

Pengaruh Timbal Asetat ($Pb(CH_3COO)_2$) Terhadap Pertumbuhan Mikroalga Laut *Chlorella vulgaris* (Beijerinck, 1890)*Effect Of Lead Acetate ($Pb(CH_3COO)_2$) On The Growth Of Marine Microalgae *Chlorella vulgaris* (Beijerinck, 1890)***Aprilisa V. Jeheskiel¹, Kurniati Kemer^{2*}, Desy M. H. Mantiri², James Paulus², Rizald M. Rompas², Renny Khreekhoff²**¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia²Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia*Corresponding author: kurnikemer@unsrat.ac.id**Abstract**

Microalgae are single-celled microorganisms, forming colonies and are very commonly found in large waters such as seas, lakes, rivers, and swamps. The purpose of this study was to determine the growth and density of microalgae *Chlorella vulgaris* in a controlled container with the administration of lead acetate at different concentrations. Cell growth of *Chlorella vulgaris* with samples of marine microalgae *Chlorella vulgaris* from culture containers. At the beginning of the exponential phase, the microalgae were given lead acetate in 3 containers with concentrations of 30 ppm, 50 ppm, 80 ppm, and control/without treatment. The results showed that the growth of *Chlorella vulgaris* cells with lead acetate administration experienced unstable growth compared to those without lead acetate administration (control).

Keywords: Microalgae; *Chlorella vulgaris*; Culture; Lead Acetate**Abstrak**

Mikroalga merupakan mikroorganisme bersel satu, membentuk koloni dan sangat banyak dijumpai di perairan besar seperti pada laut, danau, sungai serta perairan payau. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pertumbuhan dan kepadatan mikroalga *Chlorella vulgaris* dalam wadah terkontrol dengan pemberian timbal asetat pada konsentrasi yang berbeda. Pertumbuhan sel *Chlorella vulgaris* dengan Sampel mikroalga laut *Chlorella vulgaris* berasal dari wadah kultur. Pada awal fase eksponensial, mikroalga diberikan timbal asetat ke dalam 3 wadah dengan konsentrasi 30 ppm, 50 ppm, 80 ppm serta kontrol/tanpa perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan sel *Chlorella vulgaris* dengan pemberian timbal asetat mengalami pertumbuhan yang tidak stabil dibandingkan tanpa pemberian timbal asetat (kontrol).

Kata kunci: Mikroalga; *Chlorella vulgaris*; Kultur; Timbal Asetat**PENDAHULUAN**

Mikroalga merupakan mikroorganisme bersel satu, membentuk koloni dan sangat banyak dijumpai pada perairan yang besar seperti pada laut, danau, sungai serta perairan payau. Mikroalga mampu menghasilkan senyawa utama seperti protein, karbohidrat dan lemak, selain itu komponen aktif dapat dimanfaatkan dalam bidang industri pangan, kosmetik, "pharmaseutica" dan "neutraceutical" (Abd El-Baky, 2009). *Chlorella vulgaris* adalah mikroalga yang termasuk ke dalam golongan alga hijau

(chlorophyta) (Surawiria, 2005). Alga memiliki sifat uniseluler dan multiseluler yang terdiri dalam dua kelompok, yaitu makroalga dan mikroalga. Makroalga yang berukuran besar serta dapat dilihat secara langsung dengan mata sedangkan mikroalga yang berukuran kecil wajib dilihat dengan menggunakan mikroskop (Romihartono dan Juwana, 2005).

Salah satu yang dapat mempengaruhi kualitas dan tingkat kesuburan perairan adalah pencemaran logam berat antara lain logam timbal (Pb) (Lamohamad *et al.*, 2021). Mikroalga *C. vulgaris* mudah terkontaminasi dengan

bahan pencemar seperti logam berat yakni timbal (Pb) yang masuk ke perairan, semakin tinggi kadar logam berat timbal (Pb) dalam perairan, maka dapat bersifat toksik terhadap pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris* (Tewal *et al.*, 2021). Timbal (Pb) merupakan salah satu bahan pencemar yang termasuk dalam kategori golongan logam berat. Berdasarkan latar belakang di atas, maka dalam penulisan ini penulis mencoba mempelajari pengaruh timbal asetat ($Pb(CH_3COO)_2$) terhadap pertumbuhan mikroalga laut *C. Vulgaris*.

METODOLOGI PENELITIAN

Sampel mikroalga laut *Chlorella vulgaris* berasal dari Balai Besar Perikanan Budidaya Jepara yang diaklimatisasi di Laboratorium Biologi Molekuler dan Farmasitika Laut, FPIK UNSRAT. Air laut yang digunakan, disaring kemudian disterilkan terlebih dahulu dalam autoclave pada suhu 121°C selama 20 menit. Wadah kultur yang digunakan yaitu labu erlenmeyer sebanyak 4 buah dengan volume masing-masing 1000 ml. Mikroalga *C. vulgaris* sebanyak 1000 µl dimasukkan ke dalam masing-masing labu erlenmeyer yang telah berisi air laut, kemudian dimasukkan nutrisi media walne 1000 µl. Proses kultur alga dilakukan selama 10 hari dalam ruang tertutup dengan pencahayaan lampu 48 watt. Proses kultur alga tahap awal ini dihitung kepadatan sel setiap hari dengan haemocytometer, untuk melihat pertumbuhan awal.

Selanjutnya alga yang dikultur ini diberikan perlakuan dengan konsentrasi 30 ppm, 50 ppm, 80 ppm. Sampel yang sudah diberi perlakuan kemudian dimasukkan kembali ke dalam lemari kultur dan akan diamati kembali kepadatan selnya hingga 20 hari dengan waktu dan pengulangan yang sama.

Analisis Data

Jumlah organisme dapat dinyatakan dengan mengukur kepadatan (Krebs, 1989). Kepadatan adalah besar kecilnya

suatu populasi dalam suatu satuan ruang yang dinyatakan dengan banyaknya individu dalam suatu populasi dalam suatu satuan (Odum, 1971).

Menurut Mudjiman (1984), rumus yang dapat digunakan untuk menghitung kepadatan sel mikroalga adalah sebagai berikut :

Bila kepadatan sel mikroalga rendah :

Jumlah Kepadatan Sel Mikroalga =
Jumlah sel x 10⁴

Keterangan :

10⁴ = Konstanta Hemacytometer =

$$\frac{\text{Volume Sampel}}{\text{Tinggi hemacytometer}} = \frac{1 \text{ ml}}{0.1 \text{ mm}}$$

$$= \frac{1000 \text{ mm}}{0.1 \text{ mm}} = 1000 = 10^4$$

Bila kepadatan planktonnya tinggi :

Jumlah kepadatan sel Mikroalga =
rata – rata jumlah sel x 25 x 10⁴

Keterangan :

25 = Banyak kotak pada hemacytometer

10⁴ = kostanta hemacytometer =

$$\frac{\text{Volume Sampel}}{\text{Tinggi hemacytometer}} = \frac{1 \text{ ml}}{0.1 \text{ mm}}$$

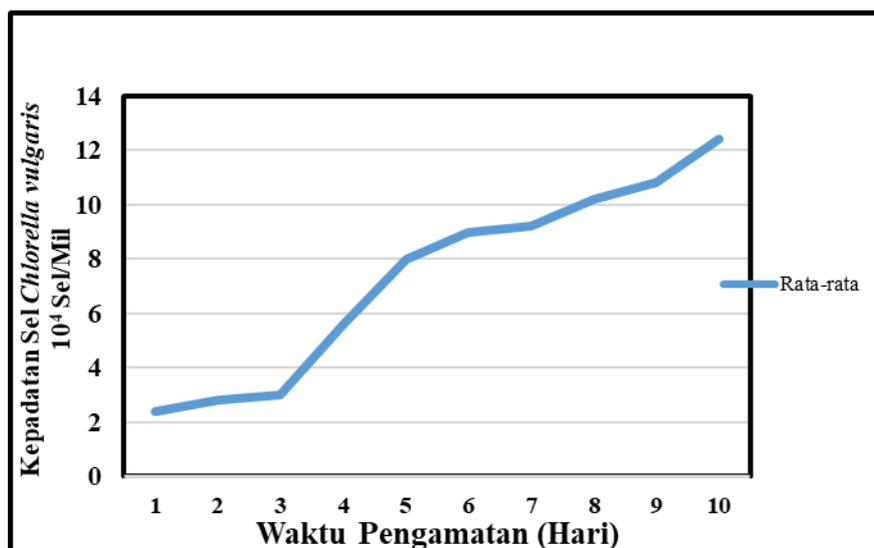
$$= \frac{1000 \text{ mm}}{0.1 \text{ mm}} = 1000 = 10^4$$

Setelah menghitung kepadatan maksimum 1 kotak sedang dengan 16 kotak kecil, hasilnya dicatat, data yang diperoleh dihitung menggunakan rumus, yang kemudian diproses di Microsoft Excel untuk menentukan hasil dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan awal kultur

Hasil pengamatan terhadap pertumbuhan mikroalga tanpa perlakuan, dilakukan dengan menghitung kepadatan mikroalga *C. vulgaris* dari hari 1 sampai hari ke 10. Seperti terlihat pada Gambar 1 bahwa terjadi pembelahan sel, terlihat pada grafik dimana kepadatan sel meningkat dari jumlah sel 2,4 x 10⁴ sel/ml pada hari pertama dan jumlah sel 12,4 x 10⁴ sel/ml pada hari ke 10.



Gambar 1. Kepadatan Sel *Chlorella vulgaris* (Sel/ml)

Kepadatan sel dari hari ke 1 hingga ke 3 menunjukkan bahwa sel-sel beradaptasi atau mengalami metabolisme sebelum terjadi pembelahan. Pada hari ke 5 sel mulai mengalami pembelahan dengan memanfaatkan nutrient yang disediakan dalam wadah kultur sehingga secara perlahan-lahan pertumbuhan sel mulai meningkat dan mampu beradaptasi sampai dengan hari ke 10. Balaira *et al.* (2017) menyatakan Fase pertumbuhan tertinggi berada pada hari ke 9, sedangkan pertumbuhan mikroalga tertinggi dari penelitian Tamalonggehe *et al.* (2020) berada pada hari ke 7. Perbedaan fase pertumbuhan tertinggi di tahap awal atau tahap adaptasi dapat terjadi, disebabkan oleh karena mikroalga mengalami masa penyesuaian yang berbeda-beda terhadap media kulturnya.

Chimawati dan Suminto (2008) menyatakan bahwa perbedaan lamanya masa adaptasi diduga karena adanya kepekaan antara media kultur dengan cairan tubuh sel mikroalga. Pada proses adaptasi, sel-sel memulihkan enzim dan konsentrasi substrat yang diperlukan untuk pertumbuhan, serta masuknya unsur hara ke dalam sel mikroalga yang terjadi melalui proses difusi sebagai akibat perbedaan konsentrasi media kultur dengan cairan tubuh. Fase adaptasi yang berbeda akan menyebabkan fase-fase berikutnya berbeda juga.

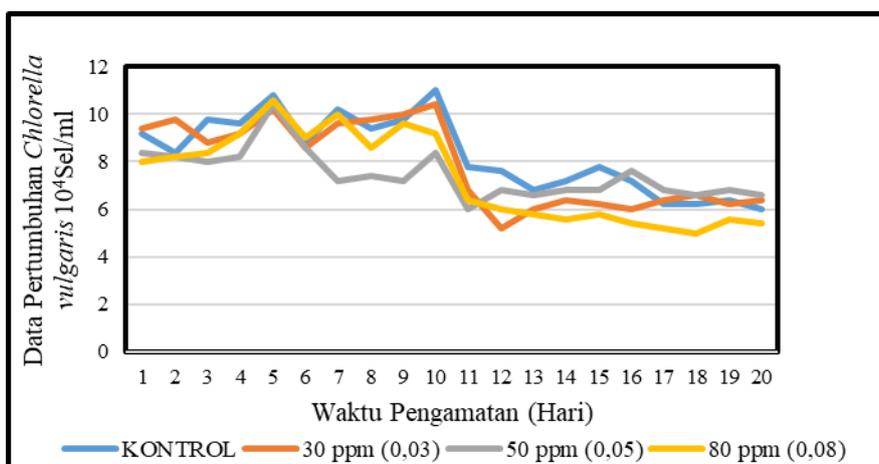
Pemberian senyawa timbal Asetat

Pada hari ke-11 diberikan perlakuan senyawa timbal asetat pada mikroalga *C. vulgaris* dalam wadah kultur dengan konsentrasi yang berbeda-beda pada masing-masing wadah kultur yakni dengan konsentrasi 30 ppm (0,03 gr/ml), 50 ppm (0,05 gr/ml), 80 ppm (0,08 gr/ml), dan satu wadah kultur tidak diberikan perlakuan (kontrol). Kurva pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris* berdasarkan beda konsentrasi tampak pada Gambar 2.

Berdasarkan gambar di atas, wadah kultur mikroalga *C. vulgaris* yang diberi perlakuan senyawa timbal asetat mengalami penurunan jumlah sel. Hal ini berbeda dengan kepadatan jumlah sel pada wadah kontrol (tanpa perlakuan). Pada hari ke 11 setelah pemberian timbal asetat jumlah sel mengalami penurunan drastis dibandingkan dengan jumlah sel pada hari ke 10 dimana pada konsentrasi 30 ppm jumlah sel $10,6 \times 10^4$ sel/ml, menurun pada hari ke 11 menjadi $6,8 \times 10^4$ sel/ml; konsentrasi 50 ppm jumlah sel $8,4 \times 10^4$ sel/ml turun menjadi 6×10^4 sel/ml; konsentrasi 80 ppm jumlah sel $9,2 \times 10^4$ sel/ml juga mengalami penurunan menjadi $6,4 \times 10^4$ sel/ml sedangkan kontrol menurun drastis pada hari ke 10 dimana jumlah sel 11×10^4 sel/ml menjadi $7,8 \times 10^4$ sel/ml. Hal disebabkan oleh kekurangan cahaya. Dalam proses pertumbuhan mikroalga, memerlukan cahaya yang cukup

untuk melakukan proses fotosintesis. Keberadaan nutrisi dalam wadah kultur juga berkurang dan mempengaruhi pertumbuhan sel. Pada hari ke 12, secara perlahan jumlah sel mulai meningkat dimana proses metabolisme mulai aktif kembali. Secara umum, pengaruh penambahan timbal asetat dapat mengakibatkan toksisitas pada wadah kultur. Lamohammad *et al.* (2021) menyatakan bahwa penurunan jumlah sel disebabkan karena logam berat bersifat

sangat beracun bagi mikroalga dan dapat menghambat pertumbuhan sel apabila diberikan dalam jumlah yang berlebihan. Berdasarkan penelitian Kemer *et al.* (2020), pemberian timbal asetat pada konsentrasi 80 ppm, melalui pengamatan TEM (Transmission Electron Microscopy), dinding sel *Dunaliella salina* mulai rusak sehingga diasumsikan penambahan logam berat timbal asetat pada wadah kultur dapat menurunkan pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris*.



Gambar 2. Pertumbuhan Sel *Chlorella vulgaris* saat pemberian perlakuan

Berdasarkan gambar di atas, wadah kultur mikroalga *C. vulgaris* yang diberi perlakuan senyawa timbal asetat mengalami penurunan jumlah sel. Hal ini berbeda dengan kepadatan jumlah sel pada wadah kontrol (tanpa perlakuan). Pada hari ke 11 setelah pemberian timbal asetat jumlah sel mengalami penurunan drastis dibandingkan dengan jumlah sel pada hari ke 10 dimana pada konsentrasi 30 ppm jumlah sel 10,6 x 10⁴ sel/ml, menurun pada hari ke 11 menjadi 6,8 x 10⁴ sel/ml; konsentrasi 50 ppm jumlah sel 8,4 x 10⁴ sel/ml turun menjadi 6 x 10⁴ sel/ml; konsentrasi 80 ppm jumlah sel 9,2 x 10⁴ sel/ml juga mengalami penurunan menjadi 6,4 x 10⁴ sel/ml sedangkan kontrol menurun drastis pada hari ke 10 dimana jumlah sel 11 x 10⁴ sel/ml menjadi 7,8 x 10⁴ sel/ml. Hal disebabkan oleh kekurangan cahaya. Dalam proses pertumbuhan mikroalga, memerlukan cahaya yang cukup untuk melakukan proses fotosintesis. Keberadaan nutrisi

dalam wadah kultur juga berkurang dan mempengaruhi pertumbuhan sel. Pada hari ke 12, secara perlahan jumlah sel mulai meningkat dimana proses metabolisme mulai aktif kembali. Secara umum, pengaruh penambahan timbal asetat dapat mengakibatkan toksisitas pada wadah kultur. Lamohammad *et al.* (2021) menyatakan bahwa penurunan jumlah sel disebabkan karena logam berat bersifat sangat beracun bagi mikroalga dan dapat menghambat pertumbuhan sel apabila diberikan dalam jumlah yang berlebihan. Berdasarkan penelitian Kemer *et al.* (2020), pemberian timbal asetat pada konsentrasi 80 ppm, melalui pengamatan TEM (Transmission Electron Microscopy), dinding sel *Dunaliella salina* mulai rusak sehingga diasumsikan penambahan logam berat timbal asetat pada wadah kultur dapat menurunkan pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris*

Kontrol

Pengamatan pada wadah kontrol menunjukkan pertumbuhan mikroalga *C. vulgaris* bervariasi seperti pertumbuhan mikroalga pada umumnya. Sel mikroalga *C. vulgaris* mengalami pertumbuhan yang cukup baik karena nutrient yang masih tersedia dalam wadah kultur dan sel dapat berproduksi dengan cepat dan menghasilkan pertumbuhan serta kepadatan yang relatif stabil sampai pada akhir pengamatan. Kepadatan mikroalga pada hari pertama setelah perlakuan menunjukkan jumlah kepadatan sel yang meningkat dan pada hari ke-3 sampai dengan hari ke-10 pertumbuhan sel mikroalga *C. vulgaris* bertambah. Pada hari ke-11 sampai dengan hari ke-20 dan setiap harinya terjadi penurunan jumlah sel. Berdasarkan Penelitian Lamohamad et al. (2021) Penurunan jumlah sel yang terjadi pada media kontrol ini karena pertumbuhan mikroalga ini memasuki fase kematian. Fase kematian merupakan fase dimana mikroalga mengalami penurunan jumlah sel yang secara perlahan-lahan disebabkan karena nutrien dalam wadah kultur atau terkontaminasi pada lingkungan sekitar. Setelah itu terjadi fase dimana laju pertumbuhan sel mulai menurun akibat beberapa faktor baik kekurangan nutrien, cahaya ataupun faktor kimia dan fisika lainnya (Tewal et al., 2021).

Timbal Asetat 30 ppm

Dari hasil pengamatan yang dilakukan pada penyajian timbal asetat dengan konsentrasi 30 ppm (0,03 gr/ml), menunjukkan bahwa pertumbuhan mikroalga mengalami penurunan yang signifikan. Jumlah sel dapat dilihat dengan menggunakan hemositometer. Lamohammad et al. (2021) menyatakan bahwa terjadi penurunan jumlah kepadatan sel mikroalga *Dunaliella* sp. yang terjadi pada wadah yang diberi perlakuan konsentrasi 30 mengalami penurunan jumlah sel atau kematian sel yang sangat nyata.

Timbal Asetat 50 ppm

Untuk pemberian timbal asetat dalam wadah ketiga pada konsentrasi 50 ppm (0,05gr/ml), terlihat bahwa sel-sel mengalami penurunan pertumbuhan yang

signifikan pada konsentrasi tinggi. Diamati menggunakan mikroskop dan hemositometer. Dibandingkan dengan perlakuan 30 ppm, kepadatan sel menurun. Penurunan jumlah sel disebabkan senyawa timbal asetat bersifat toksik bagi mikroalga *Chlorella vulgaris* dan dapat menghambat pertumbuhan sel. Menurut Lamohammad et al. (2021), bahwa semakin besar konsentrasi perlakuan maka semakin besar tingkat kematian yang terjadi.

Timbal Asetat 80 ppm

Pada pemberian timbal asetat yang cukup besar yaitu dengan konsentrasi 80 ppm (0,08 gr/ml) pada awal pemberian timbal sel mengalami pertumbuhan yang cukup banyak hampir sama dengan pada pemberian dengan konsentrasi 50 ppm, sehingga pada konsentrasi ini fase lag dan fase eksponensial terjadi pada hari ke 2 dan hari ke 3, dimana penurunan laju pertumbuhan dan fase stasioner mulai terjadi pada hari ke 4 sampai pada hari ke 15. Tewal et al. (2021) menyatakan bahwa Pertumbuhan sel pada hari selanjutnya menunjukkan pertumbuhan yang stabil karena kepadatan sel bertambah diakibatkan sel yang mati dimanfaatkan oleh sel yang hidup sebagai nutrient untuk pertumbuhan. Pada hari terakhir pengamatan sel memasuki fase kematian dengan konsentrasi 80 ppm ini mengalami penurunan jumlah sel yang banyak. Berdasarkan gambar 2 diatas dapat dilihat bahwa kepadatan *C. vulgaris* mengikuti pola pertumbuhan kultur fitoplankton secara umum yaitu pada fase lag, fase eksponensial, fase stasioner, dan fase kematian.

Pengaruh logam berat timbal asetat

Kepadatan mikroalga merupakan salah satu parameter pertumbuhan yang dapat dijadikan sebagai acuan untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga. pertumbuhan mikroalga terdiri dari fase lag, fase eksponensial, fase penurunan laju pertumbuhan, fase stasioner dan fase kematian. Pada awal pengamatan, wadah sampel mikroalga *C. vulgaris* dengan diamati selama 10 hari dan dilakukan selama 5 kali pengulangan serta perlakuan 20 hari, mikroalga mengalami fase lag pada

hari ke 1 dimana pada fase ini mikroalga dalam tahap adaptasi sebagai upaya penyesuaian diri dari perubahan kondisi lingkungan yang baru. Berdasarkan penelitian Isnansetya dan Kurniastuti (1995) fase lag terjadi kurang dari 24 jam setelah penambahan inokulan kedalam media kultur, pada fase lag ukuran sel akan meningkat serta mengalami metabolisme sel tetapi belum mengalami pembelahan. Pada pengamatan awal tanpa perlakuan, dimana pada hari ke 1 sampai pada ke-4 terdapat fase lag atau fase dimana mikroalga beradaptasi dengan lingkungannya. Dari data yang diperoleh pola pertumbuhan dari mikroalga

C. vulgaris mengikuti pola pertumbuhan mikroalga pada umumnya, sehingga pada hari ke 5 sampai hari ke 9 pertumbuhan sel relatif baik hingga pada hari ke 10 yang merupakan fase dimana sel dengan laju pertumbuhan dan kepadatan relatif tinggi atau fase eksponensial. Setelah sampai pada fase eksponensial dilakukan perlakuan dengan pembagian wadah dimana wadah 1 sebagai kontrol dan 3 wadah lainnya diberi timbal asetat untuk melihat laju pertumbuhan dan kepadatan dari masing-masing konsentrasi yang diberikan.

Pada wadah kontrol fase eksponensial terjadi pada awal pengamatan bersamaan dengan perlakuan yaitu pada hari pengamatan, setelah itu terjadi fase dimana laju pertumbuhan sel mulai menurun akibat beberapa faktor baik kekurangan nutrisi, cahaya ataupun faktor kimia dan fisika lainnya. Pertumbuhan pada wadah ini mengalami fase stasioner sampai pada fase kematian, namun pada fase kematian sel tidak seluruhnya mengalami kematian pada akhir pengamatan, diakibatkan nutrisi masih tersedia pada wadah.

Pada wadah yang diberikan timbal asetat dengan konsentrasi 30 ppm (0.03 gr/ml) memberikan pengaruh pada pertumbuhan dan kepadatan sel *C. vulgaris* dimana pada hari ke 1 sampai hari ke 10 pertumbuhan sel cukup stabil dengan jumlah kematian yang sedikit, namun ketika masuk pada hari ke 11 sampai hari ke 18 pertumbuhan mulai berkurang dan stabil

atau berada pada fase stasioner, ketika masuk pada hari ke 19 dan ke 20 setelah diamati laju pertumbuhan mulai menurun diakibatkan sel kekurangan nutrisi dan pengaruh timbal asetat yang bersifat racun. Untuk wadah konsentrasi 50 ppm (0,05 gr/ml) terjadi fase penurunan laju pertumbuhan. Berdasarkan penelitian Kemer *et al.* (2020) terjadi penurunan jumlah kepadatan sel mikroalga *Dunaleilla* sp. dimana setelah dilakukan pemberian senyawa timbal asetat dengan konsentrasi masing-masing, 30 ppm yaitu $9,4 \times 10^4$ sel/ml, konsentrasi 50 ppm yaitu $8,4 \times 10^4$ sel/ml dan konsentrasi 80 ppm yaitu 8×10^4 sel/ml. Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa senyawa timbal asetat dengan konsentrasi berbeda 50 ppm sangat berpengaruh sehingga pada hari ke 1 sampai pada hari ke 10 dimana jumlah sel yang berkurang kemudian pada hari ke 11 sampai hari ke 17 kepadatan mikroalga dapat dikatakan stabil atau berada pada fase stasioner, kemudian di hari ke 18 sampai hari ke 20 pengamatan terakhir mikroalga berada pada fase kematian akibat pengaruh timbal asetat yang cukup drastis.

Wadah terakhir dengan pemberian timbal asetat dengan konsentrasi yang cukup banyak yaitu 80 ppm (0,08 gr/ml), mikroalga mengalami pertumbuhan yang tidak stabil, dimana pada hari ke 11 sampai hari ke 18 mikroalga mengalami penurunan kepadatan perlahan-lahan, namun pada hari ke 19 dan 20 berada pada fase kematian mikroalga masih relatif banyak. Ini menunjukkan bahwa pengaruh dari timbal asetat dengan konsentrasi yang tinggi dapat mematikan sel mikroalga *C. vulgaris* secara perlahan. Tamalonggehe *et al.* (2020) menyatakan Akumulasi timbal (Pb) terjadi secara perlahan sampai akhirnya mencapai tingkat yang bersifat racun sehingga menyebabkan kematian sel. Penurunan jumlah sel disebabkan senyawa timbal asetat bersifat toksik bagi mikroalga *C. vulgaris* dan dapat menghambat pertumbuhan jumlah sel. Keadaan ini dapat disebabkan karena adanya nutrisi dalam media pemeliharaan yang berasal dari mikroalga yang mati. Diasumsikan adanya kandungan nutrisi

yang masih mencukupi untuk pertumbuhan *C. vulgaris* yaitu berasal dari dekomposisi mikroalga yang mati. Lamohammad et al. (2021) menyatakan bahwa sel yang telah mati dapat terurai dan dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk melakukan pembelahan sel dimana fosfat merupakan salah satu unsur hara yang diperlukan untuk pertumbuhan dan berperan dalam transfer energi dan makanan. Hal ini disimpulkan bahwa semakin besar tingkat konsentrasi logam berat timbal asetat yang diberikan maka semakin besar tingkat kematian yang terjadi.

KESIMPULAN

Pertumbuhan mikroalga *Chlorella vulgaris* menunjukkan pola pertumbuhan mikroalga pada umumnya, dimana pertumbuhan mikroalga bisa beradaptasi sampai hari ke 10.

Pertumbuhan sel *Chlorella vulgaris* dengan pemberian timbal asetat menunjukkan pertumbuhan yang tidak stabil dibandingkan kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Baky, H. H. 2009. Enhancing antioxidant availability in grains of wheat plants grown under seawater stress in response to microalgae extract treatments. *African Journal of Biochemistry Research*, 3(4), 077-083.
- Asthisa, D., Mantiri, D. M. H., Sumilat, D. A., Rompas, R. M., Sinjal, A. C., & Mantiri, R. O. 2021. Bioactive compounds in the algae of *Kappaphycus alvarezii* from Belang waters, Southeast Minahasa Regency. *Aquatic Science & Management*, 9(2).
- Balaira, G., Kemer, K., & Mantiri, D. M. H. 2017. Pemisahan pigmen pada mikroalga *Dunaliella salina* yang telah diberi senyawa timbal asetat. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 5(1), 41-49.
- Bawias, M., Kemer, K., Mantiri, D. M. H., Kumampung, D., Paransa, D., & Mantiri, R. 2018. Isolasi pigmen karotenoid pada mikroalga *Nannochloropsis* sp. dengan menggunakan beda pelarut. *Jurnal pesisir dan laut tropis*, 6(2), 1-8.
- Chilmawati, D., & Suminto, S. 2008. Penggunaan media kultur yang berbeda terhadap pertumbuhan *Chlorella* sp. *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 4(1), 42-49.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton Zooplankton. Pakan*
- Kemer K., Mantiri D. M. H., Rompas R. M., Rimper J. R., Margyaningsih N. I. 2020. Transmission electron microscope analysis upon growth of lead acetate treated microalga, *Dunaliella* sp. *AACL Bioflux* 13(2):849-856.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publisher. New York. 649p
- Lamohamad, O. M., Kemer, K., Mantiri, D. M. H., Angkow, E., Paulus, J., & Wantasen, A. S. 2021. Ekstraksi Pigmen Klorofil Total Pada Mikroalga *Dunaliella* sp. Yang Telah diberi Perlakuan Timbal Asetat. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 9(1), 1-10.
- Mantiri, D. M. H., Kepel, R. C., Manoppo, H., Paulus, J. J., & Paransa, D. S. 2019. Metals in seawater, sediment and *Padina australis* (Hauck, 1887) algae in the waters of North Sulawesi. *AACL Bioflux*, 12(3), 840-850.
- Mudjiman, A. 1984. *Makanan Ikan*. Swadaya. Jakarta.
- Odum, E.P., 1971 *Fundamental of Ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia

- Sugiarto, K. A., Mantiri, D. M. H., Kawung, N. J., Rompas, R. M., Tilaar, S. O., & Wantasen, A. 2020. Pengaruh Logam Berat Timbal Terhadap Pertumbuhan Alga *Halimeda Opuntia* Yang Dikultur Dalam Wadah Terkontrol. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis, 8(3), 17-26.
- Tamalonggehe, J., Kemer, K., Paransa, D. S. A. J., Mantiri, D. M. H., Kawung, N. J., & Undap, S. L. 2020. Efek Senyawa Timbal Asetat Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Pigmen Klorofil Mikroalga *Dunaliella* sp. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis, 8(2), 1-10.
- Tewal, F., Kemer, K., Rimper, J. R., Mantiri, D. M. H., Pelle, W. E., & Mudeng, J. D. 2021. Laju Pertumbuhan dan Kepadatan Mikroalga *Dunaliella* sp. pada Pemberian Timbal Asetat Dengan Konsentrasi yang Berbeda. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis, 9(1), 30-37.