

Analisa Kerusakan Jaringan Akar Lamun *Thalassia hemprichii* yang Terpapar Logam Berat Kadmium (Cd)

Wahyu Noviarini dan Dini Ermavitalini

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: dinierma@bio.its.ac.id

Abstrak—Salah satu logam berat berbahaya yang berpotensi mencemari laut adalah kadmium. Logam berat kadmium merupakan unsur logam yang berbahaya di permukaan bumi. *Thalassia hemprichi* merupakan lamun yang dapat tumbuh dengan tingkat toleransi yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh logam berat kadmium (Cd) terhadap kerusakan jaringan akar *T. hemprichii*. Penelitian ini dilakukan secara *in-vitro* selama 30 hari dengan 4 perlakuan perbedaan konsentrasi Cd yaitu 0 ppm, 0,01 ppm, 0,05 ppm dan 0,1 ppm. Metode yang digunakan untuk pengamatan jaringan akar yaitu metode parafin menggunakan *hand-microtomy*. Hasil dari penelitian ini yaitu *T. hemprichii* yang dikulturkan secara *in-vitro* dengan paparan kadmium sebesar 0,1 ppm dapat menyebabkan kerusakan sel akar berupa degradasi pada jaringan pengangkut.

Kata Kunci—anatomi akar, *in-vitro*, kadmium, logam berat, *Thalassia hemprichii*

I. PENDAHULUAN

LOGAM berat merupakan unsur logam yang berbahaya di permukaan bumi sehingga kontaminasi logam berat di lingkungan merupakan masalah yang serius saat ini. Salah satunya yaitu kadmium (Cd). Logam kadmium adalah bahan yang tidak lepas dari proses industri. Logam kadmium mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam [1]. Pada kegiatan pertambangan biasanya kadmium ditemukan dalam bijih mineral [2]. Sumber-sumber logam berat Cd di laut, berasal dari sumber yang bersifat alami dari lapisan kulit bumi. Logam berat Cd juga dapat berasal dari aktifitas manusia, seperti limbah pasar dan limbah rumah tangga, aktivitas transportasi laut dan aktivitas perbaikan kapal laut [3].

Kawasan pantai merupakan daerah yang sangat rawan terhadap pencemaran terutama daerah perkotaan karena menjadi tempat pembuangan limbah utama dari beberapa sumber buangan besar yang berasal dari dalam kota. Akibat buangan tersebut baik yang berasal dari aktivitas manusia maupun yang berasal dari kegiatan industri di sekitar pantai, secara bertahap akan mengalami sedimentasi dan mengendap ke dasar perairan [4]. Laut tidak mempunyai kemampuan yang besar untuk menyerap semua limbah yang dimasukkan ke dalamnya.

Lamun adalah satu-satunya kelompok tanaman berbunga (*Angiospermae*) yang dapat tumbuh di daerah pesisir dan lingkungan laut wilayah tropis, kecuali pantai perairan kutub

yang sulit ditumbuhi lamun karena tertutup banyak es. Fungsi/peranan dan manfaat padang lamun di perairan laut dangkal adalah sumber utama produktivitas primer, sumber makanan bagi organisme dalam bentuk detritus, penstabil dasar perairan dengan sistem perakarannya yang dapat menangkap sedimen dan tempat berlindung bagi biota laut [5]. Salah satu jenis lamun yang banyak ditemukan di perairan tropis yaitu *T. hemprichii*. *T. hemprichii* dapat dijumpai pada berbagai substrat dan memiliki toleransi yang tinggi terhadap variasi lingkungan. Kisaran salinitas optimum untuk pertumbuhan *T. hemprichii* cukup luas yaitu 24 – 35‰ [6].

Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh logam berat kadmium (Cd) terhadap kerusakan jaringan akar *T. hemprichii* yang dikulturkan secara *in-vitro*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tentang pengaruh logam berat kadmium terhadap kerusakan jaringan akar lamun *T. hemprichii* sehingga dapat menjadi data sebagai tanaman yang berpotensi untuk ditanam di lingkungan tercemar Cd sebagai absorben.

II. METODOLOGI

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2014 sampai Februari 2015 di Laboratorium Zoologi dan Botani, Jurusan Biologi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

B. Persiapan Bahan dan Perlakuan Awal

T. hemprichii diambil dari Taman Nasional Baluran, Situbondo. Lamun *T. hemprichii* dipilih dengan ketinggian hampir seragam yaitu ± 10 cm. Sampel lamun *T. hemprichii* dikulturkan secara *in-vitro* selama 30 hari dengan paparan logam berat kadmium 0 ppm, 0,01 ppm, 0,05 ppm dan 0,1 ppm. Selain itu, beberapa sampel diambil dan langsung diamati jaringan akarnya menggunakan metode parafin yang digunakan sebagai pembanding dengan hasil yang dikulturkan. Pengambilan sampel lamun ini juga disertai dengan pengambilan sampel air laut untuk diukur salinitas menggunakan *hand-refraktometer* dan kandungan

kadmiumnya menggunakan AAS.

C. Pengamatan Kerusakan Akar

Pengamatan kerusakan pada jaringan akar dilihat menggunakan metode parafin. *T. hemprichii* dipanen pada hari ke-30 pengamatan pada setiap perlakuan dan pengulangan. Berikut ini merupakan tahapan untuk membuat preparat permanen dari akar *T. hemprichii* menggunakan metode parafin.

Fiksasi

Fiksasi dilakukan menggunakan larutan FAA dengan komposisi 90% alkohol 70%, 5% asam asetat glasial dan 5% formalin. Akar lamun *T. hemprichii* yang dipanen kemudian direndam di dalam larutan FAA selama 24 jam.

Pencucian dan Dehidrasi

Pencucian dilakukan menggunakan alkohol 70%, alkohol 80%, alkohol 95% dan alkohol 100% masing-masing selama 30 menit. Dehidrasi menggunakan larutan alkohol-butanol 3:1, alkohol-butanol 1:1, alkohol-butanol 3:1 masing-masing direndam selama 30 menit. Kemudian dilanjutkan dengan perendaman sampel akar pada campuran butanol-parafin 1:9 dengan temperatur 57°C selama 24 jam.

Infiltrasi

Setelah dilakukan dehidrasi maka dilarutkan pada proses infiltrasi menggunakan parafin murni. Campuran butanol-parafin diganti dengan parafin murni pada temperatur 57°C selama \pm 24 jam.

Penyelubangan

Setelah 24 jam, maka parafin dibuang kemudian diganti dengan parafin yang baru. Setelah \pm 1 jam kemudian dilanjutkan dengan membuat blok.

Pengirisan dan Perekatan

Tahap selanjutnya yaitu pengirisan. Pengirisan dilakukan dengan membuat irisan-irisan menggunakan *rotary microtome* dengan tebal tertentu. Irisan yang telah dibuat kemudian dilekatkan pada gelas benda dengan campuran gliserin-albumin yang diberi air. Kemudian gelas benda diletakkan di atas *hot plate* dengan temperatur 45°C sampai pita parafin meregang.

Pewarnaan

Tahap paling akhir yaitu pewarnaan. Pewarnaan ini yaitu pewarnaan tunggal dengan safranin 1% dalam akuades. Selanjutnya, gelas benda berturut-turut dimasukkan ke dalam xilol I, xilol II, campuran alkohol-xilol 1:3, campuran alkohol-xilol 1:1, campuran alkohol-xilol 3:1, alkohol absolut I, alkohol absolut II, alkohol 95%, alkohol 80%, alkohol 60%, alkohol 40%, alkohol 20% dan akuades, masing-masing selama 3 menit. Proses selanjutnya yaitu perendaman menggunakan safranin 1% dalam akuades selama 2 jam. Kemudian dilanjutkan perendaman menggunakan alkohol 20%, alkohol 40%, alkohol 60%, alkohol 80%, alkohol 95%, alkohol absolut I, alkohol absolut II, campuran alkohol-xilol

3:1, campuran alkohol-xilol 1:1, campuran alkohol-xilol 1:3, xilol I dan xilol II, masing-masing selama 3 menit.

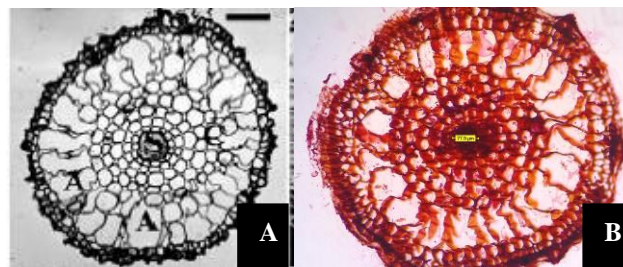
Setelah perwarnaan selesai maka irisan ditutup dengan gelas penutup yang diberi balsam Kanada/entelan terlebih dahulu. Preparat dikeringkan di atas *hot plate* dengan temperatur 45°C hingga balsam Kanada/entelan cukup kering. Kemudian dilekatkan etiket dengan keterangan kemudian preparat diamati di bawah mikroskop. Hasil preparat jaringan akar *T. hemprichii* yang dikulturkan diamati menggunakan mikroskop *compound* (Olympus X21) yang dilengkapi dengan optilab.

D. Rancangan Percobaan

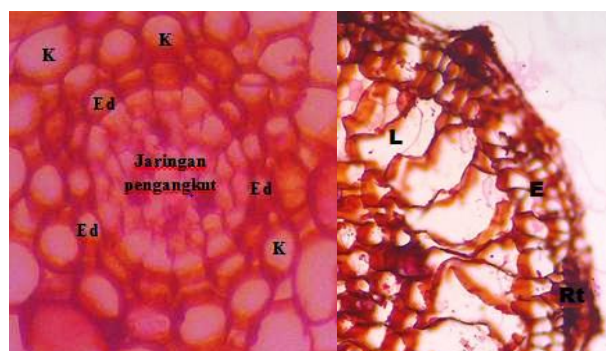
Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan 4 perlakuan dan masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak 6 kali.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Anatomi Akar *T. hemprichii*



Gambar 1. (A) Anatomi Akar Lamun [7] (B) Anatomi Akar *T. hemprichii* setelah 30 hari (Perbesaran 100X).



Gambar 2. Bagian-Bagian Akar *T. hemprichii* (Perbesaran 100 X). Keterangan : Ed (Endodermis), K (Korteks), L (Lakuna), E (Epidermis dan Rt (Rambut Akar).

Gambar 1 dan gambar 2 menunjukkan anatomi akar dari *T. hemprichii*. Akar dari semua lamun memiliki tudung akar yang melindungi sel meristem yang berfungsi dalam pembelahan sel. Pada lapisan terluar, terdapat lapisan epidermis biasanya tipis tetapi setiap lamun memiliki perbedaan struktur anatomi akar yang bergantung pada jenisnya [7]. Pada *T. hemprichii*, korteks terdiri dari beberapa sel kompak yang tebal. Korteks tengah mengandung beberapa lapisan berdinding tipis. Semua spesies lamun, dinding dari endodermisnya tipis dan padat, baik yang mengalami

lignifikasi atau tidak mengalami lignifikasi. Di dalam lapisan mesofil terdapat ruang udara atau lakuna untuk melepaskan sebagian oksigen hasil fotosintesis [7].

B. Kerusakan Jaringan Akar



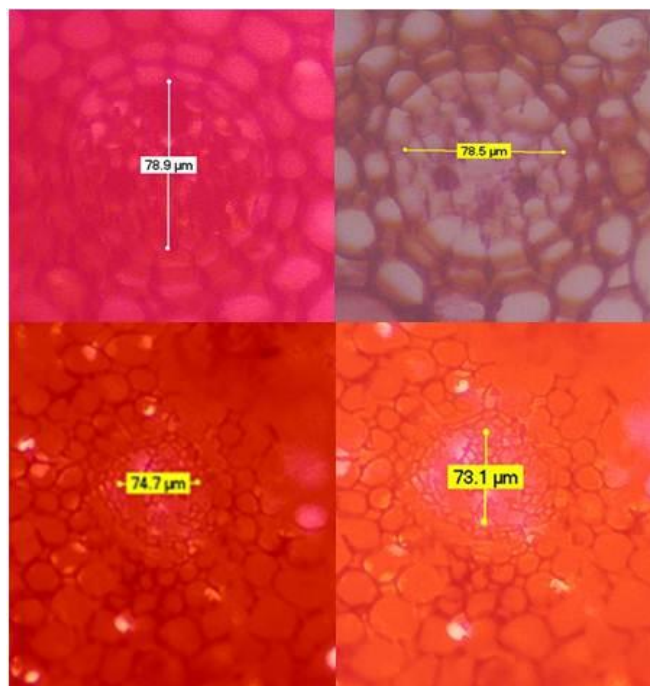
Gambar 3. Anatomi Akar *T. hemprichii* yang Mengalami Kerusakan setelah 30 Hari (0,1 ppm) (Perbesaran 100 X).

Pada pengamatan struktur anatomi akar *T. hemprichii*, didapatkan hasil bahwa secara umum sel-sel dalam akar spesies ini tidak mengalami kerusakan kecuali pada perlakuan 0,1 ppm. Pada perlakuan 0,1 ppm terlihat adanya kerusakan sehingga terbentuk rongga di antara jaringan pengangkut (Gambar 3). Mekanisme masuknya Cd ke dalam tumbuhan diawali dengan masuknya logam berat ke dalam sel akar, selanjutnya logam diangkut melalui jaringan pengangkut yaitu xilem. Translokasi Cd dilakukan melalui xilem sehingga akumulasi banyak ditemukan pada jaringan pengangkut [8].

Tumbuhan pada saat menyerap logam berat akan membentuk suatu enzim reduktase di membran akarnya. Reduktase ini berfungsi mereduksi logam yang selanjutnya diangkut melalui jaringan pengangkut. Pada konsentrasi tinggi, logam berat akan menyebabkan kerusakan [9]. Kerusakan pada anatomi akar *T. hemprichii* (Gambar 3) dikarenakan paparan Cd yang diberikan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain yaitu sebesar 0,1 ppm.

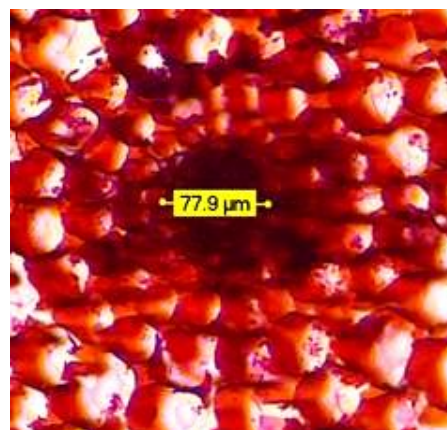
Rusaknya sel akar *T. hemprichii* ini disebabkan oleh kehadiran Cd. Kehadiran Cd dalam akar menyebabkan degradasi sel yang mengakibatkan rusaknya sel akar. Pada umumnya, Cd menurunkan toleransi tumbuhan terhadap stres air yang menyebabkan hilangnya tekanan turgor. Gangguan pada xilem oleh Cd mengakibatkan dinding sel mengalami degradasi karena menurunnya proses transpirasi [10]. Selain itu, logam Cd juga menyebabkan abnormalitas seperti patahnya kromosom [11]. Patahnya kromosom dapat mempengaruhi proses pembelahan sel.

C. Ukuran Jaringan Pengangkut



Gambar 4.7.4 Perbandingan Ukuran Jaringan Pengangkut Akar *T. hemprichii* (Perbesaran 100 X).

Keterangan : A. 0 ppm (78,9 μm) B. 0,01 ppm (78,5 μm) C. 0,05 ppm (74,5 μm) D. 0,1 ppm (73,1 μm).



Gambar 4.7.5 Anatomi Akar *T. hemprichii* Kontrol Alam (Perbesaran 100 X). Keterangan : Kontrol dari Baluran.

Kerusakan jaringan akar dapat juga dapat dilihat dari ukuran jaringan pengangkut dari masing-masing perlakuan. Ukuran terbesar terdapat pada perlakuan 0 ppm Cd yaitu 78,9 μm sedangkan perlakuan dengan konsentrasi 0,01 ppm, 0,05 ppm dan 0,1 ppm berturut-turut adalah 78,5 μm , 74,5 μm dan 73,1 μm . Anatomi akar dari *T. hemprichii* yang diambil langsung dari Baluran memiliki ukuran 77,9 μm . Akar yang digunakan sebagai kontrol alam memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan kontrol 0 ppm. Hal ini disebabkan air laut Baluran mengandung Cd sebesar 0,039 ppm. *T. hemprichii* dimungkinkan dapat melakukan mekanisme pertahanan terhadap Cd dengan konsentrasi sebesar 0,01 ppm, 0,0349 ppm dan 0,05 ppm sehingga jaringan akar tidak mengalami kerusakan sedangkan pada konsentrasi 0,1 ppm

ditemukan kerusakan pada sel akar.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pada penelitian analisa kerusakan jaringan akar dan pertumbuhan *T. hemprichii* yang terpapar logam berat Cd yang dikulturkan secara *in-vitro* menunjukkan bahwa Cd pada konsentrasi 0,1 ppm dapat menyebabkan kerusakan sel akar berupa degradasi pada jaringan pengangkut. Pada konsentrasi 0,01 ppm dan 0,05 ppm tidak menyebabkan kerusakan sel akar.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian tentang kandungan logam berat Cd pada masing-masing bagian dari *T. hemprichii* agar diketahui jumlah Cd yang dapat diserap oleh spesies ini
2. Perlu dilakukannya penelitian lanjutan *T. hemprichii* secara *in-vitro* dengan paparan logam berat lain sehingga informasi tentang ketahanan spesies ini lebih mudah diketahui.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua penulis yang selalu memberikan doa, dukungan dan nasehat kepada penulis. Ibu Dini Ermavitalini, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing tugas akhir. Saudara dan saudari mahasiswa Biologi ITS angkatan 2011 atas bantuan, dukungan dan informasinya. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah memberikan dukungan finansial melalui Beasiswa Bidik Misi tahun 2011-2015.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Palar, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta (2004).
- [2] D. Z. Herman, *Tinjauan terhadap Tailing Mengandung Unsur Pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dari Sisa Pengolahan Bijih Logam*. Jurnal Geologi Indonesia. Vol. 1 No. 1 Maret (2006) 31-36.
- [3] Nordic, *Cadmium Review*. Prepared by COWI A/S on Behalf of the Nordic Council of Ministers. Denmark. (2003).
- [4] E. Suryani dan S. Liong, *Distribusi Kuantitatif Logam Berat Pb, Cd dan Cu dalam Sedimen di Sekitar Perairan Laut Dangkal Pulau Sumbawa*. Marina Chimica Acta. (2003). Hal 2-5.
- [5] W. Kiswara, S. Rahmawati, H. Novianty dan A. R. Dzumalex. *Training Course in Seagrass Transplantation Methods*. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. Jakarta. (2014).
- [6] M. H. Azkab, *Struktur dan Fungsi pada Komunitas Lamun*. Oseana 25 (3): 9-17. (2000).
- [7] A. W. D. Larkum, R. J. Orth dan C. M. Duarte. *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*. Springer. Netherlands. (2006).
- [8] X. P. Liu, K. J. Peng, A. G. Wang, C. L. Lian dan Z. G. Shen. *Cadmium Accumulation and Distribution in Populations of *Phytolacca Americana* L. and The Role of Transpiration*. Chemosphere. 78: 1136-1141. (2010).

- [9] B. Piyanto dan Prayitno. *Fitoremediasi sebagai Sebuah Teknologi Pemulihan Pencemaran, Khususnya Logam Berat*. Jurnal Informasi Fitoremediasi. (2007).
- [10] M. N. V. Prasad. *Plant Ecophysiology*. John Wiley & Sons, Inc. Canada. (1997).
- [11] J. J. Zou, W. Jiang dan D. Liu. *Effect of Cadmium Stress on Root Tip Cells and Some Physiological Indexes in *Allium Cepa* var *Agrogarium* L.* Acta Bio Crac 54: 129-141. (2012).