

RANGE FINDING TEST MIKROALGA *Chlorella vulgaris* PADA LIMBAH CAIR CHROMIUM

RANGE FINDING TEST *Chlorella vulgaris* MICROALGAE IN CHROMIUM WASTEWATER

Malik Berlianto^{*1)} dan Bieby Voijant Tangahu¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Kompleks Kampus ITS, Sukolilo, Surabaya, 60111

^{*)}E-mail: malik.berlianto96@gmail.com

Abstrak

Permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh pencemaran logam berat menjadi perhatian khusus dewasa ini. Salah satu pencemaran logam berat pada badan air berasal dari kromium yang merupakan hasil utama dari beberapa industri. Kromium merupakan salah satu pencemar lingkungan yang sulit disisihkan dari perairan karena sifatnya yang terlarut dan tidak stabil. Proses biologis seringkali digunakan sebagai solusi dari permasalahan tersebut. *Range Finding Test* (RFT) diperlukan sebagai uji pendahuluan untuk menentukan nilai toleransi *chromium* yang mampu disisihkan oleh mikroorganisme uji. Pada penelitian ini digunakan mikroalga *Chlorella vulgaris* yang diketahui mampu melakukan penyisihan terhadap logam berat. Konsentrasi kromium yang diujikan adalah 0 mg/L, 17 mg/L, 42 mg/L, 85 mg/L, 169 mg/L, dan 339 mg/L. Hasil uji RFT menunjukkan pertumbuhan *Chlorella vulgaris* toleran pada konsentrasi kromium 17 mg/L. Hal ini ditunjukkan dari laju pertumbuhan *Chlorella vulgaris* yang masih mengalami fase eksponensial pada konsentrasi tersebut. Nilai ini dapat dijadikan acuan bagi penelitian lanjutan terkait dengan penyisihan kromium oleh mikroalga *Chlorella vulgaris*.

Kata kunci: *Chlorella vulgaris*, Kromium, RFT.

Abstract

Environmental problem caused by heavy metals pollution has been drawing attention nowadays. Chromium in industrial wastewater effluent is one of the heavy metals contaminants in water body. Chromium is considerably difficult to remove due to its solubility and unstable nature. Biological process frequently used to solve this problem. Range Finding Test (RFT) is required for preliminary study to determine chromium tolerance value of test microorganisms. This research used Chlorella vulgaris microalgae which is known to be able to remove heavy metals. Chromium concentrations to be tested were 0 mg/L, 17 mg/L, 42 mg/L, 85 mg/L, 169 mg/L, and 339 mg/L. RFT results showed that Chlorella vulgaris could tolerate chromium at 17 mg/L. It was exhibited by the growth rate of Chlorella vulgaris that still showed exponential phase under that concentration. This value could be used as reference for subsequent research related to chromium removal using Chlorella vulgaris microalgae.

Key words: *Chlorella vulgaris*, Chromium, RFT.

1. PENDAHULUAN

Pencemaran logam berat, baik yang ditimbulkan oleh proses alami maupun aktivitas manusia, menjadi masalah lingkungan yang sangat serius. Akibat utama yang ditimbulkan oleh pencemaran logam berat yang disebabkan oleh limbah domestik maupun industri adalah tercemarnya sistem perairan (Farombi dkk., 2007). Kromium merupakan salah satu logam berat yang banyak dihasilkan oleh industri, diantaranya berasal dari *effluent* industri *electroplating*, industri logam, penyamakan kulit, pendingin air, *pulp*, pemurnian bijih, serta *petroleum* (Suminten dkk., 2014 dan Oves dkk., 2013). Tingkat toksisitas dan mobilitas kromium ditentukan oleh bilangan oksidasinya. Pada alam bebas, kromium ditemukan dalam bilangan oksidasi antara -2 hingga +6 (Evelyne dan Ravisankar, 2014). Namun, hanya kromium (VI) dan kromium (III) yang paling berpotensi sebagai kontaminan dalam berbagai sistem lingkungan (Kamaludeen dkk., 2003). Akibat mobilitasnya yang tinggi, kromium lebih sulit disisihkan dari perairan karena sifatnya yang terlarut. *The United State Environmental Protection Agency* (US EPA) telah mengidentifikasi kromium sebagai salah satu dari 17 bahan kimia yang merupakan ancaman terbesar bagi manusia serta mengklasifikasikannya sebagai karsinogen bagi manusia melalui pernafasan (USEPA, 2010). Oleh karenanya, pencemaran oleh kromium perlu menjadi perhatian yang serius. Hal ini dikarenakan konsentrasi kromium terlarut yang umumnya ditemukan pada badan air penerima dan air limbah dewasa ini telah melebihi baku mutu yang dipersyaratkan yakni berkisar antara 0,1-6,0 mg/L (Kamaludeen dkk., 2003).

Berdasarkan penelitian terdahulu, mikroalga *Chlorella vulgaris* diketahui mampu menyisihkan konsentrasi kromium. Oleh karenanya, pada penelitian ini akan dilakukan uji *Range Finding Test* pada mikroalga

Chlorella vulgaris sebagai *preliminary test* untuk mengestimasi konsentrasi kromium yang dapat di uptake di media perairan. Pada penelitian ini, uji akan dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan erlenmeyer 250 mL yang diaduk dengan kecepatan tertentu. Selain itu diberikan pencahayaan terhadap reaktor dengan durasi efektif 12 jam (Liang dkk., 2013 dan Nacorda dkk., 2010) menggunakan lampu *fluorescent* (Maligan dkk., 2015) dengan intensitas cahaya 6000-7000 Lux (Kurniawan dkk., 2018). Hal ini dilakukan untuk memberi pasokan cahaya pada *Chlorella vulgaris* dalam melakukan proses fotosintesis sehingga dapat menunjang pertumbuhannya dalam reaktor percobaan.

2. METODA

Ide Penelitian

Pencemaran badan air oleh limbah cair yang mengandung kromium (Cr) akibat *effluent* industri sangat marak dewasa ini. Tentunya perlu dilakukan penanganan terhadap kondisi tersebut sehingga kromium tidak mencemari sistem lingkungan dan perairan. *Chlorella vulgaris* merupakan mikroorganisme yang diketahui mampu menyisihkan kromium. Setiap mikroorganisme –dalam hal ini *Chlorella vulgaris*- memiliki nilai toleransi tertentu terhadap suatu pencemar. Oleh karenanya, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui nilai toleransi maksimum yang dapat ditolerir oleh mikroalga tersebut. Dengan demikian, dapat dilakukan upaya untuk mengolah air limbah tercemar kromium dengan menggunakan mikroalga *Chlorella vulgaris* di kemudian hari.

Pengumpulan Data

Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh dari penelitian pendahuluan dan utama yang dilakukan di laboratorium. Parameter yang diukur pada penelitian pendahuluan adalah pH, suhu, salinitas, dan jumlah sel mikroalga. Sedangkan parameter yang diukur pada

penelitian utama adalah jumlah sel mikroalga. Data yang diperoleh akan disajikan ke dalam grafik dan dibahas secara deskriptif.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dimulai dengan melakukan penelitian pendahuluan yaitu uji laju pertumbuhan mikroalga *Chlorella vulgaris*. Biakan induk diperoleh dari Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP) Situbondo, Jawa Timur. Selanjutnya biakan induk dikembangkan kembali pada kondisi optimal pertumbuhannya. Selanjutnya dilakukan uji laju pertumbuhan dengan mengukur beberapa parameter setiap 24 jam seperti pH, suhu, salinitas, dan jumlah sel mikroalga. Mikroalga yang berada di setengah fase eksponensial akan digunakan sebagai inokulum awal pada penelitian utama yaitu *Range Finding Test*.

1. Uji laju pertumbuhan *Chlorella vulgaris*
Sebelum dilakukan *Range Finding Test* pada penelitian utama, uji laju pertumbuhan mikroalga perlu dilakukan untuk mengetahui fase-fase pertumbuhan yang dialami oleh *Chlorella vulgaris* pada kondisi optimal. Proses uji laju pertumbuhan dilakukan selama 10 hari dengan penambahan aerasi dan nutrisi pupuk Walne serta vitamin (B12, thiamin, dan biotin) dengan konsentrasi masing-masing 1 mL/L dari volume total kultivat. Selain itu diberikan penyinaran menggunakan sinar matahari atau sinar artifisial dengan siklus terang/gelap adalah 12/12 dan intensitas cahaya 6000-7000 lux. Nutrien yang digunakan diperoleh dari BPBAP Situbondo. Sedangkan media tumbuh merupakan air laut komersil dengan salinitas awal 35 ppt yang telah disterilkan terlebih dahulu menggunakan autoclave pada suhu 121°C dan tekanan 1,1 atm selama 2 jam. Seluruh proses harus dilakukan secara steril dan aseptik. Reaktor yang digunakan cukup dengan menggunakan erlenmeyer 1 L. Digunakan variabel persentase inokulum yang ditambahkan ke dalam media tumbuh yaitu 10%, 20%, dan 30%. Hal ini bertujuan untuk

mendapatkan jumlah dan umur inokulum optimum yang dapat digunakan dalam uji RFT *Chlorella vulgaris*. Perhitungan jumlah sel mikroalga dilakukan dengan menggunakan *Haemocytometer Nebauer Improved* (Brand, Jerman) di bawah mikroskop dengan perbesaran (objektif x okuler) sebesar 100x.

2. Pembuatan Stok Limbah Cair Kromium

Pembuatan larutan stok kromium dilakukan dengan menimbang dan melarutkan bubuk *Potassium dichromat* atau $K_2Cr_2O_7$ (Merck, Jerman) dengan konsentrasi yang telah ditentukan pada 1 liter air laut komersil dengan salinitas 30-35 ppt. Air laut yang digunakan dapat diperoleh dari pasar ikan hias. Larutan tersebut digunakan sebagai substrat yang akan disisihkan. Larutan stok kromium yang homogen kemudian disterilisasi dengan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama ± 60 menit.

3. Uji *Range Finding Test*

Range Finding Test memiliki tujuan untuk mencari konsentrasi pencemar yang toleran terhadap mikroorganisme uji (dalam hal ini mikroalga) sehingga dapat dikondisikan untuk tetap hidup dan melakukan *treatment* secara optimal. *Range Finding Test* dilakukan dengan menggunakan konsentrasi yang berbeda pada 5 rentang konsentrasi dalam reaktor untuk mengukur tingkat toksisitas air limbah kromium terhadap mikroalga *Chlorella vulgaris*.

Berdasarkan *USEPA Guidelines* 850.5400, jumlah konsentrasi yang divariasikan harus berjumlah 5 konsentrasi dengan rentang variasi mengikuti deret geometri dengan rasio 1,5-2 (USEPA, 1987). Variabel rentang konsentrasi kromium yang diuji adalah 0 mg/L sebagai kontrol, 17 mg/L, 42 mg/L, 85 mg/L, 169 mg/L, dan 339 mg/L. Pengujian dilakukan dalam labu erlenmeyer 250 mL yang berlangsung selama 7 hari dengan pencahayaan 6000 - 7000 Lux, rasio gelap terang 12/12, serta dilakukan diatas *shaker*

dengan kecepatan 130 rpm. Perbandingan inokulum dan media adalah 10% : 90%. Media pencemar dibuat dengan mengencerkan larutan stok kromium dengan konsentrasi masing-masing menggunakan air laut komersil. Kemudian media disterilkan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C dan tekanan 1,1 atm. Ditambahkan nutrient berupa pupuk walne dan vitamin ke dalam media dengan konsentrasi 1 mL/L media. Dilakukan perhitungan jumlah sel *Chlorella vulgaris* pada hari ke-0, ke-4, dan ke-7.

Pengolahan Data

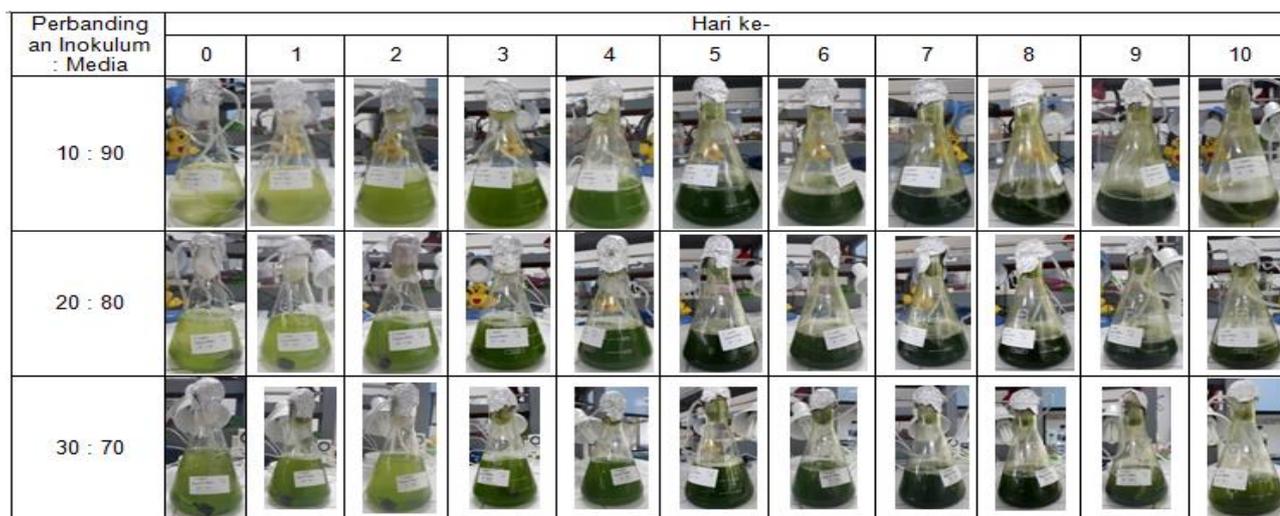
Pada penelitian ini, analisis data dan pembahasan akan dilakukan setelah mendapatkan data dari hasil percobaan yang dilakukan. Hasil analisis yang diperoleh akan

disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, serta dianalisis secara deskriptif. Pengolahan data meliputi hasil pengukuran parameter-parameter yang digunakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Laju Pertumbuhan *Chlorella vulgaris*

Uji laju pertumbuhan *Chlorella vulgaris* pada percobaan ketiga dilakukan selama 10 hari dengan melakukan analisis parameter setiap 24 jam. Parameter yang diamati adalah suhu, pH, salinitas, dan jumlah sel *Chlorella vulgaris*. Hasil pengamatan fisik selama 10 hari dengan 3 variasi rasio penambahan inokulum yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pengamatan Fisik Uji Laju Pertumbuhan *Chlorella vulgaris*

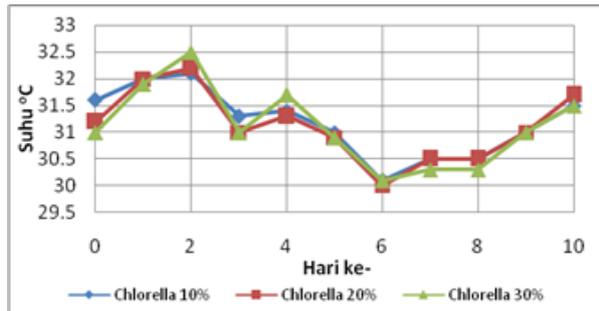
1. Suhu

Suhu merupakan suatu energi kinetik yang timbul dari sumber cahaya yang masuk dan menembus ke dalam air. Suhu merupakan salah satu faktor penting bagi pertumbuhan *Chlorella vulgaris* terutama pada skala laboratorium. Hal tersebut dikarenakan suhu dapat mempengaruhi aktivitas metabolisme sel baik secara fisika, kimia, maupun biologi. Pada suhu optimum, sel dapat berkembang biak dengan baik. Peningkatan dan penurunan suhu hingga batas tertentu akan merangsang adanya aktifitas molekuler, meningkat dan

menurunnya laju difusi dan juga laju fotosintesis (Sachlan, 1982). Berikut ini merupakan grafik suhu hasil uji laju pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan berbagai variasi rasio inokulum dan media.

Suhu optimum pertumbuhan *Chlorella vulgaris* adalah berkisar antara 25 – 34°C dan atau 25 – 30°C (Tahjo *dkk.*, 2002 dan Isnansetyo *dkk.*, 1995). Suhu di bawah 16°C dapat menyebabkan kecepatan perkembangbiakan *Chlorella vulgaris* turun, sedangkan suhu diatas 36°C dapat

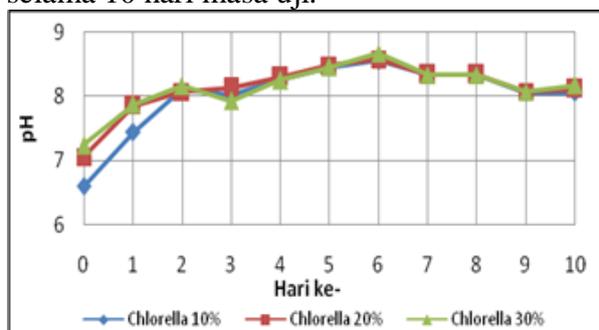
menyebabkan kematian (Taw, 1990). Hasil pengukuran parameter suhu pada Gambar 2 menunjukkan bahwa perubahan nilai suhu pada media kultur tidak terlalu signifikan. Rata-rata suhu yang dihasilkan oleh media kultur selama 10 hari masa uji adalah 31,1-31,2°C. Angka tersebut masih dalam kisaran suhu optimum bagi proses pertumbuhan dan perkembangan *Chlorella vulgaris*.



Gambar 2. Grafik Suhu Media Kultur Pada Uji Laju Pertumbuhan *Chlorella vulgaris*

2. pH

Nilai pH pada media kultur merupakan faktor pengontrol mikroalga dalam memanfaatkan unsur hara. Nilai pH yang terlalu tinggi dapat mengurangi aktifitas fotosintesis fitoplankton (De La Noue dan De Pauw, 1988). Secara umum kisaran pH yang optimum untuk kultur *Chlorella* adalah antara 7-9. pH yang sesuai untuk perkembangbiakan *Chlorella* berkisar antara 4,5-9,3 sedangkan kisaran optimum untuk *Chlorella* laut (*Chlorella vulgaris*) berkisar antara 7,8-8,5 (Prihantini *dkk.*, 2005). Berikut ini merupakan grafik hasil pengukuran nilai pH pada uji laju pertumbuhan *Chlorella vulgaris* setiap 24 jam selama 10 hari masa uji.



Gambar 3. Grafik pH Media Kultur Pada Uji Laju Pertumbuhan *Chlorella vulgaris*

Berdasarkan grafik tersebut, rata-rata nilai pH media kultur untuk seluruh variasi berkisar antara 8,02-8,13. Nilai pH untuk 3 jenis variasi memiliki tren yang meningkat hingga akhir masa uji. Hal tersebut kemungkinan terjadi karena adanya aktivitas fotosintesis mikroalga yang mana pada saat terjadi fotosintesis, mikroalga akan memanfaatkan senyawa CO₂ bebas dan terlarut sebagai sumber karbon anorganik utama yang digunakan. Selain itu, mikroalga juga dapat menggunakan ion karbonat (CO₃²⁻) dan bikarbonat (HCO₃⁻) sebagai sumber karbon yang digunakan untuk proses fotosintesis (Goldman dan Horne, 1983). Adanya penyerapan CO₂ dan ion karbonat/bikarbonat inilah yang menyebabkan penurunan nilai konsentrasi CO₂ terlarut dalam media dan mengakibatkan peningkatan nilai pH media (Sze, 1993).

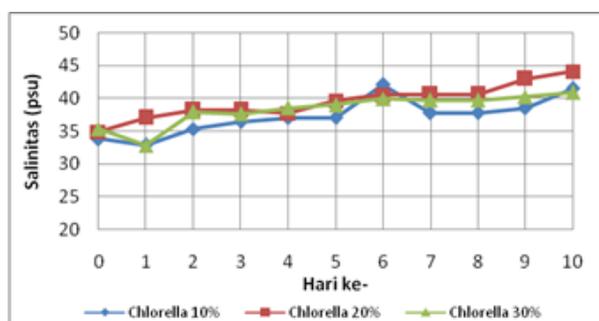
Selain itu, peningkatan nilai pH juga dapat terjadi akibat adanya penguraian protein dan persenyawaan nitrogen lain. Ammonium (NH₄⁺), nitrat (NO₃⁻), dan nitrit (NO₂⁻) merupakan bentuk senyawaan nitrogen organik yang telah mengalami penguraian. Amonium sendiri dihasilkan melalui reaksi disosiasi ammonium hidroksida yang mana merupakan ammonia terlarut dalam air. Reaksi yang dapat terjadi adalah



Bila kesetimbangan reaksi bergerak ke kanan, maka konsentrasi ammonium di dalam media kultur akan meningkat yang menyebabkan nilai pH media meningkat akibat disosiasi senyawa ammonium hidroksida menjadi ion hidroksil yang bersifat basa (Goldman dan Horne, 1983).

3. Salinitas

Salinitas juga merupakan salah satu faktor penting bagi pertumbuhan mikroalga terutama *Chlorella vulgaris* sebagai mikroalga laut. Nilai salinitas optimum diperlukan untuk menjaga ketahanan membran sel agar tidak cepat lisis (Prabowo, 2009). *Chlorella vulgaris* tumbuh optimal pada salinitas 25 – 30 ppt sementara pada salinitas 15 ppt tumbuh lambat dan tidak tumbuh pada salinitas 0 ppt dan 60 ppt (Isnansety dan Kurniastuty, 1995). Berikut ini merupakan grafik hasil pengukuran salinitas media kultur menggunakan alat salinometer pada uji laju pertumbuhan *Chlorella vulgaris* setiap 24 jam selama 10 hari masa uji.



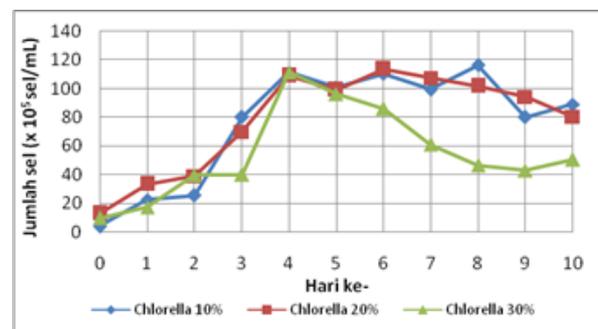
Gambar 4. Grafik Nilai Salinitas Media Kultur Pada Uji Laju Pertumbuhan *Chlorella vulgaris*

Dari grafik tersebut, diketahui bahwa salinitas media kultur mengalami kenaikan setiap harinya. Rata-rata nilai salinitas media kultur untuk ketiga jenis variasi berada pada kisaran 37,28-39,48 PSU. Angka tersebut dapat dikatakan cukup tinggi dari *range* salinitas optimum. Kenaikan angka salinitas dapat disebabkan oleh adanya kenaikan temperature yang relatif lebih tinggi (Prabowo, 2009). Penguapan air laut yang merupakan media kultur dapat dipercepat oleh gerakan gelembung aerasi dalam wadah kultur. Selain karena faktor penguapan, salinitas dapat meningkat karena adanya perbedaan input nutrient ke dalam sel. Kenaikan temperatur menyebabkan mikroalga susah beradaptasi terhadap lingkungan barunya sehingga pemanfaatan nutrient dalam media tidak dapat terjadi dan yang terjadi hanya pembentukan

senyawa garam dalam medium pertumbuhan seperti NH_4Cl (Hladka, 1971). Kenaikan salinitas pada media kultur dapat diakibatkan oleh adanya garam-garam metabolit hasil metabolisme sel ataupun pengendapan garam dan nutrient di dalam media kultur (Rostini, 2007). Namun, pada dasarnya kenaikan salinitas juga membawa dampak baik bagi proses kultur karena menurut penelitian-penelitian terdahulu salinitas yang lebih tinggi dapat meningkatkan kondisi stress pada mikroalga sehingga mampu menghasilkan zat-zat tertentu dalam kuantitas yang lebih besar serta lebih cepat (Takagi *dkk.*, 2006 dan Bosma *dkk.*, 2003).

4. Jumlah Sel *Chlorella vulgaris*

Perhitungan jumlah sel dilakukan setiap 24 jam selama masa uji dengan menggunakan alat *Haemocytometer Nebauer Improved* di bawah mikroskop cahaya perbesaran 100x (10x lensa objektif x 10x lensa okuler). Hasil perhitungan jumlah sel menggunakan *Haemocytometer* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Jumlah Sel *Chlorella vulgaris* Pada Uji Laju Pertumbuhan

Pada grafik tersebut dapat terlihat bahwa jumlah sel hidup pada ketiga jenis variasi mengalami peningkatan mulai dari hari ke-0 hingga hari ke-4 dan mengalami fase stasioner di atas hari ke-4. Pada grafik tersebut diketahui kultur tidak mengalami fase lag/ aklimatisasi pada awal pertumbuhan. Dari grafik tersebut juga tidak terlalu terlihat

adanya fase kematian karena tidak adanya perubahan jumlah sel yang terlalu signifikan. Beberapa penelitian terdahulu menyebutkan bahwa fase kematian terjadi pada media kultur di atas hari ke-14. Pembacaan jumlah sel pada penelitian ini difokuskan pada jumlah sel hidup saja. Hal ini dikarenakan pada proses pembacaan, jumlah sel mati tidak terlalu banyak akibat belum masuknya fase kematian.

Jumlah sel tertinggi dari ketiga variasi inokulum berada pada hari ke-4 yang merupakan titik akhir fase eksponensial. Untuk penambahan inokulum 10%, jumlah sel hidup yang terhitung sebanyak $111,5 \times 10^5$ sel/mL. Sedangkan untuk penambahan inokulum 20% dan 30% terhitung sebanyak 109×10^5 sel/mL dan $111,4 \times 10^5$ sel/mL. Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa penambahan inokulum terbaik berada pada variasi 10% inokulum : 90% media.

Namun, jika dilihat dari setengah fase eksponensial, jumlah inokulum terbaik terletak pada variasi penambahan inokulum 20% dan 30% yakni $39,04 \times 10^5$ sel/mL dan $39,58 \times 10^5$ sel/mL. Tetapi setelah hari ke-4 yang merupakan akhir fase eksponensial, penurunan jumlah sel pada penambahan inokulum 30% menurun secara signifikan. Oleh karena itu pada proses propagasi/kultivasi selanjutnya, jumlah inokulum yang digunakan adalah 20% karena memiliki *rate* pertumbuhan dan jumlah sel terbaik dari kedua variasi lainnya.

Range Finding Test *Chlorella vulgaris* Pada Limbah Cair Kromium

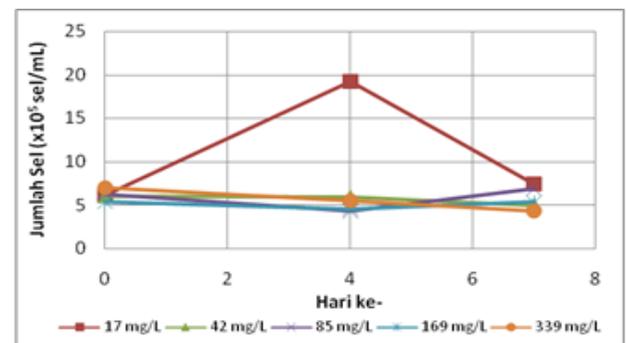
Range Finding Test adalah *preliminary test* yang digunakan untuk mengestimasi konsentrasi kontaminan yang mampu di-*uptake* oleh organism uji (Tangahu dkk., 2010). *Range Finding Test* pada dasarnya memiliki tujuan untuk mengkondisikan mikroalga dengan pencemar $K_2Cr_2O_7$ supaya mikroalga dapat tetap hidup dan melakukan

treatment secara optimal. *Range Finding Test* dilakukan dengan menggunakan konsentrasi yang berbeda pada 5 rentang konsentrasi dalam reaktor untuk mengukur tingkat toksisitas kromium terhadap mikroalga *Chlorella vulgaris*. Hasil perhitungan jumlah sel *Chlorella vulgaris* dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Jumlah Sel *Chlorella vulgaris* Pada Uji RFT (dalam 10^5 sel/mL)

Hari ke	Konsentrasi Kromium (mg/L)					
	0	17	42	85	169	339
0	07.01	06.08	6	06.18	05.34	07.02
4	34.86	19.24	0,27	04.03	04.56	05.52
7	1400	07.42	0,23	0,31	05.03	04.32

Hasil *Range Finding Test* tersebut menunjukkan bahwa *rate* pertumbuhan terbaik terletak pada konsentrasi pencemar 17 mg/L yang mana memiliki efek pertumbuhan sebesar 122% dibandingkan dengan 4 konsentrasi lainnya. Dan hanya pada konsentrasi 17 mg/L saja, pada hari ke-4 jumlah sel mengalami peningkatan.



Gambar 6. Grafik Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* Pada Uji RFT

Berdasarkan pengamatan fisik, hanya konsentrasi 17 mg/L saja yang mengalami perubahan warna. Gambar 7 merupakan hasil pengamatan fisik uji RFT selama 7 hari (kolom horizontal) pada masing-masing konsentrasi kromium (kolom vertikal).

Hasil uji RFT tersebut dapat menjadi acuan bagi penelitian lanjutan terkait dengan penyisihan kromium oleh *Chlorella vulgaris*. Adapun hasil ini juga dapat menjadi bukti bahwa mikroorganisme uji merupakan

mikroorganisme aerob, karena $K_2Cr_2O_7$ pada dasarnya merupakan oksidator kuat yakni melepaskan oksigen pada media (Holleman *dkk.*, 1985).

Cr ⁶⁺	Hari ke-							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0								
17								
42								
85								
169								
339								

Gambar 7. Hasil Pengamatan Fisik Pada Uji RFT

4. KESIMPULAN

1. Jumlah dan waktu optimum yang dapat digunakan sebagai inokulum awal pada proses uji *Range Finding Test Chlorella vulgaris* adalah setengah fase eksponensial dari proses penambahan 20% *Chlorella vulgaris* pada media tumbuh.
2. Nilai konsentrasi kromium maksimum yang toleran bagi pertumbuhan *Chlorella vulgaris* adalah 17 mg/L yang mana pada konsentrasi tersebut pertumbuhan mikroalga masih cukup pesat sesuai dengan hasil perhitungan jumlah sel hidupnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bosma R., dan Wijffels R. H. (2003). Marine Biotechnology in Education: A Competitive Approach. *Biomol Eng*, 20(4-6) : 125-31.
- De La Noue J., dan De Pauw N. (1988). The potential of microalgae biotechnology. A review of production and use of microalgae. *Journal of Biotechnology Advance*, 6 : 725-760.
- Evelyne, R.J., dan Ravisankar, V. (2014). Bioremediation of Chromium Contamination- a Review. *International Journal of Research In Earth & Environmental Sciences*, 1(6): 20–26.
- Farombi, E.O., Adelowo, O.A., dan Ajimoko, Y.R. (2007). Biomarkers of Oxidative Stress and Heavy Metal Levels as Indicators of Environmental Pollution in African Cat Fish (*Clarias gariepinus*) from Nigeria Ogun River. *International Journal of Environmental Research Public Health*, 4(2): 158-5.
- Goldman dan Horne .(1983). *Limnology*. McGraw-Hill, Inc. Auckland.
- Hladka, J.D. (1971). A Comparison of Growth Rate of Algae as Influenced by Variation in Nitrogen Nutrition in *Chlorella pyrenoidosa* dan *Scenedesmus obligus*. *Biologia Plantarum*, 13: 1-11.
- Holleman, A.F., Wiberg, E., Wiberg, N. (1985). *Chromium. Lehrbuch der Anorganischen Chemie* (dalam bahasa German) (edisi ke-91–100). Walter de Gruyter. hlm. 1081–1095. ISBN 3-11-007511-3.
- Isnansetyo, A. dan Kurniastuty. (1995). *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton Pakan Alami 2 untuk Pembenihan Organisme Laut*. Yogyakarta : Kanisius.
- Kamaludeen, S.P.B., Arunkumar, K.R., Avudainayagam, S., dan Ramasamy, K. (2003). Bioremediation of Chromium Contaminated Environments. *Journal of Experimental Biology*, 41(9): 972-985.
- Kurniawan, S.B., Triatmojo, A., Tangahu, B.V., dan Purwanti, I.F. (2018). The Effect of Light-Emitting Diodes (LEDs) Illumination Period and Light Intensity on High Rate Algal Reactor System in Laundry Wastewater Treatment. *Journal of Ecological Engineering*, 19(6).
- Maligan, J.M., Widayanti, V.T., dan Zubaidah, E. (2015). Identifikasi Senyawa Antimikroba Ekstrak Mikroalga Laut *Tetraselmis chuii* (Kajian Metode Ekstraksi Maserasi, Jenis Pelarut, dan Waktu Ekstraksi. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 16(3): 195-206.
- Nacorda, J.O.O., Martinez-Goss, M.R., dan Torreta, N.K. (2010). Bioremoval and Bioreduction of Chromium (VI) by the Green Microalga, *Chlorella vulgaris*

- Beij., Isolated from Laguna de Bay, Philippines. *Phillipine Journal of Science*, 139(2): 181-188.
- Oves, M., Khan, M.S., dan Zaidi, A. (2013). Chromium Reducing and Plant Growth Promoting Novel Strain *Pseudomonas aeruginosa* OSG41 Enhance Chickpea Growth in Chromium Amended Soils. *European Journal of Soil Biology*, 56(1): 72-83.
- Prabowo, D.A. (2009). Optimasi Pengembangan Media Untuk Pertumbuhan *Chlorella* sp. Pada Skala Laboratorium. Skripsi Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, IPB.
- Prihantini, N.B., Putri, B., dan Yuniati, R. (2005). Pertumbuhan *Chlorella* spp. dalam Medium Ekstrak Tauge (MET) dengan Variasi pH Awal. *MAKARA, SAINS*, 9(1) : 2.
- Rostini, I. (2007). Kultur Fitoplankton (*Chlorella* sp. dan *Tetraselmis chuii*) pada Skala Laboratorium. Jatinangor : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Padjadjaran.
- Sachlan, M. (1982). Planktonologi. Semarang : Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro.
- Suminten, N.K., Sudiarta, I.W., dan Simpen, I.N. (2014). Adsorpsi Ion Logam Cr(III) pada Silika Gel dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Ligan Difenilkarbazon (Si-DPZon). *Jurnal Kimia*, 8(2): 231-236.
- Sze P. (1993). *Abiology of The Algae*. Wm. C. Brown Communication. Inc. Georgetown University. United States of America.
- Takagi, M., Karseno, dan Yoshida, T. (2006). Effect of salt concentration on intracellular accumulation of lipids and triacylglyceride in marine microalgae *Dunaliella* cells. *J. Biosci. Bioeng.*, 101: 223–226.
- Tangahu, B.V., Abdullah, S.R.S., Basri, H., Idris, M., Anuar, N., Mukhlisin, M. (2010). Range Finding Test of Lead (Pb) on *Scirpus grossus* and Measurement of Plant Wet-Dry Weight as Preliminary Study of Phytotoxicity. *Prosiding of Regional Engineering Postgraduate Conference*, 110-117.
- Taw. (1990). *Petunjuk Kultur Murni dan Massal Mikroalga*. UNDP. FAO.
- USEPA. (2010). *IRIS, Toxicological Review of Hexavalent Chromium (2010 External Review Draft)*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC EPA/635/R- 10/004A, 2010.
- USEPA. (1987). *Guidelines for The Culture of Fathead Minnows Pimephales Promelasfor Use in Toxicity Tests*, EPA/600/3-87/001. Duluth, Minnesota : USEPA.