

Isolasi dan Uji Resistensi Bakteri Endofit Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* Mart.) terhadap Krom secara *In-Vitro*

Ade Nurmalasari, Oedjijono, Sri Lestari

Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman
Jalan Dr. Soeparno No.63, Grendeng, Purwokerto, 53122
Email: adenurma07@gmail.com

Rekam Jejak Artikel:

Submitted : 29/08/2019
Disetujui : 07/04/2020

Abstract

Endophytic bacteria are bacteria that live in plant tissues and are not pathogenic to the host. One of endophytic bacterial host is water hyacinth. Water hyacinth could accumulate heavy metals, one of which is chrome. The purpose of this study was to obtain endophytic bacteria of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* Mart.), to identify the endophytic bacteria of water hyacinth, and to determine the resistance of endophytic bacteria of water hyacinth to Chrome (Cr). The research method used was a survey with a purposive random sampling technique. Stages of research include root sampling, sterilization of root samples using 2% NaOCl₃, isolation of water hyacinth endophytic bacteria on agar nutrient medium (NA), characterization of bacterial endophytes and resistance test of water hyacinth bacteria to chromium. Based on the results of the study, 8 isolates of endophytic bacteria were isolated from the roots of water hyacinth. Based on Bergey's Manual Determinative of Bacteriology, 6 bacterial isolates (E1, E2, E3, E5, E6, E8) were identified as *Bacillus* and 2 isolates (E4, E7) were identified as *Pseudomonas*. All water hyacinth endophytic bacteria obtained were resistant to chromium to a concentration of 750 mg/L.

Key word : *Chromium, Endophytic Bacteria, Resistance, Water Hyacinth.*

Abstrak

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup pada jaringan tumbuhan dan tidak bersifat patogen bagi inangnya. Salah satu inang bakteri endofit adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes* Mart.). Eceng gondok memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat, salah satunya krom. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan isolat bakteri endofit akar Eceng gondok, mengetahui identitas bakteri endofit akar Eceng gondok, dan mengetahui resistensi bakteri endofit akar Eceng gondok terhadap Krom (Cr). Metode penelitian yang digunakan adalah survai dengan teknik pengambilan sampel purposive random sampling. Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel akar, sterilisasi sampel akar menggunakan NaOCl₃ 2%, isolasi bakteri endofit akar eceng gondok pada medium Nutrient Agar (NA), karakterisasi bakteri endofit akar eceng gondok dan uji resistensi bakteri eceng gondok terhadap krom. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh 8 isolat bakteri endofit yang diisolasi dari akar Eceng gondok. Berdasarkan Bergey's Manual Determinative of Bacteriology, 6 isolat bakteri (E1, E2, E3, E5, E6, E8) teridentifikasi sebagai *Bacillus* dan 2 isolat (E4, E7) teridentifikasi sebagai *Pseudomonas*. Semua bakteri endofit eceng gondok yang diperoleh resisten terhadap krom hingga konsentrasi 750 mg/L.

Key word : *Bakteri Endofit, Eceng Gondok, Krom, Resistensi.*

PENDAHULUAN

Pertambahan jumlah penduduk, meningkatnya industrialisasi dan aktivitas manusia dapat mengakibatkan bertambahnya limbah di lingkungan (Apriadi, 2008). Limbah yang berasal dari aktivitas industri umumnya merupakan limbah anorganik seperti logam berat. Salah satu agen pencemar lingkungan yang perlu dikelola secara benar sebelum dibuang ke lingkungan diantaranya adalah logam berat (Maulana *et al.*, 2017). Logam-logam tersebut meliputi kadmium (Cd), timbal (Pb), merkuri (Hg), nikel (Ni), selenium (Se), seng (Zn) dan krom (Cr).

Krom dapat berasal dari limbah industri penyamakan kulit, *electroplating*, dan tekstil. Industri penyamakan kulit menggunakan proses *chrome tanning* merupakan penghasil limbah yang

mengandung krom (Lasat, 2002; Hartanti *et al.*, 2014). Pengelolaan limbah krom yang tidak diatur di negara berkembang dan maju telah menyebabkan kontaminasi tanah, sedimen, air permukaan, dan air tanah (Szulczewski *et al.*, 1997; Abou-Shanab *et al.*, 2007). Krom valensi 3 (Cr³⁺) merupakan nutrisi penting bagi banyak organisme, namun bersifat toksik jika bervalensi 6 (Cr⁶⁺), Cr⁶⁺ dapat terbentuk akibat adanya proses reduksi (Abou-Shanab *et al.*, 2007). Krom (Cr) yang terdapat di alam biasanya berada pada valensi 3 (Cr³⁺) dan valensi 6 (Cr⁶⁺). Cr⁶⁺ lebih toksik dibandingkan dengan Cr³⁺, karena kelarutan serta memiliki mobilitas yang tinggi di lingkungan (Kristianto *et al.*, 2017). Akumulasi krom dalam jumlah banyak pada tubuh manusia berdampak negatif terhadap organ hati dan ginjal, bersifat karsinogen (penyebab kanker), teratogen

(menghambat pertumbuhan janin) dan mutagen (Schiavon *et al.*, 2008; Kristianto *et al.*, 2017). Dampak Krom yang terakumulasi dalam tubuh organisme akuatik menyebabkan metabolisme tubuh terganggu karena terhambatnya kerja enzim dalam proses fisiologis, akan bersifat kronis dan mengakibatkan kematian organisme (Palar, 2008; Kristianto *et al.*, 2017). Sutamihardja (2006) menyatakan bahwa mekanisme toksisitas logam berat di dalam tubuh organisme yaitu memblokir serta menghalangi kerja gugus biomolekul esensial untuk proses-proses metabolisme seperti gugus SH, menggantikan ion-ion logam esensial dalam molekul terkait dan memodifikasi atau merubah bentuk gugus aktif biomolekul.

Pengendalian logam berat yang terdapat dalam limbah dapat dilakukan secara kimia, fisika dan biologi. Pengolahan limbah secara biologis salah satunya dengan cara memanfaatkan bakteri yang mampu mendegradasi logam berat, pemanfaatan bakteri tersebut memerlukan kajian resistensinya terhadap logam berat. Kajian terkait mikroorganisme yang dapat digunakan sebagai penurun atau pendegradasi logam berat serta bersifat resisten telah banyak dilakukan (Arinda *et al.*, 2012). Sifat resisten mikroba ditunjukkan dengan kemampuan tumbuh mikroba dalam berbagai konsentrasi logam berat pada skala laboratorium maupun di habitat aslinya. Sifat tersebut berupa kemampuan mikroba untuk bertahan terhadap efek toksik logam berat (Gadd, 1992; Yazid *et al.*, 2007). Genus mikroba tersebut diantaranya *Bacillus*, *Citrobacter*, *Pseudomonas*, *Plectonema*, *Saccharomyces* dan *Aspergillus* (Park *et al.*, 2011; Maulana *et al.*, 2017). Sifat resisten terhadap krom diantaranya ditemukan pada spesies *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Salmonella*, *Streptococcus*, *Aeromonas* dan *Enterobacter*. Bakteri tersebut umumnya berasal atau tumbuh di tanah, perairan maupun berasosiasi dengan tumbuhan sebagai mikroba endofit (Misra, 1992; Yazid *et al.*, 2007).

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup di dalam jaringan tumbuhan tanpa menyebabkan efek negatif. Sifat mikroba endofit tersebut memungkinkan adanya hubungan simbiosis mutualisme antara mikroba endofit dan inangnya (Putri, 2017). Bakteri endofit masuk ke dalam tumbuhan melalui luka, stomata, atau karena mampu menghasilkan enzim selulase untuk degradasi dinding sel tumbuhan (Kaga *et al.*, 2009; Marlinda *et al.*, 2014). Tumbuhan yang dapat menjadi inang bakteri endofit diantaranya eceng gondok.

Eceng gondok merupakan spesies tanaman penting yang telah menarik banyak perhatian karena kemampuannya untuk tumbuh dalam air yang sangat tercemar dan kemampuannya untuk mengakumulasi ion logam (Santos & Lenzi, 2000; Soltan & Rashed, 2003; Abou-Shanab *et al.*, 2007). Tanaman eceng gondok dapat tumbuh di daerah terkontaminasi logam dan bersimbiosis dengan berbagai

mikroorganisme yang toleran terhadap konsentrasi logam yang tinggi (Rajkumar *et al.*, 2012). Interaksi sinergis antara tanaman dan mikroorganisme endofit bermanfaat dalam meningkatkan toleransi tanaman terhadap logam berat (Abou-Shanab *et al.*, 2007).

Adapun tujuan penelitian adalah mendapatkan isolat bakteri endofit akar Eceng gondok, mengetahui identitas bakteri endofit pada akar eceng gondok dan mengetahui resistensi bakteri endofit akar eceng gondok terhadap Krom (Cr).

METODE

Pengambilan dan Preparasi Sampel Akar Tanaman Eceng Gondok.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah akar eceng gondok yang diperoleh dari TPA Dusun 5, Banjaran, Bojongsari, Purbalingga. Akar tanaman dipotong, dicuci dengan air mengalir, selanjutnya dikeringkan dan ditimbang 1 g. Akar kemudian disterilisasi permukaannya dengan larutan NaOCl₃ 2%.

Isolasi Bakteri dari Akar Tanaman Eceng Gondok (Resti *et al.*, 2013)

Isolasi dilakukan dengan metode maserasi, dengan cara 5 g akar eceng gondok dihancurkan menggunakan mortal dan pastel steril dan ditambah 45 mL akuades sebagai pengenceran 10⁻¹. Pengenceran dilakukan hingga 10⁻³ dan 10⁻⁴. Sebanyak 0,1 mL suspensi tingkat pengenceran 10⁻³ dan 10⁻⁴ dibiakkan dalam medium *Nutrient Agar* (NA), dan diinkubasi 2x24 jam suhu ruang. Isolat yang tumbuh dilakukan perhitungan jumlah koloni dengan metode *Standard Plate Count* (SPC). Jumlah koloni dihitung per gram sampel (CFU/g) dengan rumus:

$$\text{CFU g}^{-1} \text{ akar} = \text{rata-rata jumlah koloni} \times \frac{1}{n} \times \frac{1}{SP}$$

Keterangan:

n = faktor pengenceran

SP = *spread plate* (0,1 mL)

Permurnian Isolat Bakteri Endofit (Kismiyati *et al.*, 2009)

Pemurnian dilakukan dengan mengambil koloni bakteri yang tumbuh dominan dan diinokulasikan pada medium baru dengan metode gores kuadran. Medium yang digunakan untuk pemurnian sama dengan medium yang digunakan untuk isolasi bakteri sehingga mendapatkan koloni tunggal. Cawan kemudian diinkubasi 2x24 jam pada suhu ruang.

Uji Resistensi Bakteri Endofit terhadap Logam Berat Cr (modifikasi Sari dan Zulaika, 2015)

Uji resistensi bakteri endofit akar eceng gondok terhadap krom dilakukan dengan uji viabilitas isolat bakteri. Satu ose bakteri endofit diinokulasikan pada medium *Nutrient Broth* (NB) yang mengandung krom konsentrasi 100, 250, 500,

da 750 mg/L, tabung uji kemudian diinkubasi 24 jam pada suhu ruang. Kepadatan sel diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 nm. Nilai absorbansi kemudian dicatat dan dijadikan data kepadatan sel.

Karakterisasi Isolat Bakteri Endofit

Pengamatan Morfologi (Habazar & Rivai, 2004)

Pengamatan morfologi bakteri meliputi bentuk, tepi, elevasi, warna, permukaan dan ukuran koloni.

Pewarnaan Gram (Hadioetomo, 1993)

Pewarnaan Gram dilakukan dengan cara isolat bakteri diambil menggunakan ose dan dicampurkan dengan akuades pada *object glass*. Apusan difiksasi dengan melewati 2-3 kali di atas api *buncen*. Apusan ditetaskan dengan gram A (*Crystal violet*) dan dibiarkan selama 60 detik kemudian dicuci kering-anginkan, ditetaskan dengan gram B (*iodine*), dibiarkan selama 60 detik kemudian dicuci kering-anginkan, ditetaskan dengan gram C (alkohol) hingga jernih kemudian dicuci kering-anginkan, ditetaskan dengan gram D (safranin) dan dibiarkan selama 45 detik kemudian cuci kering-anginkan. Hasil pewarnaan gram diamati dengan mikroskop. Bakteri Gram positif terwarnai ungu dan Gram negatif terwarnai merah.

Pengamatan Endospora (Pearce, 2009).

Pewarnaan endospora dilakukan setelah isolat bakteri endofit difiksasi agar bakteri dapat melekat dan membuat spora. Preparat selanjutnya ditetesi *Malachite green* 5% sebagai warna primer dan dipanaskan. Preparat kemudian dicuci dengan akuades dan dikering-anginkan. Preparat selanjutnya ditetesi dengan safranin dan didiamkan selama 2 menit kemudian dicuci kering-anginkan. Endospora akan terwarnai hijau.

Uji Motilitas (Anastiawan, 2014)

Uji motilitas dilakukan dengan cara isolat diambil menggunakan tusuk steril dan diinokulasikan dengan cara ditusuk pada medium *Sulfide Indole Motility Agar* (SIMA) tegak, lalu diinkubasi suhu ruang 2x24 jam. Hasil positif (motil) ditandai dengan adanya pertumbuhan di sekitar bekas tusukan.

Uji Katalase (Fithriyah et al., 2015)

Uji katalase dilakukan dengan cara meneteskan hidrogen peroksida (H_2O_2) pada gelas objek steril kemudian isolat bakteri endofit dioleskan menggunakan ose. Hasil positif ditandai dengan terbentuknya gelembung gas.

Uji Oksidase (Atlas et al., 1984)

Isolat bakteri diulas pada kertas saring, kemudian ditetes reagen oksidase (*Tetramethyl P-Phenylenediamine Dihydrochloride*) dan ditunggu

selama 60 detik. Hasil positif jika kertas saring berubah warna dari tidak berwarna menjadi biru tua.

Uji O/F (Oksidatif/Fermentatif) (Kismiyati, 2009)

Uji O/F dilakukan dengan cara setiap isolat bakteri endofit di *stab inoculation* pada dua medium basal, salah satu media diberi paraffin. Tabung reaksi uji OF diinkubasi 2x24 jam pada suhu ruang. Hasil positif jika terjadi perubahan warna pada medium.

Pengaruh Suhu (Modifikasi Saha & Subhas, 2014)

Pengukuran suhu dilakukan dengan cara sebanyak satu ose isolat bakteri endofit diinokulasikan pada medium Nutrient Broth (NB) kemudian diinkubasi pada suhu yaitu 4°C, suhu ruang (SR), 37°C dan 80°C selama 2x24 jam. Interpretasi positif ditandai dengan adanya perubahan kekeruhan pada medium.

Pengaruh pH (Modifikasi Saha & Subhas, 2014)

Pengukuran pH dilakukan dengan cara sebanyak satu ose isolat bakteri endofit diinokulasikan pada medium NB dengan pH 3, 7 dan 9 secara aseptis, kemudian diinkubasi 2x24 jam pada suhu ruang. Interpretasi positif ditandai dengan adanya perubahan kekeruhan pada medium.

Pengaruh Salinitas

Pengukuran suhu dilakukan dengan cara sebanyak satu ose isolat bakteri endofit diinokulasikan pada medium NB dengan tingkat salinitas berbeda yaitu 0%, 0,85% dan 5% secara aseptis, kemudian diinkubasi 2x24 jam pada suhu ruang. Interpretasi positif ditandai dengan adanya perubahan kekeruhan pada medium.

Kemampuan Menghasilkan Asam dari Beberapa Karbohidrat (Soemarno, 2003)

Uji gula dilakukan dengan cara sebanyak 0,1 mL isolat bakteri dari kultur cair diinokulasikan ke dalam masing-masing medium yang mengandung gula glukosa, sukrosa atau laktosa. Tabung yang mengandung gula diinkubasi 2x24 jam pada suhu ruang. Interpretasi positif ditandai dengan perubahan warna media dari merah menjadi kuning.

Analisis

Data hasil pengamatan dianalisis secara deskriptif. Karakterisasi bakteri endofit dilakukan sampai tingkat genus dengan cara membandingkan karakter yang dimiliki oleh isolat mengacu pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. Hasil dari uji resistensi disajikan dalam bentuk tabulasi dan dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh sebanyak 8 isolat bakteri endofit asal akar eceng gondok di daerah TPA Purbalingga yang diberi kode E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, dan E8. Kepadatan bakteri endofit pada akar tanaman eceng gondok rata-rata sebanyak $4,54 \times 10^6$ cfu/gram. Abou-Shanab *et al.* (2007) melaporkan bahwa kepadatan populasi bakteri pada akar eceng gondok yang tumbuh di Danau Mariout, Mesir adalah sebanyak $6,6 \times 10^6$ cfu/gr.

Hasil pengamatan karakteristik morfologi koloni menunjukkan bahwa semua isolat memiliki bentuk koloni sirkuler, 4 isolat memiliki *margin entire* (E1, E2, E3, E7) dan 4 isolat *undulate* (E4, E5, E6, E8), 3 isolat memiliki elevasi konveks (E1, E2, E3) dan 5 isolat *raised* (E4, E5, E6, E7, E8), 4 isolat bakteri endofit eceng gondok memiliki warna koloni putih transparan (E1, E2, E4, E8), 2 isolat putih tulang (E6, E7), dan 2 isolat kuning (E3, E5). Permukaan koloni kedelapan isolat bakteri endofit mengkilap dengan ukuran *pin point* hingga medium (Tabel1).

Hasil pengamatan karakteristik mikromorfologi isolat bakteri endofit menunjukkan bahwa sebanyak 6 isolat bersifat Gram positif (E1, E2, E3,

E5, E6, E8) dan 2 isolat Gram negatif (E4, E7). Kedelapan isolat bakteri berbentuk basil dan bersifat motil. Beberapa isolat bakteri endofit eceng gondok diketahui dapat membentuk spora (E1, E2, E3, E5, E6, E8) (Tabelv 1).

Hasil pengujian karakteristik biokimia menunjukkan 6 isolat (E3, E4, E5, E6, E7, E8) bersifat katalase positif, 2 isolat katalase negatif (E1, E2), 3 isolat oksidase positif (E1, E2, E4), dan 5 isolat oksidase negatif (E3, E5, E6, E7, E8). Sebanyak 5 isolat bakteri endofit bersifat oksidatif (E3, E4, E5, E6, E8), 2 isolat fermentatif (E2, E7), dan 1 isolat oksidatif fermentatif (E1). Berdasarkan pengamatan produksi asam dari berbagai karbohidrat, semua isolat bakteri endofit dapat memproduksi asam dari glukosa dan sukrosa tetapi tidak dapat memproduksi asam dari laktosa (Tabel 1).

Hasil pengamatan karakteristik fisiologis menunjukkan bahwa kedelapan isolat bakteri tumbuh pada suhu ruang (SR) dan suhu 37°C, pH 7 hingga 9, dan salinitas sampai 5%. Bakteri endofit dapat tumbuh pada pH 9 namun pertumbuhannya menurun, begitu pula pada salinitas 5%. Hal tersebut dapat diketahui dari pengamatan kekeruhan bakteri pada medium pertumbuhan (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik Bakteri Endofit yang Diisolasi Akar Eceng Gondok

Karakter	Isolat							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Makromorfologi								
Bentuk	Sirkuler	Sirkuler	Sirkuler	Sirkuler	Sirkuler	Sirkuler	Sirkuler	Ireguler
Margin	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>	<i>Undulate</i>	<i>Undulate</i>	<i>Undulate</i>	<i>Entire</i>	<i>Undulate</i>
Elevasi	<i>Convex</i>	<i>Convex</i>	<i>Convex</i>	<i>Raised</i>	<i>Raised</i>	<i>Raised</i>	<i>Raised</i>	<i>Raised</i>
Warna	Putih transparan	Putih transparan	Kuning	Putih transparan	Kuning	Putih tulang	Putih tulang	Putih transparan
Permukaan	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap	Mengkilap
Ukuran	<i>Small</i>	<i>Medium</i>	<i>Small</i>	Pin point	<i>Small</i>	<i>Small</i>	<i>Small</i>	<i>Medium</i>
Mikromorfologi								
Gram	+	+	+	-	+	+	-	+
Bentuk sel	Basil	Basil	Basil	Basil	Basil	Basil	Basil	Basil
Spora	+	+	+	-	+	+	-	+
Motilitas	+	+	+	+	+	+	+	+
Biokimia								
Katalase	-	-	+	+	+	+	+	+
Oksidase	+	+	-	+	-	-	-	-
O/F	OF	F	O	O	O	O	F	O
Produksi asam								
Glukosa	+	+	+	+	+	+	+	+
Sukrosa	+	+	+	+	+	+	+	+
Laktosa	-	-	-	-	-	-	-	-
Fisiologi								
Suhu	SR-37°C	SR-37°C	SR-37°C	SR-37°C	SR-37°C	SR-37°C	SR-37°C	SR-37°C
Ph	7	7	7-9	7-9	7-9	7-9	7-9	7-9
Salinitas	0%-5%	0%-5%	0%-5%	0%-5%	0%-5%	0%-5%	0%-5%	0%-5%

Berdasarkan hasil karakterisasi pada Tabel 1 dan mengacu pada *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt *et al.*, 1994), sebanyak 6 isolat bakteri endofit asal akar Eceng Gondok termasuk anggota genus *Bacillus* (E1, E2, E3, E5, E6, E8) dan 2 isolat adalah anggota genus *Pseudomonas* (E4, E7). Abou-Shanab *et al.* (2007)

juga mendapatkan 8 isolat bakteri endofit dari tanaman eceng gondok di Danau Mariout, Mesir yang diantaranya merupakan spesies anggota genus *Bacillus* dan *Pseudomonas*.

Spesies anggota genus *Bacillus* merupakan bakteri berbentuk batang, membentuk endospora, Gram positif, bergerak dengan flagel peritrikus,

bersifat aerobik atau fakultatif anaerobik, memiliki kisaran suhu pertumbuhan yang luas serta bersifat katalase positif. Karakteristik spesies anggota genus *Pseudomonas* merupakan bakteri yang memiliki ciri-ciri yaitu berbentuk batang, motil, Gram negatif, aerob dan katalase positif (Pelczar dan Chan, 2014).

Berdasarkan hasil pengujian resistensi bakteri endofit eceng gondok terhadap krom menunjukkan bahwa bakteri endofit memiliki toleransi yang bervariasi (fluktuatif) (Tabel 2). Uji resistensi yang dilakukan pada bakteri endofit eceng gondok menunjukkan jika semua isolat bakteri mampu tumbuh pada media yang mengandung krom dengan konsentrasi 100, 250, 500, dan 750 mg/L. Resistensi Isolat bakteri E2 dan E8 menurun seiring dengan kenaikan konsentrasi krom sedangkan isolat bakteri E1, E3, E4, E5, E6, E6, dan E7 memiliki

resistensi yang fluktuatif. Resistensi yang fluktuatif mengindikasikan bahwa beberapa isolat bakteri memanfaatkan krom untuk menunjang pertumbuhannya. *Enzyme-catalysed transformation* merupakan salah satu aktivitas enzimatik bakteri yang mampu menggunakan atau mentransformasikan senyawa polutan sebagai sumber energi dan karbonnya (Lloyd, 2002). Perbedaan resistensi bakteri terhadap krom juga dapat terjadi karena adanya bakteri yang telah mati kemudian mengendap di dasar medium cair yang kurang homogen karena kurangnya pengocokan sebelum isolat diukur nilai kekeruhannya. Hal tersebut menyebabkan nilai OD yang terukur pada spektrofotometer menjadi rendah (Respati *et al.*, 2017).

Tabel 2. Resistensi Bakteri Endofit terhadap Krom

Konsentrasi Krom (mg/L)	Nilai OD							
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
0	0,151	0,399	0,302	0,311	0,447	0,384	0,292	0,286
100	0,364	0,249	0,318	0,186	0,302	0,278	0,192	0,232
250	0,149	0,166	0,153	0,081	0,194	0,093	0,114	0,195
500	0,178	0,123	0,174	0,142	0,160	0,102	0,128	0,104
750	0,074	0,092	0,118	0,193	0,193	0,115	0,109	0,090

Larashati (2004) berhasil mengisolasi *Bacillus* yang tahan terhadap krom dalam konsentrasi tinggi (500 mg/L). Kelompok *Bacillus* banyak ditemukan di tempat pembuangan sampah dan ada yang memiliki resistensi dan kemampuan reduksi terhadap krom. Kemampuan mikroorganisme untuk hidup dalam lingkungan yang terkontaminasi logam berat disebabkan oleh sejumlah mekanisme pertahanan yang dikembangkan mikroorganisme dalam mengatasi toksisitas logam berat. Abou-Shanab *et al.* (2007) melaporkan bahwa *Pseudomonas* memiliki resistensi mencapai 200 mg/L.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan diperoleh 8 isolat bakteri endofit hasil isolasi dari akar eceng gondok. Isolat bakteri E1, E2, E3, E5, E6, dan E8 merupakan spesies anggota genus *Bacillus* sedangkan isolat E4 dan E7 merupakan spesies anggota genus *Pseudomonas*. Bakteri endofit eceng gondok resisten terhadap logam berat krom hingga konsentrasi 750 mg/L. Semakin tinggi konsentrasi krom resistensi bakteri endofit semakin rendah.

DAFTAR REFERENSI

Abou-Shanab, R.A.I., J.S. Angle & P. van Berkum. 2007. Chromate-Tolerant Bacteria for Enhanced Metal Uptake by *Eichhornia*

crassipes (Mart.). *International Journal of Phytoremediation*, 9, pp. 91-105.

- Anastiawan. 2014. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Probiotik yang Berasal dari Usus Itik Pedaging *Anas domesticus*. [Skripsi]. Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar.
- Apriadi, T. 2008. Kombinasi Bakteri dan Tumbuhan Air Sebagai Bioremediator dalam Mereduksi Kandungan Bahan Organik Limbah Kantin. [Skripsi]. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Arinda, T., Maya S. & Enny Z. 2012. Resistensi Bakteri *Bacillus* Terhadap Logam Berat. *Scientific Conference Of Environmental Technology*, IX, pp. 1-5.
- Atlas, R.M., A.E. Brown, K.W. Dobra, & L. Miller. 1984. *Experimental Microbiology*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Fithriyah, N.L. 2015. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit dari Rumput Kebar (*Biophytum* sp.) sebagai Senyawa Antibakteri terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

- Gadd, G.M. 1992. *Heavy Metal Pollutants: Environmental and Biotechnological Aspect. Encyclopedia of Microbiology. Volume 2. D-L*. USA: Academic Press Inc.
- Habazar, T. & Rivai, F. 2004. *Bakteri Patogenik Tumbuhan*. Padang: Andalas University Press.
- Hadioetomo, R.S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek*. Jakarta: Gramedia.
- Hartanti, P.I., A.T.S. Haji & R. Wirosodarmo. 2014. Pengaruh Kerapatan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Terhadap Penurunan Logam Chromium pada Limbah Cair Penyamakan Kulit. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, pp. 31-37.
- Holt, J.G., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T. & Williams, S.T. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 9th edn. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Kaga, H., Mano, H., Tanaka, F., Watanabe, A., Kaneko, S., & Morisako, H. 2009. Rice seeds as source of endophytic bacteria. *Microbes Environ*, 24(2) pp. 154–162
- Kismiyati, S., Subekti, R.W.N. Yusuf, & R. Kusdarwati. 2009. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Gram Negatif pada Luka Ikan Maskoki (*Carassius auratus*) Akibat Infestasi Ektoparasit *Argulus* sp. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(2), pp. 129-134.
- Kristianto, S., S. Wilujeng, & D. Wahyudiarto. 2017. Analisis Logam Berat Krom (Cr) pada Kali Pelayaran Sebagai Bentuk Upaya Penanggulangan Pencemaran Lingkungan di Wilayah Sidoarjo. *Jurnal Biota*, 3(2), pp. 66-70.
- Lasat, M.M. 2002. Phytoextraction of Toxic Metals: A review of Biological Mechanisms. *J. Environ. Qual*, 31, pp 109- 120.
- Lloyd, Jonathan R. 2002. Bioremediation of metals; the application of micro-organisms that make and break minerals. *Microbiology Today*, 29, pp. 67-69.
- Larashati S. 2004. Reduksi Krom (VI) Secara In Vitro Oleh Kultur Campuran Bakteri Yang Diisolasi Dari Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah. *Tesis*. Departemen Biologi Institut Teknologi Bandung.
- Marlinda, S., S. Devi, & Saryono. 2014. Seleksi Sembilan Belas Bakteri Endofit dari Umbi Tanaman Dahlia (*Dahlia variabilis*) Penghasil Enzim Selulase. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Kampus Binawidya Pekanbaru*, pp. 1-6.
- Maulana, A., Supartono, & S. Mursiti. 2017. Bioremediasi Logam Pb pada Limbah Tekstil dengan *Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis*. *Indo. J. Chem. Sci.* 6 (3), pp. 268-273.
- Misra, T.K. 1992. *Heavy metals, Bacterial resistances. Encyclopedia of Microbiology, Volume 2 D-L*. USA: American Society For Microbiology.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Park, J. H., D. Lamb, P. Paneerselvam, G. Choppala, J. W. Chung, & N. Bolan. 2011. Role of Organic Amendments on Enhanced Bioremediation of Heavy Metal (Loid) Contaminated Soils. *Journal of Hazardous Materials*, 1(85), pp. 549-574.
- Pearce, E. 2009. *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Pelczar Jr, M.J. & E.C.S. Chan. 2014. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Universitas Indonesia Press
- Putri, D. M. 2017. Isolasi, Karakterisasi dan Uji Aktivitas Antibiotik Bakteri Endofit dari Tumbuhan Eceng Gondok [*Eichhornia crassipes* (Mart.)] di Danau Maninjau, Sumatera Barat. [Skripsi]. Fakultas Farmasi Universitas Andalas Padang.
- Rajkumar, M., S. Sandhya, M.N.V. Prasad, & H. Freitas. 2012. Perspectives of plant-associated microbes in heavy metal phytoremediation. *Biotechnology Advances*, pp. 1-35.
- Respati, Ningtyas Y., Evy Yulianti, Anna Rakhmawati. 2017. Optimasi Suhu dan pH Media Pertumbuhan Bakteri Pelarut Fosfat dari Isolat Bakteri Termofilik. *Jurnal Prodi Biologi*, 6 (7), pp. 423-430.
- Resti Z., T. Habazar, D.P. Putra, & Nasrun. 2013. Skrining dan Identifikasi Isolat Bakteri Endofit untuk Mengendalikan Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Bawang Merah. *J. HPT Tropika*, 13(2), pp. 167-178.
- Saha, Amrita & Santra, Subhas., 2014. Isolation and Characterization of Bacteria Isolated from Municipal Solid Waste for Production of Industrial Enzymes and Waste Degradation. *Journal microbiology*, 1(1).
- Santos, M. and Lenzi, E.A.A. 2000. The use of aquatic macrophytes (*Eichhornia crassipes*) as a biological filter in the treatment of lead contaminated effluents. *Environ. Technol.* 21, pp. 615–622.
- Sari, A.P.N. & Enny Z. 2015. Viabilitas *Bacillus* S1, SS19 dan DA11 pada Medium yang Terpapar Logam Kromium (Cr). *Jurnal Sains Dan Seni Its*, 4(2), pp. 2337-3520.
- Schiavon, M.E.A.H. Pilon. Smits, M. Wirtz, R. Hell and M. Malagoli. 2008. Interactions Between

- Chromium And Sulfur Metabolism In Brassica juncea. *Journal Of Enviromental Quality*, 37, pp. 1536-1545.
- Soemarno., 2003. *Isolasi dan Identifikasi Bakteri Klinik*. Akademi Analisis Kesehatan Yogyakarta. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Yogyakarta.
- Soltan, M.E. & Rashed, M.N. 2003. Laboratory study on the survival of water hyacinth under several conditions of heavy metal concentrations. *Adv. Environ. Res* 7, pp. 321–334.
- Sutamihardja. 2006. *Toksikologi Lingkungan*. Jakarta: Buku Ajar Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia.
- Szulczewski, M. D., Helmke P. A., & Bleam W. F. 1997. Comparison of XANES analysis and extractions to determine chromium speciation in contaminated soils. *Environ. Sci. Technol*, 31, pp. 2954-2959.
- Yazid, M., A. Bastianudin & W. Usada. 2007. Seleksi Bakteri Pereduksi Krom di Limbah Cair Industri Penyamakan Menggunakan Metode Ozonisasi. *Prosiding PPI - PDIPTN 2007 Pustek Akselerator dan Proses Bahan - BATAN Yogyakarta*, pp. 46-54.