

Kemampuan *Chaetoceros calcitrans* (Paulsen) Takano dalam Menurunkan Kadar Logam Berat Tembaga (Cu) pada Limbah Tekstil

Eko Bambang Fitriyanto, Tri Retnaningsih Soeprbowati dan Riche Hariyati

Departemen Biologi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang, Semarang, Indonesia.

email : vj.ebam@gmail.com; trisoeprobawati@live.undip.ac.id; riche.hariyati@gmail.com

Abstract

Textile industries produce waste as one of the industrial product processing. One of pollutants in liquid waste is heavy metal ion. The heavy metals which were found in textile waste is Copper. Copper is one of the metals which are needed in trace element and essentially for the organism. But if its amounts were high, the function will change as a toxin in the body. Physical and chemical remediation method need expensive price but it is not effective. Another alternative method that can be used is bioremediation with micro algae, called phycoremediation. One of micro algae that was used for phycoremediation agent is *Chaetoceros calcitrans* (Paulsen) Takano is easy to be cultured. The objective of this research is to study the growth of the population and the percentage of Cu reduction after inoculation using *C. calcitrans* (Paulsen) Takano. *Chaetoceros calcitrans* (Paulsen) Takano was cultivated in textile waste in seven days were observed the population and the percentage of Cu reduction. The environment factors such as salinity, pH, light intensity should be kept for their stability. During seven days, *C. calcitrans* (Paulsen) Takano able decreased 20% of Cu concentration (from 0.595 mg/l to 0.478 mg/l) in seven days and the number of cells $2,8 \times 10^6$ cell/ml.

Keywords: *Chaetoceros calcitrans*, heavy metal, phycoremediation, copper.

Abstrak

Industri tekstil menghasilkan limbah sebagai salah satu hasil dari pengolahan produk industri. Salah satu polutan yang banyak dijumpai pada limbah cair adalah ion logam berat. Logam berat yang terdapat dalam limbah tekstil antara lain tembaga. Logam tembaga (Cu) merupakan salah satu logam yang diperlukan dalam jumlah sedikit dan esensial oleh makhluk hidup, tetapi jika jumlahnya berlebihan maka fungsinya akan berubah menjadi zat toksik di dalam tubuh. Metode remediasi secara fisik dan kimia memerlukan biaya yang mahal dan tidak efektif, salah satu metode alternatif yang digunakan adalah dengan bioremediasi dengan menggunakan mikroalga atau disebut dengan fikoremediasi. Mikroalga yang digunakan sebagai agen fikoremediasi antara lain adalah *Chaetoceros calcitrans* (Paulsen) Takano karena mudah dikultur. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pertumbuhan populasi dan persentase penurunan logam berat Cu setelah diinokulasikan dengan menggunakan *C. calcitrans* (Paulsen) Takano. Metode yang digunakan adalah dengan mengkultivasi *C. calcitrans* (Paulsen) Takano dalam limbah tekstil selama 7 hari dan diamati populasi serta persentase penurunan logam berat Cu. Faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, pH, intensitas cahaya dijaga supaya tetap stabil. Setelah 7 hari penelitian ternyata *C. calcitrans* (Paulsen) Takano mampu menurunkan konsentrasi Cu sebesar 20 % (dari 0.595 mg/l menjadi 0.478 mg/l) dalam waktu 7 hari dan dengan jumlah sel sebesar $2,8 \times 10^6$ sel/ml .

Kata kunci : *Chaetoceros calcitrans*, logam berat, fikoremediasi, tembaga (Cu).

PENDAHULUAN

Industri tekstil menghasilkan limbah sebagai salah satu hasil dari pengolahan produk industri. Limbah merupakan produk samping dari kemajuan teknologi, baik di sektor industri, rumah tangga,

transportasi dan bahkan kesehatan yang dapat berdampak pada pemutusan mata rantai dari tatanan lingkungan hidup bahkan dapat menghancurkan tatanan ekosistem.

Keberadaan limbah sebenarnya masih dapat ditoleransi asalkan kandungan limbah tersebut masih dalam ambang batas baku mutu air limbah industri sebagaimana telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 03 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri. Apabila kandungan yang berada dalam limbah tersebut melebihi batas baku mutu air limbah maka akan terjadi pencemaran lingkungan.

Salah satu polutan yang banyak dijumpai pada limbah cair adalah ion logam berat, walaupun keberadaan logam tersebut tak selamanya berdampak buruk terhadap organisme di lingkungan. Pada konsentrasi tertentu logam berat dapat memacu pertumbuhan beberapa jenis fitoplankton, tetapi pada konsentrasi yang sama justru dapat mengakibatkan toksisitas pada jenis fitoplankton lainnya. Logam tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat yang diperlukan secara renik dan esensial bagi makhluk hidup, tetapi jika jumlahnya berlebihan maka fungsinya akan berubah menjadi zat toksik di dalam tubuh (Darmono, 1995).

Fikoremediasi adalah salah satu upaya bioremediasi dengan menggunakan mikroalga sebagai agen untuk mengurangi polutan yang ada di perairan. Fikoremediasi juga digunakan untuk mengurangi kandungan bahan organik dan CO₂ yang ada berasal dari air limbah (Suhendrayatna, 2001). *C. calcitrans* adalah salah satu fitoplankton yang dapat menyerap ion logam seperti ion logam cadmium dan ion logam tembaga (Hala dkk, 2004). Namun, penelitian tentang penggunaan *C. calcitrans* untuk remediasi masih terbatas.

Studi awal telah menunjukkan bahwa *C. calcitrans* memiliki potensi untuk digunakan dalam bioremediasi logam berat (Soeprbowati dan Hariyati, 2012). Penelitian mengenai *C. calcitrans* pernah dilakukan oleh Soeprbowati dan Hariyati (2014) yang menguji tingkat penyerapan *C. calcitrans* pada empat jenis logam berat yang berbeda yaitu Pb, Cd, Cr dan Cu yang dikultivasi selama 14 hari menunjukkan bahwa mikroalga ini mampu menurunkan kadar logam berat dengan tingkat toksisitas paling tinggi ada pada logam Pb disusul Cd, Cu dan Cr. Penurunan logam berat Cu pada penelitian tersebut menunjukkan penurunan logam berat Cu sebesar 81

% pada konsentrasi logam 1 mg/l, 63 % pada konsentrasi logam 3 mg/l dan 44 % pada konsentrasi 5 mg/l.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui potensi *C. calcitrans* dalam menurunkan konsentrasi logam berat Cu. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang positif bagi ilmu pengetahuan, industri dan pemerintah. Hasil positif dari penelitian ini bisa dijadikan pedoman bagi penelitian selanjutnya untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penanganan limbah logam berat, khususnya tembaga atau Cuyang masih terjadi di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : *Hand Refractometer*, kertas pH, mikroskop, Lampu T1 40 watt, toples ukuran 500 ml, aerator, pengatur aerasi, *Hemocytometer Neubauer*, *Luxmeter*, Termometer, dan *Hand counter*.

Bahan yang digunakan antara lain : kultur *Chaetoceros calcitrans*, alkohol 70 %, limbah cair industri tekstil, air laut dan pupuk diatom.

Bibit *Chaetoceros calcitrans* berasal dari BBPBAB Jepara bagian laboratorium pakan alami. Jumlah mikroalga yang digunakan untuk kultur adalah 100.000 sel/ml. Penelitian dilakukan pada bulan Januari 2014 di Laboratorium Ekologi & Biosistemika Biologi FSM Undip.

Stock kultur *Chaetoceros calcitrans* diambil sebanyak 1 ml lalu diencerkan dengan aquades sebanyak 9ml. kemudian diambil dan diteteskan ke dalam *Hemocytometer Neubauer* untuk dihitung dengan perbesaran 100X. Selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus (Rachmaniah, 2010) :

$$\text{Kelimpahan (sel/ml)} = \left(\frac{N1+N2}{2} \right) \times 10^4$$

N1 = Jumlah mikroalga dikotak pengamatan 1

N2 = Jumlah mikroalga dikotak pengamatan 2

Setelah diketahui populasi *Chaetoceros calcitrans* pada stok kultur kemudian ditentukan volume inokulum dari stok kultur yang dibutuhkan

untuk kultur 1 liter. Dihitung menggunakan rumus (Rachmaniah, 2010) : $V_1N_1 = V_2N_2$ dengan :

V_1 = Volume inokulum yang diinginkan

V_2 = Volume medium kultur (1.000ml)

N_1 = Kelimpahan stok (sel/ml)

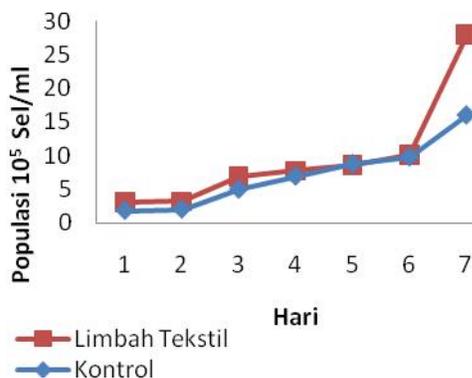
N_2 = Kelimpahan sel yang diinginkan (10.000)

Penelitian dilakukan selama 7 hari. Faktor eksternal: salinitas, pH, suhu, dan intensitas cahaya dijaga selalu setiap harinya. Jumlah populasi *Chaetoceros calcitrans* dihitung setiap harinya dengan rentang waktu 24 jam hingga tujuh hari penelitian. Pengambilan sampel untuk analisis konsentrasi Cu di dalam medium dilakukan pada hari ke-1 dan ke-6.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan *C.calcitrans* diamati selama tujuh hari, hal ini dikarenakan fase puncak populasi tertinggi *C.calcitrans* terjadi pada hari ke 3 – 4 (Romimohtarto dan Sri Juwana, 2001)

Penelitian dilakukan 7 hari karena peneliti ingin mengetahui perubahan jumlah sel setelah *C.calcitrans* mengalami fase stasioner. Pertumbuhan sel *C.calcitrans* dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Grafik pertumbuhan *C. calcitrans* (Paulsen) Takano

Pada Gambar 1 kultur *C. calcitrans* pada media air limbah tekstil mempunyai kepadatan yang sedikit lebih tinggi daripada kultur *C. calcitrans* pada media air laut, pada hari 1 dan 2 jumlah sel relatif sama karena pada masa ini sel masih dalam fase adaptasi sehingga populasinya cenderung

sama. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) ukuran sel pada saat ini pada umumnya meningkat, secara fisiologis mikroalga sangat aktif dan terjadi proses sintesis protein baru, pada saat itu organisme mengalami metabolisme tetapi belum terjadi pembelahan sel dalam jumlah besar sehingga kepadatan sel belum meningkat.

Logam tembaga (Cu) merupakan salah satu logam yang diperlukan secara renik dan esensial oleh makhluk hidup, tetapi jika jumlahnya berlebihan maka fungsinya akan berubah menjadi zat toksik di dalam tubuh. Efek Toksisitas yang ditimbulkan yaitu mengganggu proses metabolik rutin pada mikroalga karena tembaga (Cu) akan lain pada sisi aktif enzim, mengaktivasi enzim - enzim serta senyawa lain sehingga akan menyebabkan kepadatan sel mikroalga menjadi rendah. Tripathi dan Gaur (2006) menyatakan bahwa keberadaan Cu juga dapat mengakibatkan kandungan protein, karbohidrat, pigmen fotosintesis, metabolisme nitrat dan respirasi bagi mikroalga hijau semakin rendah.

Kepadatan sel mikroalga *C. calcitrans* pada hari ke 2 sampai hari ke 4 mengalami peningkatan jumlah sel, menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) terjadinya peningkatan jumlah sel setelah fase adaptasi maka kultur sedang mengalami fase logaritmik atau eksponensial. Menurut Romimohtarto (2001) *C. calcitrans* mengalami puncak populasi tertinggi pada hari ke 3-4. Namun kultur mikroalga pada hari 4 sampai hari ke 7 kepadatannya tetap meningkat. Kepadatan mengalami peningkatan kembali menjadi indikasi jika logam berat yang terdapat pada media air limbah tekstil telah menurun sehingga mikroalga *C. calcitrans* mampu tumbuh optimal. Fitoplankton akan menjerap ion logam di permukaan sel, selanjutnya terjadi difusi ke dalam membran sel dan diserap atau diikat secara kimia pada protein, sebagai tempat pertukaran ion di dalam sel (Hala, 2004).

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada air limbah tekstil mengandung logam berat Cu sebesar 0,595 mg/l (Tabel 1). Berdasarkan peraturan tersebut, air media limbah tekstil yang mengandung logam berat Cu tidak memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah berdasar PP No. 82 Tahun 2001.

Tabel 1. Data presentase penurunan Cu

Sampel	Hari	Konsentrasi Cu (mg/ml)	Penurunan (%)
Limbah Cair	1	0.595	20
Tekstil	6	0.478	

Pengukuran presentase penurunan kandungan logam berat pada media air limbah industri tekstil menunjukkan penurunan sebesar 20% dengan konsentrasi 0,478 mg/L apabila penelitian dilakukan dalam jangka waktu yang lebih lama diharapkan mampu menurunkan toksisitas tembaga hingga lebih dari 50%.

Pemanfaatan fitoplankton sebagai bioadsorben dalam penanganan kontaminasi logam berat di perairan merupakan alternatif dengan resiko yang relatif lebih kecil, lebih murah, dan biomasnya dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan.

Beberapa penelitian yang membahas mengenai potensi *C. calcitrans* sebagai agen fikoremediasi menunjukkan bahwa mikroalga ini mempunyai kemampuan dalam menyerap logam berat. Penelitian mengenai *C. calcitrans* pernah dilakukan oleh Soeprbowati dan Hariyati (2014) yang menguji tingkat penyerapan *C. calcitrans* pada empat jenis logam berat yang berbeda yaitu Pb, Cd, Cr dan Cu yang dikultivasi selama 14 hari menunjukkan bahwa mikroalga ini mampu menurunkan kadar logam berat dengan tingkat toksisitas paling tinggi ada pada logam Pb disusul Cd, Cu dan Cr. Penurunan logam berat Cu pada penelitian tersebut menunjukkan penurunan logam berat Cu sebesar 81 % pada konsentrasi logam 1 mg/l, 63 % pada konsentrasi logam 3 mg/l dan 44 % pada konsentrasi 5 mg/l. Penelitian yang dilakukan Hala (2004) juga menunjukkan hasil yang menunjukkan bahwa *C. calcitrans* memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat dimana diperoleh pertumbuhan optimum *C. calcitrans* pada hari ke-9, tren penurunan populasi berbanding lurus dengan kenaikan konsentrasi ion Cu(II) sebagai dampak pemaparan ion Cu (II).

KESIMPULAN

Pengamatan yang dilakukan pada *Chaetoceros calcitrans* selama 7 hari menunjukkan penurunan presentase logam berat Cu pada media limbah cair

industri tekstil. Presentase penurunan logam berat Cu adalah sebesar 20% selama 7 hari pengamatan. Konsentrasi awal sebelum kultivasi sebesar 0.595 mg/l dan setelah diberi perlakuan dengan *Chaetoceros calcitrans* konsentrasi akhir menjadi 0.478 mg/l.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmono.1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, UI-Press, Jakarta.
- Hala, Y., Raya, I., & Ilham, A., 2004, Interaksi Reaksi Fitoplankton *Chaetoceros calcitrans* dengan ion Cu (II) dalam Lingkungan Pairan Laut, *Marina Chimca Acta*, 6(2), *Universittas Hasanudddin, Makasar*.
- Isnansetyo, A & Kurniastuty.1995, *Teknik Kultur Phytoplankton Zooplankton.Pakan Alam untuk pembenihan organisme laut*, Kanisius, Yogyakarta.
- Rachmaniah. 2010. *Pemilihan Metode Ekstraksi Minyak Alga dari Chlorella pyrenoidosa dan Prediksinya Sebagai Biodiesel*, dipresentasikan pada Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo, ITS Surabaya.
- Romimohtarto, Kasijan & Sri Juwana. 2001. *Biologi Laut*. Jakarta : Penerbit Djambatan. hlm 36-39
- Soeprbowati, T.R & Hariyati, R. 2012.The Potential Used Of Microalgae For Heavy Metals Remediation. *Proceeding The 2nd International Seminar on New Paradigm and Innovation on natural Sciences and Its Application, Diponegoro University, Semarang Indonesia, 72-87, 3 October 2012*.
- Soeprbowati, T.R & Hariyati, R.Phycoremediation of Pb, Cd, Cu, and Cr by *Chaetoceros calcitrans* (Paulsen) Takano. *International Journal of Advances in Chemical Engineering & Biological Sciences (IJACEBS) Vol. 1, Issue 12014*
- Suhendrayatna.2001.*Bioremoval Logam Berat Dengan Menggunakan Microorganisme : Suatu Kajian Kepustakaan*. Institute for Science and Technology Studies (ISTECS)-Chapter Japan.
- Tripathi, B & J.Gaur. 2006. Physiological Behaviour of *Scenedesmus* sp during

Exposure to elevated Levels of Cu and Zn
and after withdrawal of Metal Stress.
Protoplasma 229:1-9.