Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah
Volume 4 Nomor 1 Halaman 152-156 April 2019

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

# PENGARUH SUHU TERHADAP AKTIVITAS ENZIM PEREDUKSI Cr(VI) *Bacillus cereus* ISOLAT AB56ACr10 DARI TANAH SERPENTIN

# The Effect of Temperature on Cr(VI) Reducing Enzyme Activity *Bacillus cereus* Isolate AB56ACr10 from Serpentine Soil

**Arif Alamsyah *, Rayi Heristiyara, Badruzsaufari, Ika Oksi Susilawati**
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat, Jalan A.Yani Km 36, Banjarbaru, Indonesia
*Penulis koresponden: arif.geco14@gmail.com

**Abstract**

Optimation of temperature to aim the optimal temperature in bacterial enzyme activity. Bacteria basically used for bioremediation process of Cr (VI) hexavalent chromium because many of it is able to reduced harmless Cr(VI) to Cr(III). Studied the effect of temperature was carried out by measured the growth curve for 24 hours in a UV-VIS spectrophotometer by turbidimetry method and determined the Cell fraction. Enzyme activity is measured by calculating the amount of Cr before reduction is reduced by the amount of Cr after reduction in incubation for 1 hour and is called the enzyme unit (U.mgl). The different of temperatures are made by multiple range of 5˚C, that is 25˚C, 30˚C, 35˚C, 40˚C, 45˚C, 50˚C and 55˚C. The determination of enzyme-specific activity was done by calculating the value of the enzyme unit divided by the value of protein concentration. The growth curve of AB56ACr10 bacterial isolate was showed the results of the isolate is be able to survived in medium with Cr concentration of 50 to 150 mg.$L^{-1}$. The highest activity of enzyme was found in free cell media fraction to be 0,0686 Unit.$mg^{-1}$ and its means the bacteria enzyme was secreted by extracellularly. The determined of the effect of temperature showed that bacteria AB56ACr10 isolate was to be able to live optimally at temperatures between 35˚C based on the graph of optimum temperature rise in enzyme activity.

**Keywords**: enzyme, spesific activity, chromium, temperature, bacteria

## 1. PENDAHULUAN

Kemampuan mikroorganisme dalam mereduksi logam berat, salah satunya adalah kromium menyebabkan mikroorganisme berpotensi sebagai agen bioremediasi khususnya pada daerah tanah serpentin. Tanah serpentin umumnya mengandung unsur seperti kromium (Cr), mangan (Mn), kobalt (Co), nikel (Ni), magnesium (Mg), dan besi (Fe). Kromium (Cr) atau kromium heksavalen Cr(VI) biasa terdapat di lingkungan dikenal sebagai polutan berbahaya karena dapat menyebabkan mutasi, iritasi, korosi kulit dan gangguan penyakit pada sebagian besar organisme di sekitar lingkungan tersebut serta menyebabkan penyakit seperti kanker paru-paru pada manusia (Abskharon *et al*. 2010).

Penelitian tentang isolasi mikroba telah dilakukan Farag (2010) dan Zaki (2010) dari limbah dan tanah terkontaminasi untuk melihat kapasitas reduksi logam berbahaya khususnya kromium (Cr) pada konsentrasi berbeda dari Cr(VI). Penelitian terakhir dilakukan oleh Ramadhani (2009) di Kalimantan Selatan ditemukan 12 isolat bakteri pereduksi Cr(VI), tujuh diantaranya mempunyai kemampuan mereduksi Cr(VI) di atas 50%. Isolat bakteri yang diperoleh dari tanah serpentin tersebut menunjukkan kemampuan baik dalam mereduksi Cr(VI). Isolat tersebut mempunyai potensi yang dapat dikembangkan untuk bioremediasi kromium (Cr). Beberapa isolat seperti *Bacillus pumilus, Alcaligenes faecalis*, dan *Staphylococcus* sp. memiliki tingkat kemampuan reduksi Cr(VI) 97%, 95%, dan 91% pada setiap konsentrasi awal Cr(VI) 100 µg/ml selama 24 jam.

Reduksi Cr(VI) dilakukan oleh aktivitas enzim bakteri dan dapat berlangsung di dalam sel (interselular) atau di luar sel (ekstraseluler) (Ramírez-Díaz *et al.* 2007). Menurut Thatoi *et al.* (2014) bakteri yang resisten terhadap Cr(VI) memiliki enzim yang disebut kromat reduktase yang mampu mengkatalisis reduksi Cr(VI) menjadi Cr (III) baik secara aerob maupun anaerob. Proses aktivitas enzim bakteri ini sangat dipengaruhi oleh beberapa factor, seperti suhu, derajat keasaman (pH) dan konsentrasi substrat.

Potensi yang dimiliki bakteri ini tentunya dapat dikembangkan khususnya untuk bioremediasi. Enzim yang dimiliki bakteri ini dapat dipelajari aktivitas nya dengan mengetahui informasi lebih

© Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

banyak dari penelitian, untuk itu perlu dilakukan penelitian agar diperoleh informasi khususnya pengaruh suhu terhadap aktivitas enzim bakteri ini.

## 2. METODE

### 2.1 Alat dan Bahan

Alat alat yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu neraca analitik (AND), cawan petri, tabung reaksi (Iwaki), *hot plate strirrer* (Cimaree), autoclave, oven (Thermologic), *Laminar Air Flow* (ESCO), *water bath* (Grand), jarum ose, incubator (*Imperial-III Incubator*), labu ukur, Erlenmeyer (Iwaki), pipet volumetrik, Lampu Bunsen, Microplate, micropipette (Boeco Germany SP Series), Pipet tip (Biologix), *microcentrifuge tube*, Spektrofotometer *Nano Diode Array* (BMG Labtech), *micropestle* (Genaid), pH meter, corong, cuvette, *microsentrifuge* (Hitaci/CT17RE). Bahan bahan yang akan digunakan yaitu isolat bakteri AB56ACr10 dari tanah serpentin, LB *Broth* (Miller), Aquades, larutan stok Cr(VI) 1000 ppm, 1,5 *difenilkarbazide* (Emsure), Aseton (Mallinckrodt), asam fosfat 85% (Emsure), *Natrium hidroksida* (NaOH), buffer fosfat (pH 7), BSA (konsentrasi 0,5 mg/mL) (amresco), *sodium Chloride* 0,15 M (Amresco) dan reagen *Breadford* (Amresco).

### 2.2 Kultur Isolat Bakteri dan Penentuan Kurva Pertumbuhan Bakteri

Kultur isolat bakteri dilakukan peremajaan dengan menumbuhkan isolat bakteri dari agar miring (stok isolat bakteri) ke media LB Agar dengan penambahan Cr(VI) 50 ppm. Media LB agar dibuat dengan campuran media *Luria Bertani* (LB) 3,75 gram dan agar 2,25 gram yang dilarutkan dalam 150 mL akuades dan media disterilisasi menggunakan otoklaf. Isolat bakteri kemudian diinokulasi dalam media LB Agar + 50 ppm Cr(VI) dan diinkubasi pada suhu 30˚C selama 24 jam dalam inkubator. Isolat bakteri yang telah diremajakan disimpan dalam refrigator sebagai stok kerja.

Isolat bakteri yang telah diremajakan digunakan untuk penentuan kurva pertumbuhan. Penentuan kurva tumbuh bakteri menggunakan metode turbidimetri. Sebanyak 2 atau 3 koloni isolat bakteri dari peremajaan di atas disuspensikan ke dalam 4 ml LB *broth* dalam tabung reaksi. Lima puluh mikroliter (50 µL) suspensi tadi dicampur merata ke dalam 1000 µL LB broth yang mengandung Cr (VI) dengan masing-masing konsentrasi 0 $mg.L^{-1}$, 50 $mg.L^{-1}$, 100 $mg.L^{-1}$ dan 150 $mg.L^{-1}$. Campuran tersebut dipipet ke *microplate* sebanyak 150 µL per sumur dan setiap perlakuan masing masing dilakukan pengulangan sebanyak3-4 kali. Blanko LB *broth* dibuat sebanyak 150 µL dan digunakan untuk pengukuran kerapatan spektrofotomer. Blanko ini juga diulang sebanyak 3-4 kali. Campuran dan blanko dalam microplate tadi diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 30$^{o}$C dalam Spektrofotometer NanoDiode Array (BMG Labtech) dan pertumbuhan sel bakteri diukur setiap tiga puluh menit pada panjang gelombang 560 nm. Kurva tumbuh isolat bakteri dibuat dengan memplotkan kerapatan optik dengan waktu pengukuran.

### 2.3 Fraksinasi Sel

Fraksinasi sel isolat bakteri menggunakan metode yang dimodifikasi dari metode yang dilakukan oleh (Ilias et al. 2011). Sebanyak 10 mL LB broth digunakan sebagai media untuk kultur isolat bakteri dan di inkubasi selama 24 jam. Kemudian kultur isolat bakteri dalam tabung reaksi dipindahkan ke dalam microsentrifuge tube dan disentrifus dengan kecepatan 15.000 rpm, selama 4-5 menit. Suspensi supernatan dan Pelet sel (P) dipisahkan dan dipindahkan ke dalam microsentrifuge tube. Pelet sel disuspensikan dengan 1,5 ml buffer fosfat (100 mM, pH 7,0) sedangkan supernatan dipisahkan dari pelet sel. Supernatan yang didapatkan disebut media bebas sel (S1). Supernatan (S1) disimpan pada suhu 4˚C untuk selanjutnya diuji kemampuan reduksi Cr (VI), kandungan protein, dan pengaruh suhu terhadap aktivitas enzim kromat reduktase. suspensi pelet di masukkan dalam *ice box* kemudian dihomogenasi menggunakan micro pestle 4-5 menit dengan kecepatan 150 rpm. Homogenat disentrifus dengan kecepatan 15.000 rpm pada suhu 4˚C selama 4-5 menit. Supernatan dari homogenat yang didapat, yakni ekstrak sel (S2), dipindahkan ke tube baru. Pelet dari homogenat berupa cell lysate (P2) yang berisi membran disuspensikan dalam 1,5 mL buffer fosfat 0,1 M dan disimpan pada suhu 4˚C

### 2.4 Kandungan Protein dan Pengaruh Suhu Terhadap Aktivitas Enzim

Pengukuran konsentrasi protein dilakukan terhadap fraksi Supernatan (S1) dan Ekstrak sel (S2) dengan menggunakan metode Bradford. Sebanyak 40 µl dari tiap fraksi diambil lalu ditambahkan dengan 10 µl NaCl sehingga totalnya menjadi 50 µl dalam sampel, kemudian dari fraksi tadi diambil sebanyak 20 µl dan dimasukkan kedalam sumur *microplate,*

© Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

ditambahkan 200 µl ml reagen Bradford dan didiamkan selama 2 menit. Konsentrasi protein ditentukan berdasarkan standar konsentrasi protein. Sebagai acuan digunakan kurva standar yang dibuat dengan prosedur yang dikeluarkan pabrik reagen (Amresco) menggunakan BSA dengan konsentrasi 0 ; 2,5; 5; 7,5; 10 µg/100 µl. Blanko dibuat menggunakan 20 µl NaCl dan 20 µl buffer fosfat yang ditambahkan dengan 200 µl reagen Bradford dan didiamkan selama 5 menit. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 595 nm.

Aktivitas enzim kromate reduktase diketahui berdasarkan kemampuan reduksi Cr dari tiap fraksi S1 dan S2 yang digunakan dan ditentukan dengan menggunakan metode yang dimodifikasi dari Ilias *et al*. (2011). Campuran reaksi untuk mengukur kemampuan reduksi Cr (VI) mengandung 120 µl Cr(VI) 500 mg.L$^{-1}$ dalam 2380 µl buffer fosfat (100 mM, pH 7.0), kemudian ditambahkan 500 µl masing-masing fraksi. Kontrol dibuat dengan menambahkan120 µl Cr(VI) 500 mg.L$^{-1}$ dalam 2880 µl buffer fosfat (100 mM, pH 7.0) Campuran reaksi dinkubasi pada suhu yang bervariasi dengan tujuan mengetahui pengaruh suhu terhadap kemampuan reduksi Cr, yakni 25 $^{o}$C, 30$^{o}$C, 35 $^{o}$C, 40 $^{o}$C, 45 $^{o}$C, 50 $^{o}$C dan 55 $^{o}$C selama 60 menit dalam *water bath*. Kandungan Cr (VI) dalam campuran tadi diukur dengan metode DPC pada 0 menit saat sebelum inkubasi untuk data awal dan 60 menit setelah reaksi. Satu unit aktivitas enzim reduktase didefinisikan sebanyak 1 µ mol kromium yang direduksi selama satu menit per milliliter dan dihitung berdasarkan jumlah Cr sebelum reduksi (0 menit) dikurang jumlah Cr setelah reduksi (inkubasi 60 menit) dibagi jumlah waktu inkubasi. Aktivitas spesifik enzim reduktase dihitung sebagai sejumlah unit aktivitas enzim pada setiap mg protein tersebut.

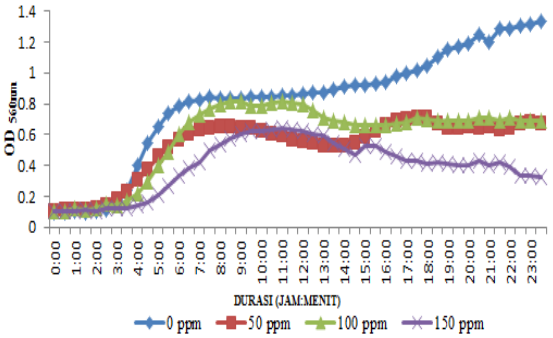
### 2.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengujian reduksi isolat bakteri terhadap Cr(VI) berdasarkan kurva pertumbuhan bakteri dan juga kemampuan reduksi Cr berdasarkan aktivitas enzim nya di analisis secara kualitatif menggunakan grafik.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pertumbuhan Isolat Bakteri pada Kromium (Cr)

Pertumbuhan isolat AB56ACr10 dengan variasi konsentrasi Cr ditunjukkan dalam bentuk kurva hasil dari inkubasi selama 24 jam yang diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 560 nm. Isolat AB56ACr10 mampu bertahan terhadap pengaruh Cr (VI) pada konsentrasi 150 mg.l$^{-1}$. Respon pertumbuhan isolat AB56ACr10 ditunjukan oleh beragamnya kepadatan sel pada masing-masing perlakuan Cr (VI).




Gambar 1. Respon pertumbuhan isolat AB56ACr10 pada berbagai konsentrasi Cr (VI)

Pada gambar 1. pertumbuhan isolat selama 24 jam mengalami tiga fase, yaitu fase lag, fase log, dan fase stationer. Fase lag pada semua perlakuan berlangsung pada waktu bersamaan. Fase ini diikuti pertumbuhan eksponensial (fase log) dilihat dari garis kurva yang meningkat. Pertumbuhan isolat tertinggi hingga akhir inkubasi terjadi pada perlakuan 0 mg.L$^{-1}$ ditunjukkan oleh kepadatan sel yang mencapai 1.3, sedangkan pertumbuhan terendah terjadi pada perlakuan 150 mg.L$^{-1}$ dengan kepadatan sel 0.2 di jam ke-24.

### 3.2 Efek Suhu terhadap Aktivitas Spesifik Enzim

Pengukuran pengaruh suhu terhadap aktivitas spesifik enzim dari isolat AB56ACr10 didapatkan dari hasil analisis antara nilai reduksi oleh enzim kromat reduktase dan kandungan protein dengan perlakuan suhu yang berbeda beda pada inkubasi selama 60 menit. Kandungan protein di uji menggunakan reagen Bradford dan didapat konsentrasi nya setelah di kurang dengan blanko dan standar konsentrasi protein nya.

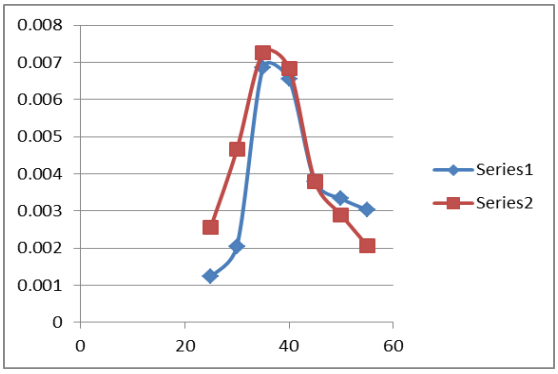
Hasil yang diperoleh dari pengujian aktivitas spesifik enzim (Gambar 2) menunjukkan grafik pada suhu 30˚C dan 35 ˚C mengalami kenaikan reduksi Cr oleh enzim kromat reduktase. Kemudian pada suhu 40 ˚C sudah mulai mengalami penurunan reduksi Cr dan seterusnya pada suhu 45 ˚C, 50 ˚C dan 55 ˚C sudah mengalami fase penurunan reduksi Cr oleh enzim.

© Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

**Tabel 1**. Hasil pengukuran kadar protein dan reduksi Cr

| Fraksi | Suhu (˚C) | Kadar Protein | Aktivitas enzim (U/mL) | Aktivitas spesifik (U/mg-1) |
|---|---|---|---|---|
| S1 | 25 | 0.041 | 0.000050 | 0.00123 |
| | 30 | 0.041 | 0.000083 | 0.00205 |
| | 35 | 0.023 | 0.000156 | 0.00686 |
| | 40 | 0.015 | 0.000106 | 0.00655 |
| | 45 | 0.040 | 0.000150 | 0.00378 |
| | 50 | 0.020 | 0.000072 | 0.00333 |
| | 55 | 0.022 | 0.000072 | 0.00303 |
| S2 | 25 | 0.035 | 0.000089 | 0.00257 |
| | 30 | 0.035 | 0.000161 | 0.00466 |
| | 35 | 0.021 | 0.000150 | 0.00626 |
| | 40 | 0.032 | 0.000217 | 0.00680 |
| | 45 | 0.014 | 0.000094 | 0.00378 |
| | 50 | 0.015 | 0.000106 | 0.00290 |
| | 55 | 0.040 | 0.000083 | 0.00207 |




Gambar 2. Grafik pengaruh suhu terhadap reduksi Cr

## 3.3 Pembahasan

Isolat AB56ACr10 merupakan salah satu isolat bakteri yang telah menunjukkan kemampuan nya mampu mereduksi logam berat berbahaya diantaranya kromium (Cr). Penelitian sebelumnya yang dilakukan Aisyah *et al*. (2017) telah di identifikasi dan berdasarkan pengujian kemiripan sekuens gen diketahui isolat tersebut mirip dengan *Bacillus cereus* (99%). Analisis respon pertumbuhan isolat bakteri yang diisolasi dari tanah serpentin menunjukkan kemampuan resisten terhadap Cr (VI). Respon isolat bakteri AB56ACr10 menunjukkan adanya pertumbuhan meskipun dengan kecepatan tumbuh yang melambat dan kepadatan sel menurun ketika dipaparkan dengan Cr (VI) hingga konsentrasi 150 mg.l$^{-1}$. Hal ini diduga karena bakteri mampu menghasilkan enzim yang resisten terhadap paparan Cr sehingga dapat membantu isolat tersebut bertahan pada lingkungan konsentrasi Cr. Kemampuan resisten dan reduksi *B. cereus* lebih besar karena isolat ini termasuk dalam golongan bakteri gram positif yang memiliki dinding sel peptidoglikan lebih tebal dan kemampuan memompa keluar Cr (VI) oleh gen transporter sehingga mampu beradaptasi dengan tingginya konsentrasi logam berat di lingkungan (He *et al.*, 2010).

*Bacillus* sp. di identifikasi mampu bertahan dan mereduksi Cr (VI) pada konsentrasi tinggi dan dengan jumlah yang cukup besar. *Bacillus* sp. mampu mereduksi Cr 10 µg.ml$^{-1}$ – 40 µg.ml$^{-1}$ sebesar > 95% dalam waktu 24-72 jam (Elangovan *et al.*, 2006). Penelitian sebelumnya juga menyatakan bahwa isolat AB56ACr10 bakteri *Bacillus cereus* resisten terhadap Cr (VI) sampai 200 mg.l$^{-1}$ dan mereduksi 13 mg.l$^{-1}$ minimal 80% selama 24 jam (Aisyah *et al.*, 2017). Penelitian juga telah dilakukan Sau (*et al.*, 2010) menunjukkan bahwa *Bacillus firmus* KUCr1 mampu mereduksi Cr (VI) sebesar 20% selama 150 menit dan menyatakan regulasi enzim kromat reduktase secara konstitutif.

Respon pertumbuhan isolat bakteri yang diisolasi dari tanah serpentin menunjukkan kemampuan resisten terhadap Cr (VI). Isolat bakteri menunjukkan adanya pertumbuhan meskipun dengan kecepatan tumbuh yang melambat dan kepadatan sel menurun ketika dipaparkan dengan Cr (VI) hingga konsentrasi 150 mg.l$^{-1}$. Konsentrasi yang digunakan untuk pengujian ketahanan bakteri hanya sampai 150 mg.l$^{-1}$, karena adanya kemungkinan kerusakan sel jika konsentrasi Cr (VI) lebih besar. Hampir seluruh isolat bakteri mampu tumbuh dalam konsentrasi Cr (VI) 150 mg.l$^{-1}$ meskipun kepadatan sel sangat kecil. Hal ini diduga terjadi sebagai hasil dari kemampuan bakteri menghasilkan enzim pereduksi Cr (VI) yang dapat membantu bertahan pada konsentrasi Cr (VI) yang tinggi (Anyanwu and Ezaka 2011).

Pengukuran nilai aktivitas spesifik enzim isolat AB56ACr10 diperoleh dari hasil analisis antara nilai reduksi oleh enzim kromat reduktase dan kandungan protein. Reduksi Cr pada inkubasi selama 60 menit diberi perlakuan suhu yang berbeda beda dengan tujuan mengetahui pengaruh suhu terhadap reduksi Cr. Suhu yang tidak sesuai dengan suhu optimum enzim dapat merubah konformasi protein sehingga mempengaruhi aktivitasnya (Parameswari *et al*. 2009). Bakteri pereduksi kromium telah dilaporkan memiliki suhu optimum dengan kisaran 25-30$^{0}$C dan pH optimum antara 6.0-7.0 (Pal & Paul 2004; Elangovan *et al*. 2006). Namun, beberapa bakteri pereduksi Cr (VI) dapat aktif dan stabil pada suhu 70$^{0}$C (Sau *et al*. 2010). Penelitian pengaruh suhu terhadap enzim

© Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

p-ISSN 2623-1611
e-ISSN 2623-1980

isolat AB56ACr10 telah dilakukan dan dari hasil yang diperoleh didapat bahwa pada suhu $25^0$C reduksi enzim mulai mengalami peningkatan. Kenaikan yang signifikan terjadi pada suhu $30^0$C-$35^0$C dimana nilai reduksi Cr paling tinggi terjadi pada perlakuan suhu $35^0$C dengan pH 7.0. Nilai aktivitas enzim mulai mengalami penurunan pada suhu $40^0$C dan terjadi seterusnya pada suhu $45^0$C, $50^0$C dan $55^0$C dikarenakan suhu yang tinggi mulai mempengaruhi enzim untuk bekerja. Lingkungan suhu yang terlalu tinggi menjadi inhibitor bagi enzim untuk bekerja secara optimal sehinggal reduksi Cr mengalami penurunan.

Nilai aktivitas spesifik enzim isolat AB56ACr10 dinilai masih terlalu rendah. Hal ini terjadi karena kondisi fraksi yang digunakan masih berupa ekstrak kasar dan belum dilakukan purifikasi. Nilai aktivitas spesifik enzim akan semakin besar apabila ekstrak yang digunakan semakin murni (Sriwahyuni *et al.* 2015). Nilai aktivitas spesifik enzim dan kemampuan reduksi juga dapat dipengaruhi oleh adanya NADH atau NADPH (Elangovan *et al.*, 2006). Peningkatan aktivitas reduksi Cr (VI) setelah diberikan donor elektron telah diuji oleh Sau (*et al*., 2010) dengan nilai aktivitas spesifik enzim berkisar antara 7-14 $U.mg^{-1}$. Hasil tersebut menununjukkan lebih besarnya aktivitas spesifik enzim ketika diberikan donor elektron dibandingkan tanpa donor elektron.

Kemampuan reduksi Cr (VI) dan nilai aktivitas spesifik telah diketahui, namun karakterisasi lengkap pada penelitian ini belum dilakukan, seperti inhibitor dan pH optimum. Selanjutnya diperlukan uji optimasi pH serta pengaruh elektron donor terhadap aktivitas enzim untuk mendapatkan informasi penting yang berkaitan dengan potensi bakteri pereduksi kromium heksavalen. Meskipun demikian, hasil penelitian dapat dijadikan awal pengembangan potensi bakteri pereduksi Cr (VI) untuk aplikasi bioremediasi.

## 4. SIMPULAN

Isolat bakteri AB56ACr10 mampu tumbuh pada konsentrasi Cr (VI) 0 $mg.L^{-1}$ diikuti dengan konsentrasi 50 $mg.L^{-1}$, 100 $mg.L^{-1}$, dan 150 $mg.L^{-1}$ dan Kepadatan sel isolat bakteri terbesar pada konsentrasi Cr (VI) 0 $mg.L^{-1}$.

Aktivitas tertinggi enzim berada pada fraksi media bebas sel sebesar 0,0686 $Unit.mg^{-1}$ yang artinya enzim bakteri disekresikan ekstraseluler.

Pengujian pengaruh suhu menunjukkan pada isolat bakteri AB56ACr10 diketahui enzim mampu bekerja optimal pada suhu 35˚C dan mulai terjadi penurunan reduksi Cr pada suhu 40˚C, 45˚C, 50˚C dan 55˚C

## 5. DAFTAR PUSTAKA

Abskharon RNN, El-Rab SMFG, Hassan SHA, Shareit AAM. 2010. Reduction of toxic hexavalent chromium by *E. coli*. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry* 5(2): 129-135

Aisyah, Mursyidin DH, Nur HS, Badruzsaufari. 2017. Identifikasi bakteri pereduksi kromium dari tanah serpentin. *Bioscientiae* 14(1): 16-24.

Anyanwu CU, Ezaka E. 2011. Chromium (VI) tolerance of bacterial strains isolated from sewage oxidation Ditch. *Int. J. Environmental Sciences* 1(7): 1725-1734.

Elangovan R, Abhipsa S, Rohit B, Ligy P, Chandraraj K. 2006. Reduction of Cr(VI) by a *Bacillus sp*. *Biotechnology Letters*. 28: 247–252

Farag S, Zaki S. 2010. Identification of bacterial strains from tannery effluent and reduction of hexavalent chromium. *Journal of Environmental Biology*. 31(5): 877-882

Ilias M, Rafiqullah IM, Debnath BC, Mannan KSB, Hoq MM. 2011. Isolation and characterization of chromium(vi) reducing bacteria from tannery effluents. *Indian Journal Microbiol* 51(1): 76–81

Pal A, Paul AK. 2004. Aerobic chromate reduction by chromium-resistant bacteria isolated from serpentine soil. *Microbiological Research*: 347-354.

Parameswari E, Lakshmanan A, Thilagavathi T. 2009. Chromate resistance and reduction by bacterial isolates. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 3(2): 1363-1368

Ramírez-Díaz MI, Díaz-Pérez C, Vargas E, Riveros-Rosas H, Campos-García J, Cervantes C. 2007. Mechanisms of bacterial resistance to chromium compounds. *Biometals*

Sau GB, Chatterjee, Mukherjee SK. 2010. Chromate reduction by cell free extract of *Bacillus firmus* KUCrl. *Polish Journal of Microbiology* 59(3): 185-190

Sriwahyuni L, Rosahdi TD, Supriadin A. 2015. Isolasi dan karakterisasi amilase dari biji durian (*Durio* sp.). *Al Kimiya* 2(1): 18-23.

Thatoi H, Dass S, Mishra J, Rath BP, Das N. 2014. Bacterial chromat reductase, a potential enzyme for bioremediation of hexavalen chromium: A review. *Journal of Environmental Management* 146: 383-399.

---

© Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat