

# PENGARUH LARUTAN BELIMBING WULUH (*Averrhoa bilimbi*) DAN LARUTAN JERUK NIPIS (*Citrus aurantifolia*) TERHADAP POTENSIAL MEMBRAN ALGA *Nitella sp.* YANG TERCEMAR TEMBAGA (Cu)

Lu'luul Muniroh<sup>1)</sup>, Unggul P. Juswono<sup>2)</sup>, Gancang Saroja<sup>3)</sup>  
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Brawijaya  
Email : luluulmuniroh@gmail.com

## ABSTRAK

Salah satu jenis logam berat yang banyak mencemari perairan saat ini yaitu tembaga (Cu) yang disebabkan oleh limbah hasil pengolahan industri pelapisan logam. Tembaga merupakan unsur mikro mineral yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit dan akan bersifat racun jika terakumulasi berlebihan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengukur dan menganalisis pengaruh larutan belimbing wuluh dan larutan jeruk nipis terhadap potensial membran *Nitella sp.* dalam air tercemar logam Cu. Pengukuran potensial membran alga menggunakan mikroelektroda yang dirangkai dengan mikroskop dan osiloskop. Mikroskop digunakan untuk mengamati struktur sel alga, sedangkan osiloskop digunakan untuk menampilkan gelombang yang menunjukkan nilai potensial membran alga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Cu menyebabkan nilai potensial membran alga semakin menurun. Nilai potensial membran alga mulai bertambah naik menuju nilai normalnya seiring pemberian larutan belimbing wuluh dan larutan jeruk nipis dengan berbagai konsentrasi yang mana konsentrasi efektif larutan belimbing wuluh adalah 8% dan larutan jeruk nipis adalah 16% sampai 20%.

Kata kunci : alga *Nitella sp.*, tembaga (Cu), belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*), jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*), potensial membran

## PENDAHULUAN

Ekosistem perairan memiliki peran penting bagi kehidupan manusia. Namun dengan aktivitas manusia yang sangat tinggi dapat menghasilkan banyak bahan pencemar yang dapat menurunkan kualitas lingkungan perairan seperti jenis logam berat berupa tembaga (Cu). Tembaga adalah jenis unsur mikro mineral yang dibutuhkan tubuh organisme dalam jumlah yang sangat sedikit namun dan jika melebihi batas kadar yang dibutuhkan maka akan bersifat racun (Palar, 1994). Toksisitas tembaga akan terlihat apabila masuk kedalam tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai ambang batas sebesar 0,1 ppm (Edward, 2001).

Asam sitrat dapat menyebabkan logam kehilangan sifat ionnya sehingga dapat mengurangi daya toksisitas logam tersebut (sekuestran). Contoh buah yang mengandung asam sitrat adalah belimbing wuluh dan jeruk nipis (Sinaga, Marsaulina, & Ashar, 2015).

Salah satu bioindikator yang baik untuk meneliti tingkat pencemaran perairan adalah alga *Nitella sp.* karena dapat terurai secara alami tanpa menimbulkan dampak negatif dan memiliki sel besar pada bagian ruasnya sehingga lebih mudah diamati (Sulisetjono, 2009). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian larutan belimbing wuluh dan jeruk nipis terhadap kadar tembaga melalui pengukuran potensial membran sel alga *Nitella sp.*

Setiap sel dilapisi oleh membran yang memisahkan bagian dalam dan luar sel. Sifat membran sel yaitu selektif permeabel, artinya dapat memilih zat-zat dari dalam sel yang boleh keluar sel atau zat-zat dari luar sel yang boleh masuk ke dalam sel (Poedjiadi, 1994).

Potensial membran adalah beda potensial listrik antara dinding luar dengan dinding dalam membran sel (Giancoli & Douglas, 2001). Sitoplasma bermuatan negatif relatif terhadap cairan ekstraseluler akibat distribusi anion dan kation yang tidak merata di kedua sisi membran yang berseberangan. Potensial membran berkisar antara -50 sampai -200 mV. Tanda minus menunjukkan bahwa

bagian dalam sel bersifat negatif relatif terhadap bagian luar sel (Campbell, 2002).

Persamaan dasar yang menggambarkan terjadinya difusi ion-ion dalam hubungannya dengan potensial membran dan gradien konsentrasi adalah sebagai berikut :

$$\psi = \frac{RT}{ZF} \ln \left( \frac{P_{Na}[Na]_o + P_K[K]_o + P_{Cl}[Cl]_i}{P_{Na}[Na]_i + P_K[K]_i + P_{Cl}[Cl]_o} \right)$$

Keterangan :

$\psi$	= Potensial membran (mV)
R	= Konstanta Gas
T	= Temperatur ( K)
F	= Konstanta Faraday (96.649kJ/V.mol)
Z	= Valensi Ion
$C_{lingkungan}$	= Konsentrasi ion lingkungan luar sel
$C_{sel}$	= Konsentrasi ion di dalam sel

Persamaan di atas merupakan persamaan Goldman dengan  $P_{Na}$ ,  $P_K$ , dan  $P_{Cl}$  adalah permeabilitas ion yang merupakan faktor pembobot untuk masing-masing channel untuk tiap ion tertentu (Noor, 2000).

Berdasarkan klasifikasi Pascher (1931), *Nitella sp.* merupakan alga yang termasuk dalam Divisi Charophyta Kelas Charophyceae yang biasanya hidup melekat di dasar air tawar jernih. Oleh karena itu, perairan tawar yang bersih dari bahan pencemar biasanya ditandai dengan kehadiran Charophyceae seperti *Chara* dan *Nitella*. Struktur dari kelas alga ini berupa talus multiseluler. Talus terbagi menjadi ruas dan buku. Tiap buku dikelilingi cabang lateral yang tampak seperti karangan. Pada bagian ruas tersusun oleh sel yang besar dimana terdapat vakuola di bagian tengah kloroplas yang terletak berderet membujur pada bagian tepi sitoplasma (Sulisetjono, 2009).

Asam sitrat dapat berfungsi sebagai sekuestran, yakni zat yang dapat mengikat logam pada makanan (Hudaya, 2010). Buah yang mengandung asam sitrat antara lain yaitu belimbing wuluh dan jeruk nipis (Septi, 2011).

Belimbing wuluh dan jeruk nipis juga mengandung senyawa kimia lain yang berguna sebagai antioksidan yaitu vitamin C yang berperan sebagai pengikat serta penghambat pembentukan radikal bebas (Padayatty, 2003).

Senyawa antioksidan lain yang hanya terkandung dalam belimbing wuluh adalah flavonoid yang berperan sebagai antioksidan dengan cara mendonasikan atom hidrogennya atau melalui kemampuannya mengkelat logam (Redha, 2010).

## METODE PENELITIAN

Bioindikator dalam penelitian ini adalah batang alga *Nitella sp.* Larutan yang digunakan sebagai pencemar adalah larutan Cu dengan konsentrasi 200, 400, 600, 800, dan 1000 ppm. Antioksidan yang digunakan adalah larutan belimbing wuluh dan larutan jeruk nipis. Bahan-bahan lain yang diperlukan yaitu agar-agar, larutan BSM (*Basal Salt Medium*), HCl, dan KCl

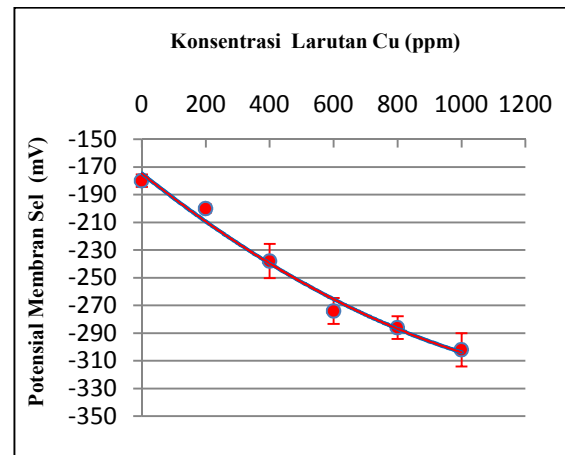
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mikroelektroda, alat pemotong mikroelektroda, injektor tanpa jarum, kawat perak, peralatan laboratorium, seperangkat mikroskop dan osiloskop.

Penelitian dilakukan setelah semua persiapan alat dan bahan selesai. Elektroda indikator (mikroelektroda) dan elektroda referensi (kawat Ag dalam jembatan garam) dihubungkan dengan osiloskop. Potongan alga dimasukkan ke dalam kotak preparat yang sebelumnya telah diisi dengan larutan BSM.

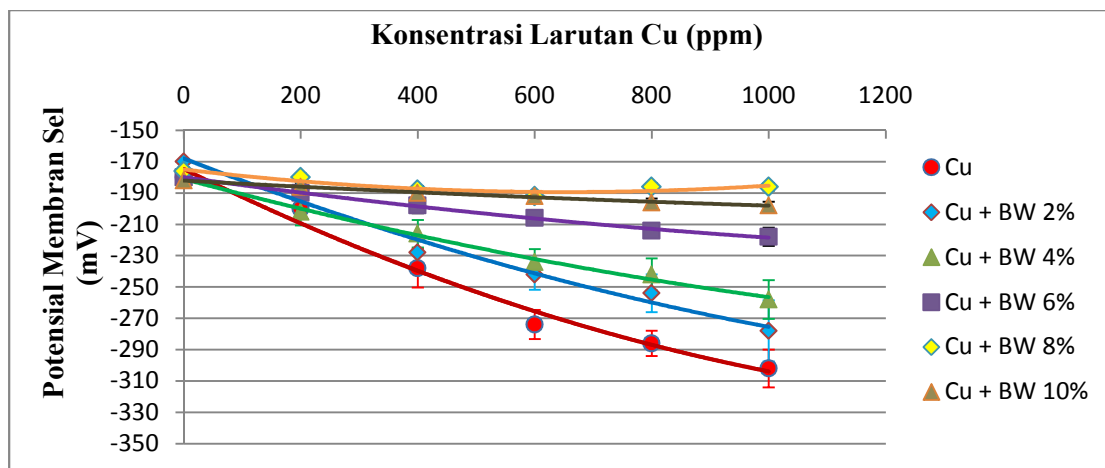
Pengambilan data dalam penelitian ini berupa pengukuran potensial membran alga *Nitella sp.* dengan beberapa larutan secara bergantian. Potongan alga sepanjang  $\pm 1$  cm diletakkan di kotak preparat kemudian disuntikkan larutan BSM ke dalamnya dan diatur posisi alga sampai terlihat jelas struktur selnya. Kemudian mikroelektroda ditusukkan pada lapisan pertama, kedua, atau ketiga alga. Gelombang yang dihasilkan di layar osiloskop dicatat sebagai data hasil pengamatan. Selanjutnya larutan BSM dikeluarkan dengan menggunakan injektor tanpa jarum dan diganti dengan larutan tembaga berbagai konsentrasi sesuai yang telah ditentukan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

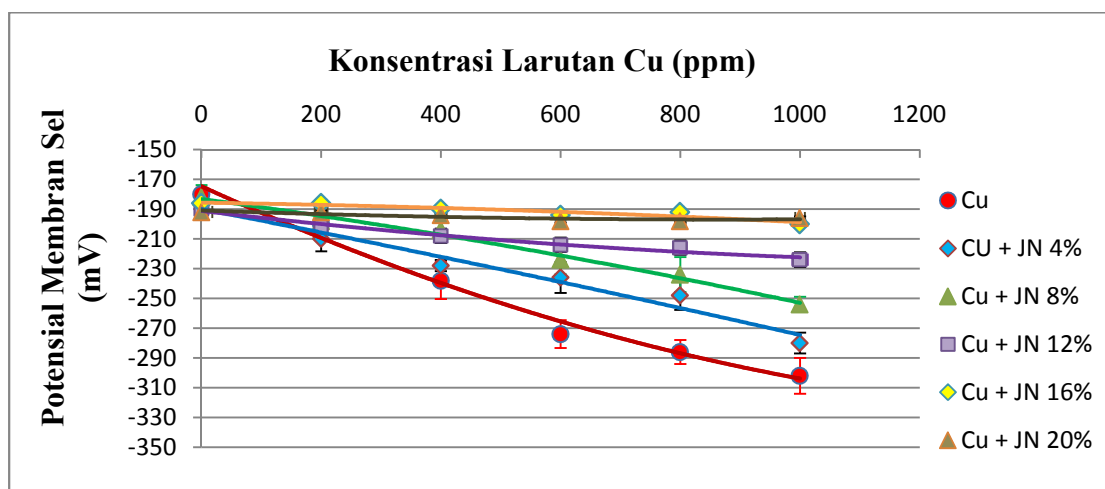
Data hasil pengukuran potensial membran sel alga *Nitella sp.* terhadap larutan tembaga dengan konsentrasi 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, 800 ppm, dan 1000 ppm ditunjukkan oleh Gambar 1. Terlihat bahwa dengan semakin besar konsentrasi tembaga yang diberikan maka potensial membran alga semakin menurun. Sedangkan ketika diberi larutan belimbing wuluh dan jeruk nipis, potensial membran alga mengalami peningkatan menuju nilai normalnya kembali sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 2 dan Gambar 3.



**Gambar 1** Grafik Hubungan Potensial Membran Sel Alga *Nitella sp.* dengan Penambahan Larutan Cu



**Gambar 2** Grafik Hubungan Potensial Membran Sel Alga *Nitella sp.* yang Tercemari Logam Cu dengan Penambahan Larutan Belimbing Wuluh

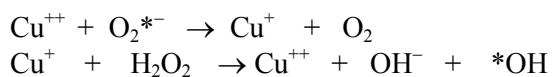


**Gambar 3** Grafik Hubungan Potensial Membran Sel Alga *Nitella sp.* yang Tercemari Logam Cu dengan Penambahan Larutan Jeruk Nipis

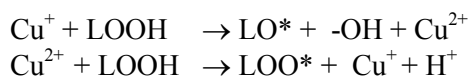
## Pengaruh larutan Cu terhadap potensial membran alga *Nitella sp.*

Tembaga (Cu) adalah salah satu logam berat yang bersifat racun terhadap semua tumbuhan pada konsentrasi larutan diatas 0,1 ppm (Wulandari, 2012). Tembaga dalam bentuk ion  $\text{Cu}^{2+}$  dapat menyebabkan denaturasi protein. Protein membran ini tersusun oleh rangkaian polipeptida yang diikat oleh ikatan disulfida dari oksidasi gugus sulfhidril pada sistein. Tembaga dapat bertindak sebagai agen pereduksi yang menyebabkan terputusnya ikatan disulfida sehingga protein mengalami denaturasi. Kerusakan membran sel juga dapat terjadi akibat adanya gaya tarik-menarik antara ion positif dari  $\text{Cu}^{2+}$  tersebut dan ion negatif di sisi dalam membran yang menyebabkan tekanan terus menerus sehingga membran sel mengalami kerusakan (Sarjoma, 2011).

Sebagai  $\text{Cu}^+$ , tembaga dapat mereduksi hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) menjadi radikal hidroksil ( $\cdot\text{OH}$ ) dengan reaksi Fenton. Sebagai  $\text{Cu}^{2+}$ , tembaga dapat bereaksi dengan superoksida anion untuk tereduksi kembali menjadi  $\text{Cu}^+$ . Oleh karena itu, di dalam sistem biologis dimana ada Cu, ada kemungkinan terjadi reaksi katalitik secara kontinyu untuk menghasilkan radikal hidroksil. Secara spesifik, reaksi tembaga (Cu) dalam menghasilkan radikal bebas adalah sebagai berikut :



Tembaga juga dapat bertindak sebagai katalis dalam proses pembentukan peroksidasi lipid sebagaimana reaksi di bawah ini :



Akibat akhir dari rantai reaksi ini adalah terputusnya rantai asam lemak menjadi berbagai senyawa yang bersifat toksik (Repetto & Boveris, 2012). Selain menyerang komponen lipid dan protein membran, radikal hidroksil juga dapat menyebabkan putusnya rantai DNA (Das, Wati, & Fatima-Shad, 2014).

Kerusakan protein, lipid maupun DNA tersebut mengakibatkan kebocoran pada

lapisan membran sel yang melindungi intrasel dari lingkungannya. Hal ini menyebabkan sifat permeabilitas membran sel meningkat sehingga ion-ion akan semakin mudah melintasi membran. Oleh karena itu nilai potensial membran alga *Nitella sp.* yang terukur setelah tercemar larutan tembaga mengalami penurunan sebanding dengan besar konsentrasi tembaga yang diberikan.

## Pengaruh Larutan Belimbing Wuluh dan Larutan Jeruk Nipis

Belimbing wuluh dan jeruk nipis mengandung asam sitrat ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) yang mana gugus fungsional  $-\text{OH}$  dan  $\text{COOH}$  pada asam sitrat dapat bereaksi dengan ion logam membentuk garam sitrat sehingga mengurangi daya toksisitasnya logam tersebut (sekuestran) (Sinaga, 2015).

Selain asam sitrat, belimbing wuluh dan jeruk nipis mengandung vitamin C atau asam askorbat mampu bereaksi dengan radikal bebas kemudian mengubahnya menjadi radikal askorbil yang tidak reaktif. Senyawa radikal terakhir yang dibentuk akan segera berubah menjadi askorbat dan dehidroaskorbat. Pada konsentrasi rendah, vitamin C bereaksi dengan radikal hidroksil menjadi askorbil yang sedikit reaktif, sementara pada kadar tinggi, asam ini tidak akan bereaksi (Suyono, 1996). Oleh karena itu pada data hasil penelitian ini menunjukkan adanya batas maksimum dan minimum dari konsentrasi larutan antioksidan yang diberikan dalam kaitannya dengan kemampuan untuk mempertahankan potensial membran sel.

Kandungan senyawa kimia lain yang bertindak sebagai antioksidan dalam penelitian ini yaitu flavonoid. Flavonoid dapat mengikat logam transisi berupa Cu yang menjadi katalis dalam reaksi fenton dan mereduksi radikal bebas seperti radikal anion superoksida ( $\text{O}_2^{\cdot-}$ ), radikal peroksil ( $\text{ROO}\cdot$ ), radikal alkoksil ( $\text{RO}\cdot$ ), radikal hidroksil ( $\cdot\text{OH}$ ) serta dapat menghambat enzim yang bertanggungjawab pada produksi radikal anion superoksida. Dalam penelitian ini hanya belimbing wuluh yang mengandung flavonoid. Oleh karena itu belimbing wuluh lebih efektif dalam menjaga kestabilan potensial membran alga yang tercemari tembaga.

## KESIMPULAN

Nilai potensial membran sel mampu dijaga konstan sebagaimana sebelum diberi tembaga dengan pemberian larutan belimbing wuluh dan larutan jeruk nipis dengan berbagai konsentrasi. Belimbing wuluh dan jeruk nipis mengandung asam sitrat dan vitamin C yang dapat mengikat logam berat seperti tembaga (Cu). Larutan belimbing wuluh yang paling efektif menurunkan kadar tembaga yaitu 8%, sedangkan larutan jeruk nipis yang paling efektif menurunkan kadar tembaga yaitu 16 % sampai 20%. Larutan belimbing wuluh lebih efektif dalam menurunkan kadar tembaga karena mengandung senyawa flavonoid yang mana tidak ditemukan dalam jeruk nipis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N. A. (2002). *Biologi I*. Jakarta: Erlangga.
- Edward. (2001). Kandungan Logam Berat Cu dan Zn dalam Air Laut dan Sedimen Di Perairan Teluk Santong, Pulau Sumbawa NTB. *Jurnal Toksikologi Indonesia* , 2 , 48-53.
- Giancoli, & Douglas, C. (2001). *Fisika*. Jakarta: Erlangga.
- Hudaya, R. (2010). *Pengaruh Pemberian Belimbing Wuluh (Averrhoa bilimbi) terhadap Kadar Kadmium (Cd) pada Kerang (Bivalvia) yang Berasal dari Laut Belawan*. Medan: Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat USU.
- Noor, J. (2000). *Studi Karakteristik Membran Polyvinylidene (PVDV) dan Nylon*. Malang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.
- Padayatty. (2003). Vitamin C as an antiosxidant: Evaluation of its role in disease prevention. *Jour Am Collage Nutr* , 18-35.
- Palar, H. (1994). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT Rineka.
- Pieta, P. (2000). Flavonoids as Antioxidants. *J. Nat. Prod.* 63 , 1043-1046.
- Poedjiadi, A. (1994). *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Redha, A. (2010). Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif Dan Perannya Dalam Sistem Biologis. *Jurnal Berlian* , 196-202.
- Repetto, M., & Boveris, A. (2012). Transition metals: bioinorganic and redox reactions in biological systems. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry* , 349-370.
- Sarjoma, M. (2011). Prevention of Legionnaires' disease in hospitals. *Tidsskrift for Den norske legeforening* , 1554-1557.
- Septi, L. (2011). *Pengaruh Lama Waktu Perendaman dengan Larutan Jeruk Nipis dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Daging Kerang Hijau (Perna viridis)*.
- Sinaga, D., Marsaulina, I., & Ashar, T. (2015). *Perbandingan Penurunan Kadar Cadmium (Cd) pada Kerang Darah (Anadrgranosa) dengan Perendaman larutan jeruk Nipis pada berbagai Konsentrasi dan Lama Perendaman*. Medan: Program Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara Departemen kesehatan Lingkungan.
- Sulisetjono. (2009). *ALGA*. Malang: Universitas Islam Negeri malang Fakultas Saintek Jurusan Biologi.
- Sunarya, Y., & A. S. (2007). *Mudah dan Aktif Belajar Kimia*. Bandung: PT Setia Purna Inves.