

# Perubahan Potensial Membran Sel Akar Kangkung (*Ipomoea Aquatica Forsk*) Sebagai Indikator Pencemaran Lingkungan Air Limbah

S.J. ISWARIN<sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

diterima 17 januari 2010, direvisi 1 Maret 2011

## ABSTRAK

Penelitian ini untuk mempelajari perubahan potensial membran sel akar kangkung menggunakan berbagai konsentrasi ion Pb dalam 20, 40, 60, 80, dan 100ppm, terus digunakan dari air sawah dalam 3 lokasi. Ion Pb dalam air dan tanaman kangkung ditetapkan secara Spectrofotometer Absorpsi Atom. Perubahan potensial membran ditetapkan secara regresi

Dari grafik diperlihatkan bahwa persentasi perubahan potensial membran meningkat dengan bertambahnya konsentrasi. Perubahan potensial membran air sawah bagian pinggir ( $18\pm 2$ )%, 25m dari pinggir berisi ( $6\pm 4$ )%, dan 50m ( $38\pm 12$ )%. Dari perubahan potensial membran tersebut konsentrasi  $Pb^{2+}$  adalah 35.8 ppm (lokasi 1), 0 ppm (lokasi 2), dan 135.3 ppm (lokasi 3). Kadar  $Pb^{2+}$  dalam air sawah dengan AAS didapat: {0.045(lokasi 1), 0.010 (lokasi 2), dan 0.025 (lokasi 3)} ppm

Dalam tanaman kangkung terdapat:  $Pb^{2+}$ /ppm ; 3.0; 0.9; 5,6. Potensial membran dipengaruhi larutan ion. Semakin tinggi polusi, maka akan perubahan potensial membran semakin tinggi juga. Bertambah jenis subtansi juga menambah perubahan potensial membran yang sensitive terhadap ion Pb. Jadi perubahan potensial membran sel akar kangkung dapat digunakan sebagai indicator polusi.

Kata kunci: potential membrane, sel akar, kangkung(*Ipomoea aquatica Forsk*), potensial membran.

## ABSTRACT

Penelitian ini untuk mempelajari perubahan potensial membrane sel akar kangkung menggunakan berbagai konsentrasi ion Pb dalam 20, 40, 60, 80, dan 100ppm, terus digunakan dari air sawah dalam 3 lokasi. Ion Pb dalam air dan tanaman kangkung ditetapkan secara Spectrofotometer Absorpsi Atom. Perubahan potensial membrane ditetapkan secara regresi

Dari grafik diperlihatkan bahwa persentasi perubahan potensial membrane meningkat dengan bertambahnya konsentrasi. Perubahan potensial membrane air sawah bagian pinggir ( $18\pm 2$ )%, 25m dari pinggir berisi ( $6\pm 4$ )%, dan 50m ( $38\pm 12$ )%. Dari perubahan potensial membrane tersebut konsentrasi  $Pb^{2+}$  adalah 35.8 ppm (lokasi 1), 0 ppm (lokasi 2), dan 135.3 ppm (lokasi 3). Kadar  $Pb^{2+}$  dalam air sawah dengan AAS didapat: {0.045(lokasi 1), 0.010 (lokasi 2), dan 0.025 (lokasi 3)} ppm

Dalam tanaman kangkung terdapat:  $Pb^{2+}$ /ppm ; 3.0; 0.9; 5,6. Potensial membrane dipengaruhi larutan ion. Semakin tinggi polusi, maka akan perubahan potensial membrane semakin tinggi juga. Bertambah jenis subtansi juga menambah perubahan potensial membrane

-----  
\*Corresponding author : S.J. Iswarin ,  
E-mail: iswarin@ub.ac.id

## yang sensitive terhadap ion Pb. Jadi perubahan potensial membrane sel akar kangkung dapat digunakan sebagai indicator polusi.

Key word: membrane potential, root cell, membrane potential, Morning glory, *Ipomoea aquatica* Forsk.

---

### PENDAHULUAN

**Latar Belakang.** Biofisika merupakan gabungan ilmu fisika dan biologi. Salah satu aspek yang ditemukan adalah adanya keterkaitan antara kelistrikan pada sel dan kehidupan. Sel dikatakan hidup jika sel tersebut dapat membangkitkan pulsa listrik [1]. Penelitian sifat-sifat kelistrikan dari suatu organisme biasanya dilakukan pada tingkat seluler [2]. Khusus sel tumbuhan, besarnya pulsa listrik pada membran sel (potensial membran) tergantung dari makanan, mineral, zat-zat, dan ion-ion di sekitarnya [3]. Polutan akan mempengaruhi metabolisme dan transport ion pada dan mempunyai potensi yang sangat besar sebagai *channel blocker* pada membran [1]. Pengukuran potensial membran dengan sistem mikroelektroda dan elektrometer impedansi tinggi memberikan gambaran efek dan tingkat polusi air.

Persyaratan tanaman merupakan kondisi yang kompleks dan ditentukan oleh iklim, tanah, hidrologi, manusia serta organisme lainnya. Persyaratan ekologi tanaman meliputi suplai air, hara, oksigen pada zona perukuran dan kedalaman, dan struktur tanah [4]. Secara alami di badan air terjadi pembersihan diri, bila melebihi daya pemurnian alami dan berlangsung terus akan terjadi akumulasi. Limbah industri umumnya terdiri dari Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Limbah B3 antara lain logam berat, pestisida, dan bahan organik yang mempunyai tingkat toksisitas yang tinggi dan umum sulit diurai secara biologis [5].

Ion-ion di dalam dan di luar sel melewati membran sel dan ini menyebabkan perubahan potensial membran [6]. Timbal di udara perkotaan di Indonesia berasal dari timbal bensin. Konsentrasi timbal di beberapa lokasi perkotaan telah melampaui standar WHO 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  rata-rata per 24 jam, tetapi masih di bawah standar Indonesia 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  rata-rata per

24 jam. Intelegensia anak Jabotabek menurun akibat konsentrasi timbal [5]. Kalsium di bumi terikat dengan logam lain, dan dalam air laut terdapat ion  $\text{Ca}^{2+}$  0,011 M [7].

Pembangunan sumberdaya air berkelanjutan adalah pemenuhan kebutuhan air yang memadai untuk seluruh sektor pembangunan dengan mempertimbangkan daya dukung dan konservasi sumberdaya air. Strategi pengelolaan dilakukan dengan lintas sektoral dengan tetap memperhatikan fungsi ganda dari air, yaitu fungsi ekonomi, ekologi, dan sosial [5]. Selain itu terdapat efek pencemaran yaitu efek fisik, oksidasi, pengaruh zat kimia, nutrisi, bibit penyakit, pengaruh radionuklida.

**Tinjauan Pustaka.** Sel merupakan bagian terkecil makhluk hidup. Secara sederhana sel dapat digambarkan dari luar ke dalam adalah dinding sel, membran sel, sitoflasma, dan nukleus. Membran menyelimuti bagian sel yang disebut dengan sitoplasma yang terdapat organel-organel sel dan vacuola [6]. Umumnya membran biologis terdiri dari 2 (dua) lapis lipida disebut lipida biliyer. Hidrokarbon bersifat sebagai isolator listrik dalam membran yang sangat baik. Molekul fosfat dari lipida menjadikan membran seolah-olah bermuatan listrik sehingga dapat mengikat ion-ion di sekitarnya. Pada lipid biliyer terdapat protein yang berfungsi menyelimuti ion-ion dari terjadinya interaksi tarik-menarik coulomb dengan muatan rangkaian fosfat. Protein berfungsi sebagai gerbang transport ion [1]. Cara perpindahan ion ada yang secara difusi dan osmose, dan difusi suatu zat sebagai akibat daya dorong pada zat. Osmose adalah difusi melalui selaput yang *semipermeabel* dari suatu larutan yang berkonsentrasi tinggi ke tempat konsentrasi rendah. Selaput atau membran bersifat semipermeabel menyebabkan bahan-bahan ada yang dapat keluar masuk. Besarnya energi bebas sebagai potensial kimia tersedia untuk melakukan usaha .

Persamaan Nernst berlaku untuk satu ion yang melewati membran permeabel. Dalam [8], potensial listrik untuk dua larutan dari dua sisi membran, pertama kali dinyatakan oleh [9] dan disempurnakan oleh dikenal sebagai Persamaan Goldman - Hodgkin - Katz (GHK). Ada zat-zat tertentu mempunyai konsentrasi rendah pada ekstrasel dan tinggi dalam intraselnya. Ion-ion tersebut melakukan perpindahan dengan energi Adenosin Tri Phosphat (ATP) oleh *protein carier*.

Kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk.) merupakan tanaman yang hidup lebih dari satu tahun. Budidaya kangkung merupakan salah satu peluang untuk pengembangan agribisnis. Kangkung merupakan sumber gizi, obat sembelit, obat tidur, dan dengan harga murah serta mudah didapat [10]. Akar biasanya dibagi menjadi dua katagori yaitu primer, 1) akar normal berasal dari embrio dan biasanya tetap ada sepanjang hidupnya, dan 2) akar liar yang muncul dari batang, daun atau jaringan lain secara sekunder dan juga permanen atau temporer. Fungsi akar primer adalah sebagai penunjang tumbuhan dalam tanah, untuk menyerap air dan zat terlarut serta merupakan tempat penyimpanan cadangan makanan. Titik tumbuh akar pada ujung relatif pendek. Dekat ujung akar terdapat rambut akar.

Yang dimaksud pencemar adalah segala sesuatu yang berpengaruh jelek terhadap lingkungan atau akibat pencemar itu lingkungan mempunyai penyimpangan. Ini tidak termasuk mengotori atau mengubah susunan saja [11]. Pertanian yang dialiri limbah terus diganti dengan cara-cara baru yang memiliki kebaikan. Produk utama pabrik gula adalah gula pasir sedang hasil samping adalah alkohol atau spiritus. Bahan baku dan bahan penolong yang dipakai dalam pabrik gula adalah tebu, batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ), dan belerang (sulfur). Bahan pembuat untuk spiritus adalah tetes, pupuk ZA, pupuk NPK, dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  teknis [12].

Timbal adalah salah satu logam toksik yang tersebar luas dibanding logam toksik yang lain. Timbal dalam lingkungan berasal dari penambangan, peleburan, pembersihan, dan penggunaan dalam industri. Kebanyakan sumber utama Pb dan Ca bagi orang berasal dari makanan yang berisi 100 – 300  $\mu\text{gram}$  per hari

[13]. Gejala kronis dari keracunan timbal muncul bila kadar dalam darah lebih 25  $\mu\text{gram}/100\text{ ml}$ , seperti pusing kepala, kehilangan nafsu makan, dan sakit lambung. Kalsium merupakan logam sangat penting di bumi dan terikat dengan logam yang lain. Seperti terikat dengan logam magnesium. Kadar kalsium dalam air laut sebesar 0,011 M.

**Landasan Teori.** Air sangat diperlukan dalam kehidupan, termasuk dalam bidang pertanian. Air limbah industri banyak yang digunakan untuk pertanian. Ion-ion ini berada di sekitar akar, dan diserap oleh akar yang mempunyai sifat dapat menyerap makanan dan hara. Membran suatu sel hidup dapat dilewati ion-ion secara difusi atau transpor aktif, dan ini akan mempengaruhi potensial membrannya. Adanya perubahan potensial karena ion-ion itu selanjutnya akan diteliti secara lebih rinci.

Kangkung yang diteliti dari tanaman di samping jalan besar dan terminal bus serta pabrik gula. Jadi ada kemungkinan terkontaminasi timbal. Kalsium banyak terdapat di alam dan dari bahan baku dalam proses pembuatan gula pasir. Oleh karena itu timbal (Pb) dan kalsium (Ca) dipakai sebagai bahan penelitian.

**Hipotesis.** Dari penelitian yang sudah dilakukan maka dibuat hipotesis:

1. Makin tinggi kadar zat pencemar maka makin besar perubahan potensial membran sel akar kangkung dan juga makin banyak macam zat pencemar maka makin besar perubahan potensial membran.
2. Kadar timbal dalam air tepi sawah lebih tinggi dari yang 25m dan 50m dari tepi sawah, sedang kadar kalsium hampir sama.

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan Pb asetat,  $\text{CaCl}_2$ , biji kangkung, tanaman kangkung, air sawah, dan kawat perak. Alat yang digunakan adalah mikroskop inversi, kotak perendaman, mikrometer, elektrometer, alat gambar, dan mikroelektroda. Konsentrasi ion Pb 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, 100 ppm, sedang ion Ca dengan konsentrasi 1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm, 4000 ppm, dan 5000 ppm. Larutan

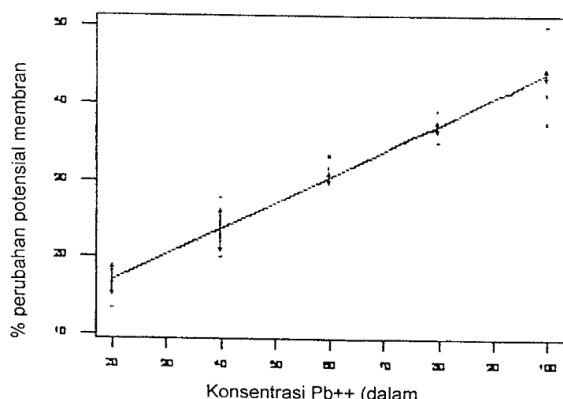
pembanding *Basal Salt Medium* (BSM) yang mengandung 0,1 mM Ca Cl<sub>2</sub>, 0,1 mM KCl, dan 0,1 mM NaCl dengan pH 6. Larutan BSM diganti dengan larutan ion Pb atau ion Ca dalam pengukuran potensial. Besarnya potensial membran dicatat dan dibandingkan sehingga dapat diketahui efek masing-masing sampel.

Pengambilan sampel di Jalan Basuki Rakhmad, Desa Tawangrejo, Kecamatan Kartoharjo Daerah Tingkat II Kotamadya Madiun. Sampel air ditetapkan kandungan unsurnya, dan diukur perubahan potensial membran. Pengambilan sampel air dan kangkung dilakukan secara proporsional dari 3 lokasi yaitu tepi, 25 m dari tepi, dan 50 m dari tepi sawah. Kangkung diteliti ion timbal (Pb<sup>2+</sup>) dan kalsium (Ca<sup>2+</sup>).

Benih berumur 5-10 hari, diseleksi, dan diambil akar dengan panjang tertentu ( $\approx 5$  cm) dan sehat. Sel akar kangkung yang digunakan terletak pada 0,5 cm dari ujung pertumbuhan akar [18]. Data yang didapat dianalisis secara minitab regresi dan sampel air dengan ANOVA. Penelitian dilakukan dengan 5 (lima) perlakuan yang diteliti dalam 3 ulangan.

Parameter yang digunakan pada perubahan potensial membran dalam prosentase (%). Kadar ion Pb dan ion Ca dalam ppm. Besarnya potensial membran sel akar kangkung dalam mv/dekade.

## HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 1. Grafik hubungan antara konsentrasi (ppm) ion timbal dengan prosentase (%) perubahan potensial membrane sel akar kangkung.

Prosentase perubahan potensial membran sel sangat dipengaruhi oleh kadar ion timbal.

Perubahan potensial membran sel (%) berbanding lurus dengan perubahan konsentrasi. Dari uji minitab regresi prosentase (%) perubahan potensial membran sel dengan perubahan konsentrasi ion timbal berbeda nyata dengan derajat kepercayaan 95%. Persamaan yang didapat  $Y_1 = 0,201 X_1 + 10,8$ .

Perubahan potensial membran akibat perubahan konsentrasi ion-ion yang ada disekeliling sel. Membran yang terdapat kanal terdiri dari protein dapat bersifat ampoter, sehingga dapat menerima ion positif maupun negatif. Ion yang ada di sekitar akan mempengaruhi fungsi dari kanal dengan membuka atau menutup. Jadi ion yang masuk akan menutup dan ion berikutnya tidak dapat masuk [1]. Dari hasil di atas membuktikan bahwa sel akar kangkung lebih sensitif terhadap ion Pb dari pada ion Ca. Ternyata hasil prosentase perubahan potensial membran sel pada tepi sawah (18%) lebih tinggi dari yang jaraknya 25 m dari tepi sawah (4%). Prosentase perubahan potensial membran sel tertinggi yang jaraknya 50 m dari tepi sawah yaitu 38%.

Kandungan ion Pb lokasi I, 35,8 ppm, lokasi II 0 ppm, lokasi III 135,3 ppm. Kandungan ion Ca lokasi I 2100 ppm, lokasi II, 0 ppm, dan lokasi III 8766,7 ppm. Ion Pb tidak lebih besar bagian tepi karena ada aliran dari saluran irigasi pada sisi yang lain masuk dalam sawah sampel.

Dari analisis air sawah didapat kadar ion timbal 0,045 ppm dan ion kalsium 20,63 ppm. Kandungan air sawah yang lain adalah unsur atau senyawa antara lain natrium (Na<sup>+</sup>): 14,4 ppm, magnesium (Mg<sup>2+</sup>): 17,4 ppm, kalium (K<sup>+</sup>): 4,5 ppm, dan khlorida (Cl<sup>-</sup>): 22,2 ppm. Gugus atau senyawa lain antara lain nitrat: 10 ppm, sulfat: 1,9 ppm, fosfat: 238 ppm, dan silikon oksida: 16,1 ppm.

## KESIMPULAN

**Kesimpulan.** Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan:

1. Persentase perubahan potensial membran sel akar kangkung.
  - a. Persentase perubahan potensial membran sel akar kangkung dalam larutan 20 ppm ion timbal (Pb<sup>2+</sup>) adalah

- ( $14 \pm 2,0$ )%. Pada kadar 40 ppm  $Pb^{2+}$  perubahannya ( $19 \pm 3$ )%, kadar 60 ppm perubahannya ( $25 \pm 0,5$ )%, kadar 80 ppm perubahannya ( $27 \pm 1$ )%, dan kadar 100 ppm perubahannya sebesar ( $30 \pm 3$ )%.
- a. Persentase perubahan potensial membran sel pada pinggir jalan besar (18%) lebih tinggi dari yang jaraknya 25 m dari tepi jalan (4%). Persentase perubahan potensial membran sel tertinggi yang jaraknya 50 m dari jalan besar yaitu 38%.
2. Kadar (kandungan)  $Pb^{2+}$  dan  $Ca^{2+}$  Air Sawah dan dalam Kangkung
    - a. Konsentrasi  $Pb^{2+}$  dengan perubahan potensial membran sel akar kangkung pada tepi sawah adalah 35,8 ppm, 25m dari tepi 0 ppm, dan 50 m dari tepi sawah 135,3 ppm. Kadar  $Pb^{2+}$  dalam air menggunakan AAS dari lokasi satu, dua, dan tiga adalah 0,045 ppm, 0,01 ppm, dan 0,025 ppm. Jadi kandungan  $Pb^{2+}$  dalam sampel air sawah tidak memenuhi hipotesa yang mengatakan kadar pada tepi paling besar dan turun dengan makin ketengah.
    - b. Kangkung diukur kadarnya dengan AAS mengandung  $Pb^{2+}$  pada lokasi pertama, kedua, dan ketiga sebesar 3,02 ppm, 0,92 ppm, dan 5,62 ppm. Kadar ion kalsium dalam kangkung pada lokasi pertama 15142 ppm, kedua 13166 ppm, dan lokasi ketiga 8402 ppm.

#### Saran

1. Perlu dilakukan penelitian sejenis memakai limbah lain dan tanaman lain.
2. Perlu dianalisis bagian mana dari kangkung yang mengandung timbal atau kalsium (distribusi kandungan).
3. Penelitian sebaiknya dilakukan pada waktu panen.
4. Tanaman kangkung yang dikonsumsi sebaiknya yang tumbuh pada lokasi lebih 50 m dari tepi sawah.
5. Perlu dibuat alat sederhana sehingga petani dapat menggunakan dengan mudah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hille, B., 1992, Ionic Channels of Excitable Membrane, 2nd ed, Sinauer Associates Inc, Massachusetts
- [2] Juswono, U.P., 1996, Ion Fluxes from Protoplasts and Split Segment of Oat Coleoptiles Relating to The Mode of Action of Growth Substance, M.Sc. Thesis, University of Tasmania, Hobart, Australia
- [3] Newman, I.A., 1987, Fluxes of  $H^+$  and  $K^+$  in Corn Roots, *Plant Physiol* 84, 1177 – 1184
- [4] Worosuprojo, S., 1997, Geografi Fisik, PS Geografi PPS UGM, Yogyakarta.
- [5] Anonim, 1997, Agenda 21 Indonesia, KLH, Jakarta
- [6] Albert B, Bray D., Lewis, J., Raff, M., Robert, K., Watson, J.D., 1983, *Molecular Biology of The Cell*, Garland Publishing, Inc., New York.
- [7] Brabdy, E., Holmi, R., 1986, *Fundamental of Membrane*, 2nd ed, Sinauer Associates Inc., Massachusetts.
- [8] Sandblom dan Eisenman, 1967, Membrane Potensial At Zero Current, *Biophys. J.* : 217
- [9] D. E. Goldman, *J. Gen. Physiol.* 27(1943), 37.
- [10] Rukmana, R., 1994, *Bertanam Kangkung*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta. (Sastrawijaya, 1991)
- [11] Sastrowijaya, A.T., 1991, *Pencemaran Lingkungan*, Rineka Cipta, Jakarta (Anonim, 1990)
- [12] Anonim, 1990, Laporan penyajian Evaluasi Lingkungan P.G. Madubaru PT. Pabrik Gula dan Pabrik Alkohol/Spiritus Madukismo, PPLH UGM, Yogyakarta 2=3 s/d 4-12
- [13] Lu, F.C., 1995, *Toxikologi Dasar*, ed 2, Terjemahan Nugroho, E., Bustami,S., dan Darmansyah, I., UI Press, Jakarta
- [14] Kusharto, Juswono, U.P, Santoso, D. R., 1999. Pengukuran Perubahan Potensial Membran Sel Akar Jagung Sebagai Indikator Tingkat Pencemaran Air, Penelitian, FMIPA Unibraw, Malang.

