzati, M., 2015. Potensi *Chlorella vulgaris* Beijerinck dalam Remediasi Logam Berat Cd dan Pb Skala Laboratorium. *Biorma*, 16(2):102-113. DOI: 10.14710/biorma.16.2.102-113
- Ratmini, N.P.S. 2014. Peluang Peningkatan Kadar Seng (Zn) pada Produk Tanaman Serealia. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Selatan*. 684 hlm.
- Shabana, E.F., Snousy, H.H. & Mohammad, H.Y., 2016. Effect of some Abiotic Factors on Growth, Glycerol and β -carotene Accumulation by *Dunaliella bardawil*. *Egypt Journal*. 56(3):559-571. DOI: 10.21608/EJBO.2016.2718.
- Smith, D.R., Lee, R.W., Cushman, J.C., Magnuson, J.K., Tran, D. & Polle, J.E.W. 2010. The *Dunaliella salina* Organelle Genomes: Large Sequences, Inflated with Intronic and Intergenic DNA. *BMC Plant Biology*, 10(83):1-14.
- Tafreshi, A.H., & Shariati, M. 2009. *Dunaliella* Biotechnology: Methods and Applications. *Journal of Applied Microbiology*, 107(1):14-35. DOI : 10.1111/j.1365-2672.2009.04153.x
- Tripathi, B. & Gaur, J. 2006. Physiological behavior of *Scenedesmus* sp. during exposure to elevated levels of Cu and Zn and after withdrawal of metal stress. *Protoplasma*, 229:1-9. DOI : 10.1007/s00709-006-0196-9
- Weldy, C.S. & Huesemann, M. 2007. Lipid Production by *Dunaliella salina* in Batch Culture: effects of Nitrogen Limitation and Light Intensity. *Journal of Undergraduate Research. Departement of Energy*, 7(7):115-122.