

Tingkat Reduksi Kromium Heksavalen (Cr^{6+}) pada Air dengan Menggunakan Kombinasi Kultur *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp.

Anisa Oka Dina^{a*}, I Wayan Darya Kartika^a, Ima Yudha Perwira^{a*}

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bukit Jimbaran, Bali-Indonesia

*Penulis koresponden. Tel.: 085338368208

Alamat e-mail: ima.yudha@unud.ac.id

Diterima (received) 28 November 2019; disetujui (accepted) 20 Februari 2020

Abstract

This study aimed to determine the ability of *Chlorella* sp. and *Spirulina* sp. in combination cultures in reducing heavy metal of chromium hexavalent (Cr^{6+}) in water. This research was conducted at BBPBAP Jepara. This research used a Completely Randomized Design (CRD), which consisted of three treatments and three repetitions, namely treatment A (*Chlorella* sp.), treatment B (*Spirulina* sp.), and treatment C (combination). Based on the results of the study it was found that the combination culture of *Chlorella* sp. and *Spirulina* sp. showed the highest level of reduction heavy metal of chromium hexavalent (20%) compared to the culture of each individual (from 6,0 ppm to 4,8 ppm). There was no effect by heavy metal of chromium hexavalent on the density of phytoplankton during the culture process. Water quality measured during the study was salinity with a value of 15 ppt, DO values ranged from 6,9-7,3 mg/L, temperature values were 21-22,5°C, and pH values ranged from 7,4-7,9.

Keywords: reduction; chromium hexavalent; combination; *Chlorella* sp.; *Spirulina* sp.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan dari *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. pada kultur kombinasi dalam mereduksi logam berat kromium heksavalen (Cr^{6+}) dalam air. Penelitian ini dilakukan di Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara dari bulan Desember 2018 sampai Februari 2019. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari tiga perlakuan dan tiga kali pengulangan yaitu perlakuan A (*Chlorella* sp.), perlakuan B (*Spirulina* sp.), dan perlakuan C (kombinasi). Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kultur kombinasi *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. menunjukkan tingkat reduksi logam berat kromium heksavalen yang paling tinggi (20%) dibandingkan dengan kultur dari masing-masing secara individu (dari 6,0 ppm menjadi 4,8 ppm). Tidak ada pengaruh dari logam berat kromium heksavalen pada kepadatan fitoplankton selama proses kultur. Kualitas air yang diukur selama penelitian yaitu salinitas dengan nilai 15 ppt, nilai DO berkisar 6,9-7,3 mg/L, nilai suhu 21-22,5°C, dan nilai pH berkisar 7,4-7,9.

Kata kunci: reduksi; kromium heksavalen; kombinasi; *Chlorella* sp.; *Spirulina* sp.

1. Pendahuluan

Logam kromium heksavalen (Cr^{6+}) merupakan salah satu jenis logam berat yang dapat bersifat akumulatif di dalam tubuh biota perairan dan pada akhirnya jika terjadi pada jangka waktu yang lama (kronis) maka dapat menyebabkan kematian

(Palar, 2008). Berbeda dengan jenis logam berat kromium lain (Cr^{3+} , Cr^{2+} , dan lain sebagainya). Kromium heksavalen (Cr^{6+}) memiliki tingkat toksisitas yang paling tinggi di lingkungan perairan dikarenakan tingkat kelarutannya yang sangat tinggi dibandingkan dengan kromium trivalen (Cr^{3+}) (Yefrida, 2007). Menurut Effendi

(2003), mekanisme toksisitas kromium heksavalen diketahui terjadi pada manusia yaitu melalui makanan yang masuk ke dalam tubuh dan kulit. Makanan yang tercemar kromium heksavalen bisa berasal dari dalam tanah, air dan udara. Konsentrasi logam kromium heksavalen yang masuk ke dalam tubuh manusia dalam kadar yang tinggi dapat merusak sistem pencernaan karena toksisitasnya yang tinggi.

Penanganan masalah pencemaran logam berat di lingkungan perairan telah banyak dilakukan, salah satu cara yang digunakan yaitu dengan menggunakan mikroalga sebagai bioakumulator. Bioakumulasi yang dilakukan dengan menggunakan mikroalga yaitu untuk memonitoring pencemaran yang terjadi di lingkungan perairan. Sesuai dengan pendapat Hala (2012), mikroalga banyak digunakan sebagai biosorben untuk penanganan pencemaran logam berat di perairan karena di dalam tubuh mikroalga mampu mengakumulasi logam berat. Keuntungan yang diperoleh melalui cara ini adalah biaya yang dikeluarkan cenderung relatif lebih murah dan mudah untuk dibudidayakan. Beberapa jenis mikroalga yang dapat dimanfaatkan antara lain *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. (Afrizi, 2002).

Menurut Soeprbowati dan Hariyati (2012), kemampuan *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. dalam menyerap logam berat didukung dengan adanya kemampuan kedua jenis mikroalga tersebut untuk beradaptasi dan tumbuh dalam menurunkan konsentrasi logam berat di lingkungan tercemar. Beberapa penelitian diketahui menggunakan mikroalga jenis *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. melalui kultur secara individu untuk mengatasi masalah pencemaran logam berat. Akan tetapi masih sedikit informasi tentang kombinasi kultur antara *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. dalam menyerap logam berat kromium heksavalen (Cr^{6+}). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. untuk menurunkan kandungan kromium heksavalen dalam air melalui kultur keduanya secara kombinasi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri dari 3 perlakuan dan 3 kali ulangan. Adapun perlakuan tersebut adalah perlakuan A (*Chlorella* sp.), perlakuan B (*Spirulina*

sp.), dan perlakuan C (kombinasi *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp.). Konsentrasi logam berat kromium heksavalen pada tiap perlakuan diberikan sebanyak 6 ppm.

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan selama 3 bulan yang terhitung dari bulan Desember 2018 hingga Februari 2019. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pakan Hidup, Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP), Jepara, Jawa Tengah. Analisa kandungan kromium heksavalen pada air media kultur *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. dilakukan di Laboratorium Fisika Kimia Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau, Jepara, Jawa Tengah.

2.2 Kultur Mikroalga

Proses kultur *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. diawali dengan penebaran biakan fitoplankton ke dalam wadah kultur yang sudah berisi media (Air laut dengan salinitas 15 ppt sebanyak 2 Liter/wadah, pupuk walne sebanyak 0,5 mL/L dan logam berat $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 6 mg/L). Proses kultur ini dilakukan selama 7 hari, dan selama proses tersebut diberikan aerasi pada kultur agar tidak terjadi pembentukan koloni.

2.3 Pengukuran Kandungan Kromium Heksavalen pada Air Media Kultur

Pengukuran kandungan kromium heksavalen pada media kultur diuji dengan menggunakan metode diphenylcarbazida (Gardner, 2002). Reagent yang digunakan pada penelitian ini adalah reagent dari Hanna Instrument (HI-749 *Chromium VI Low range*). Sebelum dilakukan pengukuran, dibuat kurva standar kromium heksavalen dengan konsentrasi: 0,00; 0,05; 0,10; 0,20; dan 0,50 mg/L. Sampel (atau larutan standar) sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan dengan 0,12 mg reagent Hanna HI-749. Setelah itu ditunggu selama 3 menit untuk *color development*. Absorbansi dibaca pada spektrofotometer UV vis (Genesys 10S UV-Vis) dengan panjang gelombang 525 nm. Kandungan kromium heksavalen diketahui melalui persamaan linier $Y = 0,0006x + 0,074$.

2.4 Estimasi Kemampuan Penyerapan Kromium Heksavalen oleh Mikroalga

Tingkat penyerapan kromium heksavalen oleh mikroalga diestimasi dengan mengukur penurunan (reduksi) kandungan kromium heksavalen di awal dan akhir penelitian. Proses perhitungan tingkat reduksi kandungan kromium heksavalen dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Tingkat reduksi (\%)} = \frac{K_0 - K_t}{K_0} \times 100\% \quad (1)$$

dimana K_0 adalah konsentrasi awal; K_t adalah konsentrasi akhir.

2.5 Penghitungan Kepadatan Mikroalga

Penghitungan kepadatan *Chlorella* sp. dilakukan dengan menggunakan *haemocytometer*, sedangkan kepadatan *Spirulina* sp. dihitung dengan menggunakan *sedgewick rafter*. Data kepadatan mikroalga ini digunakan untuk mengetahui pengaruh paparan kromium heksavalen terhadap *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. selama proses kulturnya.

2.6 Analisis Data

Data ditampilkan dalam bentuk rata-rata \pm standar deviasi, dan dianalisa secara statistik dengan menggunakan *one way analysis of variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan analisa lanjut *Least Significant Difference* (LSD) atau Uji Beda Nyata Terkecil untuk mengetahui tingkat signifikansi perbedaan antar perlakuan.

3. Hasil

3.1 Tingkat Reduksi Kromium Heksavalen oleh *Chlorella* sp., *Spirulina* sp., dan Kombinasinya.

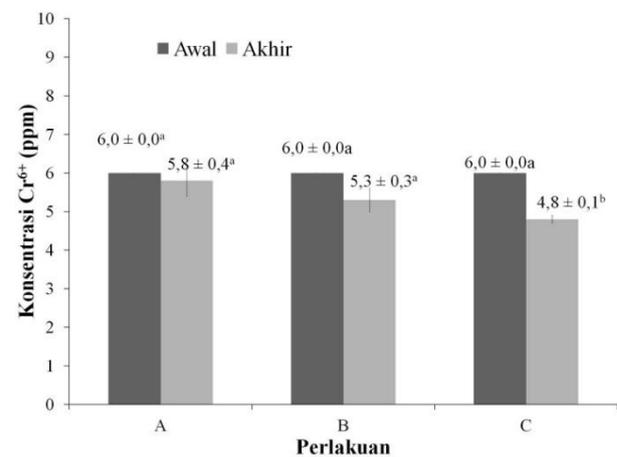
Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi kromium heksavalen pada semua perlakuan di akhir penelitian (Gambar 1). Perlakuan C (Kultur kombinasi *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp.) memiliki tingkat reduksi yang paling besar (20%) dibandingkan perlakuan A (3%) dan perlakuan B (12%) (Tabel 1). Selama 7 hari proses kultur kombinasi *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. mampu menurunkan kromium heksavalen secara signifikan ($p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa kultur kombinasi *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. memiliki tingkat efisiensi yang tinggi untuk menyerap logam berat kromium heksavalen.

Tabel 1.

Tingkat Reduksi Kromium Heksavalen (Cr^{6+}) oleh Setiap Perlakuan

Perlakuan	Konsentrasi Logam Cr^{6+} (ppm)		Tingkat Reduksi (%)
	Awal	Akhir	
A	$6,0 \pm 0,0^{a1}$	$5,8 \pm 0,4^{a1}$	3
B	$6,0 \pm 0,0^{a1}$	$5,5 \pm 0,3^{a1}$	12
C	$6,0 \pm 0,0^{a1}$	$4,8 \pm 0,1^{b2}$	20

Keterangan : (A) *Chlorella* sp., (B) *Spirulina* sp., (C) Kombinasi *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp.: Perbedaan notasi huruf dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan konsentrasi antar perlakuan, sedangkan perbedaan notasi angka dalam baris yang sama menunjukkan penurunan konsentrasi secara signifikan.



Gambar 1. Grafik Konsentrasi Kromium Heksavalen Awal dan Akhir

3.2 Tingkat Kepadatan Fitoplankton Selama Proses Kultur

Pengamatan pada kepadatan *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. menunjukkan bahwa kedua mikroalga (*Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp.) baik pada kultur individu maupun kombinasi menunjukkan pola pertumbuhan dan tingkat kepadatan yang normal. Semua perlakuan menunjukkan adanya fase pertumbuhan yang lengkap (fase adaptasi, fase eksponensial, fase stasioner, dan fase kematian). Kepadatan tertinggi pada semua perlakuan masing-masing mengalami fase puncak di hari kelima masa kultur. Kepadatan perlakuan A pada masa akhir kultur memiliki nilai kepadatan sebesar 517×10^4 sel/ml. Perlakuan B pada masa akhir kultur memiliki kepadatan rata-rata sebesar $9,0 \times 10^4$ sel/ml. Perlakuan C (*Chlorella* sp.) memiliki nilai kepadatan rata-rata yaitu sebesar 520×10^4 sel/ml dan *Spirulina* sp. sebesar

$6,6 \times 10^4$ sel/ml pada akhir masa kultur (Tabel 2). Hasil ini mengindikasikan bahwa penambahan logam berat kromium heksavalen ke dalam media

pemeliharaan tidak memberikan dampak negatif terhadap tingkat pertumbuhan *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp.

Tabel 2.

Pertumbuhan Rata-Rata Kultur Plankton

Hari	Kepadatan Kultur Plankton ($\times 10^4$ sel/ml)							
	A	Fase	B	Fase	C			
					<i>Chlorella</i> sp.	Fase	<i>Spirulina</i> sp.	Fase
1	305	Adaptasi	3,2	Adaptasi	355	Adaptasi	3,4	Adaptasi
2	440	Adaptasi	4,4	Adaptasi	484	Adaptasi	3,3	Adaptasi
3	351	Adaptasi	6,1	Adaptasi	392	Adaptasi	4,0	Adaptasi
4	604	Adaptasi	6,7	Adaptasi	480	Adaptasi	6,5	Adaptasi
5	782	Eksponensial	12,1	Eksponensial	550	Eksponensial	9,1	Eksponensial
6	512	Stasioner	10,1	Stasioner	537	Stasioner	8,4	Stasioner
7	517	Kematian	9,0	Kematian	520	Kematian	6,6	Kematian

Keterangan : (A) *Chlorella* sp. 6 ppm, (B) *Spirulina* sp. 6 ppm, (C) Kombinasi 6 ppm

3. 3 Kualitas Air Media Selama Kultur

Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian diketahui bahwa rata-rata salinitas pada media kultur *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. yaitu sebesar 15 ppt. Nilai DO pada media kultur yaitu berkisar 6,9-7,7 mg/L. Hasil pengukuran suhu pada air media yaitu berkisar antara 21,0-22,5°C. Rata-rata pengukuran pH pada air media kultur *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. yaitu sebesar 7,4-7,9 (Tabel 3). Secara keseluruhan nilai parameter kualitas air tersebut tidak menunjukkan perubahan yang signifikan selama masa kultur (7 hari). Hal ini mengindikasikan bahwa proses remediasi oleh *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas air (Tabel 3).

Tabel 3.

Parameter Kualitas Air Semua Perlakuan Kultur

Parameter	A		B		C	
DO (mg/L)	7,2*	7,3**	7,0*	6,9**	7,0*	6,9**
Salinitas (ppt)	15*	15**	15*	15**	15*	15**
Ph	7,7*	7,5**	7,8*	7,7**	7,4*	7,4**
Suhu (°C)	21*	21,6**	22,5*	21,6**	21,9*	21,6**

Keterangan: (*) Awal; (**) Akhir

4. Pembahasan

4.1 Kemampuan Penyerapan Kromium Heksavalen oleh *Chlorella* sp., *Spirulina* sp., serta Kombinasinya

Hasil pengamatan pada tingkat reduksi kromium heksavalen oleh *Chlorella* sp. dan

Spirulina sp. mengindikasikan bahwa kedua jenis fitoplankton tersebut memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat kromium heksavalen di perairan. Hal ini sesuai dengan pendapat Rudyanti (2011) yang menyatakan bahwa fitoplankton efektif menyerap beberapa senyawa beracun dengan kemampuan desorpsi sebagai bentuk dari pertahanan diri untuk tumbuh di lingkungan tercemar. Menurut Triani (2006), desorpsi adalah proses gugus aktif yang berikatan dengan ion atau molekul pada adsorben pada proses pelepasan ion atau molekul. Terjadinya penurunan secara drastis konsentrasi logam berat pada paparan awal karena adanya perbedaan afinitas antara ion logam dan gugus fungsi yang ada pada permukaan sel mikroalga akan menimbulkan gaya tarik hingga terbentuk ikatan yang cenderung berlangsung dalam waktu yang singkat dan terjadi pada permukaan sel mikroalga (Mehta *et al.*, 2002).

Perlakuan kombinasi *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. menunjukkan hasil kemampuan serapan kromium heksavalen yang paling baik dibandingkan dengan kultur pada masing-masing fitoplankton tersebut secara individu. Hal tersebut diindikasikan dengan tingginya tingkat reduksi kromium heksavalen pada air media selama proses kultur (Tabel 1). Hal ini diduga terkait dengan adanya kemampuan daya serap logam berat pada perlakuan kombinasi yang diserap oleh masing-masing plankton pada media kultur yang dikombinasikan yaitu *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp..

Menurut Nacorda (2007), mikroalga dalam menyerap logam berat dan mengakumulasi logam berat akan berbeda-beda tergantung jenis mikroalga itu sendiri dan jenis logam yang diserap ataupun diakumulasi. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Wetipo *et al.* (2013) yang mendapatkan hasil daya serap logam berat kromium oleh *Chlorella* sp. berkisar 33%. Pernyataan dari Soeprbowati dan Hariyati (2013) mendapatkan bahwa *Spirulina* sp. yang di kultur dalam media yang berisi logam berat kromium mampu menurunkan konsentrasi sebesar 0,682 mg/L dengan penyerapan hingga 88%. Sehingga hal tersebut memungkinkan tingginya tingkat reduksi pada kultur kombinasi dibandingkan kultur individu.

Chlorella sp. dan *Spirulina* sp., kedua plankton ini bisa menyerap logam berat di perairan. Jika dibandingkan dengan kedua jenis plankton tersebut, *Spirulina* sp. memiliki daya adsorpsi yang lebih tinggi terhadap logam berat di perairan dan sering digunakan untuk menghilangkan logam berat di suatu perairan (Darmono, 2006). Penelitian tentang penyerapan logam berat oleh *Spirulina* sp. juga sudah banyak digunakan seperti yang dilakukan oleh Afandi (2014) dengan memanfaatkan *Spirulina* sp. sebagai fikoremediator logam berat kromium dengan konsentrasi 1 mg/l yang dapat menyerap logam berat kromium sebanyak 35%.

Kemampuan desorpsi yang tidak terlalu besar yang dimiliki oleh *Chlorella* sp. dalam mekanisme resistensi terhadap paparan logam berat digunakan sebagai upaya pertahanan diri di perairan yang tercemar. Besar kecilnya daya serap logam berat pada *Chlorella* sp. dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: pH, lama paparan, konsentrasi logam, dan luas permukaan sel *Chlorella* sp. (Triyatno, 2004).

Mengkombinasikan dua jenis plankton (*Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp.) dalam satu wadah kultur diduga dapat meningkatkan daya reduksi logam berat yang terdapat pada media air. Hal tersebut diduga karena adanya reaksi antara kromium dan selulosa yang melapisi dinding sel dari *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp., sehingga pada selulosa terdapat gugus hidroksil yang akan berinteraksi dengan kromium dan mengakibatkan meningkatnya kemampuan mekanisme detoksifikasi ekstraseluler. Walaupun belum ada informasi mengenai mekanisme detail dari penyebab adanya peningkatan kemampuan

penyerapan kromium heksavalen oleh keduanya, namun hal itu diduga terkait dengan adanya mekanisme perlindungan dan toleransi terhadap paparan logam berat, sehingga pada konsentrasi paparan yang begitu tinggi kedua fitoplankton dapat dikatakan resistensi dan kemampuan penyerapan logam berat kromium heksavalen dapat terus terjadi. Hal tersebut juga dikuatkan dengan pendapat Hala (2012) yang mengatakan bahwa fitoplankton umumnya memiliki kemampuan ataupun mekanisme perlindungan terhadap lingkungan yang beracun untuk mempertahankan hidupnya.

4.2 Pengaruh Paparan Kromium Heksavalen terhadap Kepadatan *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp.

Pengamatan pada pertumbuhan *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. selama tujuh hari tidak menunjukkan adanya penurunan kepadatan secara signifikan pasca puncak pertumbuhannya. Hal ini mengindikasikan bahwa paparan logam berat kromium heksavalen tidak memberikan dampak negatif secara signifikan terhadap pertumbuhan kedua jenis fitoplankton tersebut. Hal tersebut diduga terkait dengan paparan logam kromium heksavalen pada penelitian ini masih belum melewati batas kemampuan *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. dalam mentolerir keberadaan logam berat kromium heksavalen di dalam media kultur (Hala, 2012). Batas toleransi paparan logam berat kromium pada *Chlorella vulgaris* dan *Chlorella miniata* menurut penelitian Gokhale *et al.* (2008) mampu menyerap logam berat kromium secara optimal dengan konsentrasi kromium sampai 50 mg/L pada suhu air media sebesar 25°C dan pH sebesar 1,5-4,5. Menurut Afandi (2014), kemampuan pertumbuhan *Spirulina* sp. dalam penyerapan kromium heksavalen yaitu lebih dari 5 ppm. Namun pertumbuhan sel *Spirulina* sp. dapat terhambat bila paparan logam berat pada konsentrasi tertentu tidak bisa lagi mengimbangi efek toksisitas logam berat (Hala, 2012). Tetapi pola pertumbuhan kedua jenis fitoplankton ini menunjukkan pola pertumbuhan yang normal.

4.3 Pengaruh Kromium Heksavalen Terhadap Kualitas Air Selama Masa Kultur

Hasil pengukuran kualitas air pada kultur *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan yang tidak terlalu berbeda jauh pada kualitas air selama proses kultur kedua jenis

fitoplankton tersebut dengan paparan kromium heksavalen (Tabel 3). Penurunan jumlah oksigen terlarut (DO) yang terkandung dalam air media masih dapat dikatakan dalam kisaran DO yang sesuai untuk pertumbuhan kultur *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp.. Menurut Weiner (2008), perairan dapat dikatakan dalam kondisi bagus jika parameter DO di perairan tersebut di atas 8,0 mg/L sedangkan perairan digolongkan kondisi yang tercemar berat jika parameter DO sebesar 4,0 mg/L. Kisaran DO yang sesuai dengan pertumbuhan fitoplankton yaitu sekitar 3-10 ppm (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Sehingga pada kultur kedua plankton tersebut tidak terlalu berpengaruh terhadap pertumbuhan plankton walaupun media pertumbuhannya mengandung logam berat kromium heksavalen.

Begitu pula dengan parameter kualitas air lainnya yaitu salinitas yang digunakan dalam media kultur menunjukkan nilai yang cukup sesuai dengan salinitas yang diperlukan oleh kedua fitoplankton. Salinitas yang digunakan dalam media kultur yaitu sebesar 15 ppt, yang menurut Hariyati (2008) salinitas yang optimal bagi pertumbuhan *Spirulina* sp. yaitu sebesar 15-30 ppt. Sama halnya dengan pendapat Prabowo (2009) yang menyatakan kisaran salinitas yang normal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. yang optimum pada salinitas 15-35 ppt. Sehingga pada kultur *Chlorella* sp., *Spirulina* sp. dan kombinasi kedua jenis tersebut pertumbuhan plankton masih dapat dikatakan bagus.

Pengukuran nilai pH dalam penelitian ini berkisar 7,4-7,8. Nilai tersebut dapat dikatakan sebagai nilai yang normal untuk pertumbuhan *Chlorella* sp., *Spirulina* sp. dan kombinasi kedua jenis plankton. Walaupun terjadi penurunan pada nilai pH di akhir masa penelitian, hal ini mengindikasikan nilai pH akan semakin menurun sesuai dengan bertambahnya nilai konsentrasi logam pada media kultur. Sesuai dengan pendapat Yefrida (2007) bahwa logam kromium heksavalen pada senyawa kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) merupakan senyawa yang bersifat asam, maka nilai pH pun turun menuju pH asam sesuai penambahan kromium heksavalen.

Suhu merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi dari aktivitas metabolisme maupun pertumbuhan organisme perairan seperti fitoplankton. Parameter suhu yang dilakukan selama penelitian yaitu berkisar 21-22°C. Suhu tersebut dapat digolongkan suhu yang normal

untuk pertumbuhan fitoplankton, sesuai dengan pernyataan Putra (2014) bahwa suhu optimal bagi fitoplankton untuk dapat tumbuh selama proses kultivasi ialah antara 20-24°C. Secara umum laju pertumbuhan dari fitoplankton meningkat sejalan dengan kenaikan suhu, dapat menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim (Rizky, 2010). Penambahan logam berat yang terkandung dalam media kultur tersebut hal tersebut juga tidak terlalu mempengaruhi pertumbuhan dari *Chlorella* sp., *Spirulina* sp. dan kombinasinya.

5. Simpulan

Kultur kombinasi *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. menunjukkan kemampuan penyerapan logam berat kromium heksavalen yang lebih baik dibandingkan dengan kultur kedua jenis fitoplankton tersebut secara individu. Paparan logam berat kromium heksavalen pada kultur *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. serta kombinasinya tidak memberikan dampak negatif terhadap tingkat pertumbuhannya. Paparan logam berat kromium heksavalen pada kultur *Chlorella* sp. dan *Spirulina* sp. serta kombinasinya tidak memberikan dampak negatif terhadap kualitas air medianya.

Ucapan terimakasih

Terimakasih saya ucapkan kepada Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara yang telah membantu dan memfasilitasi selama penelitian. Ucapan terimakasih juga saya sampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) yang telah memberikan beasiswa Bidikmisi selama masa perkuliahan.

Daftar Pustaka

- Afandi, A. Y. (2014). *Pengaruh Perbedaan Kadar Logam Berat Kromium (Cr) terhadap Pertumbuhan Populasi Spirulina platensis (Gomont) Geitler dalam Skala Laboratorium*. Skripsi. Semarang, Indonesia: Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro.
- Afrizi, I. (2002). *Pengaruh Warna dan Lapis Cahaya Merah, Biru, Hijau dan Putih terhadap Pertumbuhan Scenedesmus*. Skripsi. Bogor, Indonesia: Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

- Darmono. (2006). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungan dengan Toksikologi Logam*. (Edisi Pertama). Jakarta, Indonesia: UI-Press.
- Gokhale M.K., Agte V.V, & Chiplonkar, S.A. (2008). Kinetic and equilibrium modeling of Chromium (VI) biosorption on fresh and spent *Spirulina platensis/Chlorella vulgaris* biomass. *Bioresource Technology*, **99**(9), 3600-3608.
- Hala, Y., Suryati, E., & Taba, P. (2012). *Biosorpsi Campuran Logam Pb²⁺ dan Zn²⁺ oleh Chaetoceros calcitrans*. Skripsi. Makassar, Indonesia: Kimia FMIPA, Universitas Hassanudin.
- Hariyati, R. (2008). Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina* sp. dalam Skala Laboratoris. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, **10**(1), 19-22.
- Isnansetyo, A., & Kurniastuty. (1995). *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton: Pakan Alami untuk Pembenihan Organisme Laut (Edisi pertama)*. Yogyakarta, Indonesia: Kanisius.
- Gardner, M & Comber, S. (2002). Determination of trace concentrations of Hexavalent Chromium. *Analyst: National Center for Biotechnology Information*, **127**(1), 153-156.
- Mehta, S. K., Singh, A., & Gaur, J. P. (2002). Kinetics of adsorption and uptake of Cu²⁺ by *Chlorella vulgaris* influence of pH, temperature, culture age, and cations. *Journal of Environmental Science and Health*, **37**(3), 399-414.
- Nacorda, J. O., Martinez, M. R., Torreta, N. K. & Merca, F. E. (2007). Metal resistance and removal by two strains of the Green Alga, *Chlorella vulgaris* Beijerinck, isolated from Laguna de Bay, Philippines. *Journal of Biological Sciences, University of Los Bunos*, **22**, 342-347.
- Palar, H. (2008). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. (Cetakan ketiga). Jakarta, Indonesia: Rineka Cipta.
- Prabowo, D. A. (2009). *Optimal Pengembangan Media untuk Pertumbuhan Chlorella sp. pada Skala Laboratorium*. Skripsi. Bogor, Indonesia: Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institusi Pertanian Bogor.
- Putra, I. K. R. W., Anggreni, D., Arnata, I. W. (2014). Pengaruh Jenis Media terhadap Konsentrasi Biomassa dan Klorofil Mikroalga *Tetraselmis chuii*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, **3**(2), 40-44.
- Rizky, N. M. (2010). *Optimasi Kultivasi Mikroalga Laut Nannochloropsis oculata dengan Perlakuan Pupuk Urea untuk Produksi Lemak Nabati*. Tesis. Malang, Indonesia: Fakultas Perikanan, Universitas Brawijaya.
- Rudiyanti, S. (2011). Pertumbuhan *Skeletonema costatum* pada Berbagai Tingkat Salinitas Media. *Jurnal Saintek Perikanan*, **6**(2), 69-76.
- Rusmin. (2005). *Pengaruh Beberapa Konsentrasi Kadmium (Cd) pada Medium Basal Bold (MBB) Terhadap Kerapatan Sel Mikroalga Scenedesmus*. Skripsi. Jakarta, Indonesia: Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Soeprobawati, T. R. & Hariyati, R. (2013). Bioaccumulation of Pb, Cd, Cu, and Cr by *Porphyridium cruentum* (S. F. Gray) Nägeli. *International Journal of Marine Science*, **3**(27), 212-218.
- Soeprobawati, T.R & Hariyati, R. (2012). *The potensial used of microalgae for heavy metals remediation*. Dalam Proceeding the 2nd International Seminar on New Paradigm and Innovation on Natural Sciences and its Application (iSNPiNSA) 2012. Semarang, Indonesia, 4 Oktober 2012 (pp. 72-87).
- Triani, Lies. (2006). *Desorpsi Ion Logam Tembaga (II) dari Biomassa Chlorella sp. yang Terimobilisasi dalam Silika Gel*. Skripsi. Semarang, Indonesia: FMIPA Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Triyatno. (2004). *Kapasitas Adsorpsi Alga Chlorella sp. yang Diimobilisasi dalam Silika Gel Terhadap Ion Logam Cu dalam Limbah Kuningan*. Tugas Akhir. Semarang, Indonesia: Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Negeri Semarang.
- Weiner, E. R. (2008). *Applications of environmental aquatic chemistry, A practical guide (2nd Ed)*. Boca Raton, USA: CRC Press.
- Wetipo, Y. S., Mangimbulude, J. C., & Rondonuwe, F. S. (2013). *Potensi Chlorella sp. sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat di Air*. Dalam Prosiding Seminar Nasional Pendidikan V. Surakarta, Indonesia, 6 Juli 2013 (pp. 3-4).
- Yefrida. (2007). *Regenerasi dan Pemanfaatan Kembali Serbuk Gergaji Sebagai Penyerap Ion Logam Cd, Cu dan Cr dalam Air*. Laporan Akhir BBI. Padang, Indonesia: Universitas Andalas.