

ANALISIS HISTOLOGIS LAMUN *Halodule uninervis* dan *Cymodocea serrulata* YANG BERASAL DARI PERAIRAN TERCEMAR LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DI KEPULAUAN BANGKA

ANALYSIS HISTOLOGICAL Seagrass Halodule uninervis and Cymodocea serrulata FROM WATER CONTAMINATED WITH LEAD METALS (Pb) IN BANGKA ISLAND

Francischa Aprilya¹⁾, Farikhah²⁾, Andi Rahmad Rahim²⁾, Dwi Rosalina³⁾

1) Mahasiswa Prodi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gresik

2) Dosen Prodi Akuakultur, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gresik

3) Politeknik Kelautan dan Perikanan Bone, Sulawesi Selatan

Email : francischa.aprilya@gmail.com. Phone : +6282244639985

ABSTRACT

Bangka Islands is a coastal area which has many coastal activities such as tin mining activities, ports/docks boat and ship transportation and residential areas. This can provide pollutant input into the water. Seagrass Halodule uninervis and seagrass Cymodocea serrulata is a flowering plant that live in the sea have extensive deployment in the waters of Bangka. One of the marine plants that can be used as a bioindicator of water pollution is seagrass. Seagrass is in the water column and the body parts interact directly with the water. This research was conducted from December 2019 to January 2020. The research sites were in the Laboratory of Muhammadiyah Gresik University and the Laboratory of Pathology, Anatomical Faculty of Medicine, University of Brawijaya Malang. The purpose of this study was to study the anatomical changes in root tissue, rhizome and leaves of Halodule uninervis seagrass and seagrass Cymodocea serrulata in response to contamination of heavy metal lead (Pb). This research was conducted in a descriptive qualitative manner with 3 body parts: roots, rhizome and leaves. The results of this study indicated that the epidermal, cells cortex and endodermal in the roots were thickened. Cell wall thickening occurs in the epidermis Rhizome. Likewise in the leaves, the phloem occurs thickening. In general, changes in the anatomical features of roots, rhizomes, and leaves were observed in response to an increase in lead concentration. The results showed that Halodule uninervis seagrass and seagrass Cymodocea serrulata developed several levels of tolerance to heavy metals, especially lead (Pb).

Keywords : Accumulation, heavy metals, histological, Halodule uninervis, Cymodocea serrulata

PENDAHULUAN

Perairan merupakan tempat hidupnya biota perairan. Dalam perairan terkandung sejumlah organisme yang saling berinteraksi baik dengan sesamanya maupun dengan lingkungannya. Interaksi yang diharapkan adalah interaksi yang seimbang antara faktor biotik dengan faktor abiotik sehingga proses ekosistem berjalan dengan seimbang.

Pencemaran merupakan masalah yang besar dalam kehidupan manusia dan menyebabkan ketidakseimbangan interaksi didalam ekosistem. Salah satu pencemaran yang berbahaya adalah pencemaran logam berat. Pencemaran logam berat dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang cukup serius tetapi pencemaran logam ini bukan suatu masalah baru. Pencemaran dari aktifitas manusia menghasilkan logam berat antara lain logam berat timbal (Pb), kadmium (Cd), dan kromium (Cr) (Male *et al.*, 2014). Logam berat yang masuk kedalam perairan dan menumpuk ke dasar perairan serta terakumulasi oleh organisme yang ada di dalam perairan ini akan mempengaruhi kehidupan organisme yang terpapar pencemaran logam berat. Akumulasi melalui proses biologi (bioakumulasi) dimana akan terjadi melalui proses rantai makanan sehingga akumulasi logam berat dalam jaringan tubuh organisme dapat terjadi pada setiap tingkatan (Zainuri *et al.*, 2011).

Dampak dari pencemaran perairan dapat terlihat di organisme yang ada di suatu perairan. Salah satu contohnya adalah tumbuhan Lamun dari perairan tercemar logam berat Pb (Rosalina, 2019) dijelaskan lebih lanjut bahwa Lamun dari perairan tercemar logam berat mengalami penebalan pada bagian eksodermis dan endodermis pada akar, ketebalan epidermis dan endodermis pada *rhizoma*, serta ketebalan kutikula dan epidermis dari kedua bagian daun abaxial dan adaxial, diduga penebalan ini akibat dari pencemaran logam berat. Menurut Yuli (2008), lamun dapat dijadikan sebagai bioindikator di perairan, Astuti (2011) menyatakan lamun dapat juga dijadikan sebagai bahan analisis kandungan logam berat dan dapat mengakumulasi bahan cemaran tersebut tanpa dia sendiri mati terbunuh olehnya.

Ekosistem lamun mempunyai fungsi selain sebagai produsen juga sebagai habitat biota (tempat pemijahan, daerah asuhan, daerah mencari makan), sebagai penangkap sedimen, serta sebagai pendaur zat hara. Menurut Phillips & Menez (1988), ekosistem lamun merupakan salah satu ekosistem bahari yang produktif di perairan dangkal, mempunyai fungsi antara lain: (1) menstabilkan dan menahan sedimen-sedimen yang dibawa melalui tekanan-tekanan dari arus dan gelombang sediment trap, (2) daun-daun memperlambat dan mengurangi arus dan gelombang serta meningkatkan sedimentasi, (3) memberikan perlindungan terhadap hewan-hewan muda dan dewasa yang berkunjung ke padang lamun (4) Daun-daun sangat membantu organisme epifit (5) mempunyai produktivitas dan pertumbuhan yang tinggi (6) menfiksasi karbon di kolom air sebagian masuk ke dalam sistem daur rantai makanan dan sebagian tersimpan dalam biomassa dan sedimen.

Penelitian ini ingin mengeksplorasi lebih jauh struktur histologis tumbuhan Lamun yang berasal dari perairan yang tercemar logam berat Pb pada dua spesies yang berbeda yaitu pada Lamun jenis *Halodule uninervis* dan Lamun jenis *Cymodocea serrulata*. Lamun *Cymodocea serrulata* pernah diteliti akan tetapi metode pengamatan jaringannya berbeda dengan penelitian yang dilakukan saat ini.

Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi struktur histologis dua species tumbuhan lamun yaitu *Halodule uninervis* dan *Cymodocea serrulata*, yang berasal dari Perairan Bangka Propinsi Sumatra Utara. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan pengetahuan tentang tumbuhan lamun berasal dari Perairan Bangka yang merupakan perairan dengan reputasi terpapar logam berat Pb.

TINJAUAN PUSTAKA

Lamun merupakan tumbuhan laut yang memiliki kapasitas tinggi dalam menyerap logam berat karena berinteraksi secara langsung dengan kolom perairan (melalui daun) dan dengan sedimen (melalui akar), sehingga daun dan akarnya merupakan bagian penyerap ion logam yang baik (Tupan, 2014).

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 timbal (Pb). 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 (Piyanto, 2007). Rusaknya disebabkan oleh kehadiran Pb. Kehadiran Pb menyebabkan degradasi sel yang mengakibatkan rusaknya sel. Pada umumnya, Pb menurunkan toleransi tumbuhan terhadap stres air yang menyebabkan hilangnya tekanan turgor. Selain itu, logam Pb juga menyebabkan abnormalitas seperti patahnya kromosom (Zou, *et al* 2012). Patahnya kromosom dapat mempengaruhi proses pembelahan sel.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2019 sampai dengan Januari 2020. Tempat penelitian di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Gresik dan Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang.

Alat dan Bahan

Prosedur : Persiapan histologis

Sediaan histologis dibuat dengan mengikuti acuan kerja yang ditetapkan oleh Laboratorium Patologi Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Cairan fiksatif yang digunakan untuk

mengawetkan jaringan pada tumbuhan Lamun *Halodule uninervis* dan *Cymodocea serrulata* adalah larutan fiksatif formaldehyde 10%. Pemilihan jaringan (trimming), jaringan terfiksasi dipotong dengan menggunakan pisau bedah yang tajam dan steril agar jaringan tidak mengalami kerusakan dalam proses pengerjaan. Setelah dilakukan proses trimming kemudian jaringan yang telah dipotong dimasukkan ke dalam cassette. Cassette yang berisi jaringan kemudian direndam dalam aquades selama satu menit dengan tujuan untuk menghindari terjadinya pengkerutan pada jaringan akibat terlalu lama terkena udara.

Dehidrasi jaringan dilakukan dengan tujuan untuk mengeluarkan seluruh cairan yang terdapat dalam jaringan yang telah difiksasi sehingga nantinya dapat diisi dengan parafin atau zat lainnya yang dipakai untuk membuat zat preparat. Hal ini perlu dilakukan karena air tidak dapat bercampur dengan cairan parafin atau zat lainnya yang dipakai untuk membuat blok preparat. Penarikan air keluar dari sel/jaringan dilakukan dengan cara merendam jaringan dalam bahan kimia yang berfungsi sebagai dehydrator (penarik air) yang secara progresif konsentrasinya meningkat, yakni alcohol.

Pembuatan blok jaringan digunakan untuk menjaga masing-masing bagian dari jaringan agar tidak berubah seperti pada kondisi tahap awal pemotongan dengan menggunakan alat yang disebut *tissue embedding*. Dalam proses ini digunakan cetakan anti karat atau *basemold* untuk pembuatan blok parafin, pada proses ini digunakan zat pembedam yaitu parafin cair panas dengan suhu 70⁰ C.

Pengirisan jaringan adalah proses pemotongan blok jaringan dengan menggunakan mikrotom. Mikrotom merupakan alat yang digunakan untuk memotong tipis atau irisan suatu jaringan. Sampel jaringan berparafin bergerak maju secara manual menuju pisau sesuai dengan ketebalan irisan yang diinginkan. Hasil dari pengirisan jaringan ini berupa pita tipis yang sangat penting karena irisan-irisan tipis ini akan membantu ketepatan diagnosa.

Pewarnaan jaringan adalah proses pemberian warna pada jaringan yang telah dipotong sehingga jaringan dapat dikenali dan memudahkan dalam pengamatan jaringan yang menggunakan mikroskop. Pulasan (pewarna) yang sering digunakan secara rutin adalah pulasan *hematoksin eosin* (HE). Pada pulasan HE digunakan 2 (dua) macam zat warna yaitu hematoksin yang berfungsi untuk memulas sel dan memberikan warna biru (basofilik) serta *cosin* yang merupakan *counterstaining*.

Analisis data

Bagian histologis Lamun *Halodule uninervis* dan *Cymodocea serrulata* diperiksa di berbagai posisi untuk menentukan dasar seluler dari sel Lamun dengan jenis yang berbeda.

Setiap slide preparat histologis akar, *rhizome* dan daun di scan dengan menggunakan mikroskop scanning *dot slide* Olympus dan software OlyVIA. Hasil scanning diamati dengan Windows 10 untuk mengobservasi jaringan yang terdapat dalam jaringan akar, *rhizome* dan daun. Bagian-bagian jaringan diukur panjang/diameter/perimeter sub jaringan diukur menggunakan bantuan program *Image-J* 15.5. Data dianalisis menggunakan program *Microsoft Excel* 2010.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan anatomi akar Lamun *Halodule uninervis* dalam merespon

Akumulasi timbal dalam jaringan akar Lamun *Halodule uninervis* menunjukkan perubahan pada jaringan yang dipengaruhi oleh timbal. Ketebalan epidermis, korteks dan endodermis berubah dengan meningkatnya konsentrasi timbal. Peningkatan konsentrasi timbal mengakibatkan penurunan ketebalan epidermis, korteks dan endodermis akar. Penyerapan dan akumulasi logam pada konsentrasi yang lebih tinggi dapat bersifat sitotoksik pada beberapa spesies tanaman, menyebabkan perubahan struktural dan ultrastruktur yang memengaruhi pertumbuhan tanaman dan kesejahteraan fisiologis (*Barceló et al. 1988; Vazquez et al. 1992; Zhao et al. 2000; Han et al, 2004*). Peningkatan ketebalan dinding sel yang terpapar logam pun akan berdampak pada terjadinya pengurangan pertumbuhan akar sebab terjadi penurunan pembelahan sel (*Stohs et al. 2000*). Menurut Al-Saadi et al. (2013), akumulasi logam timbal di dalam jaringan meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi logam berat. Selama stres, laju pertumbuhan akar menurun, dan epidermis, korteks dan endodermis akan berkembang lebih dekat ke

ujung akar, menunjukkan bahwa stres mempercepat perkembangan epidermis, korteks dan endodermis (Enstone *et al*, 2003).

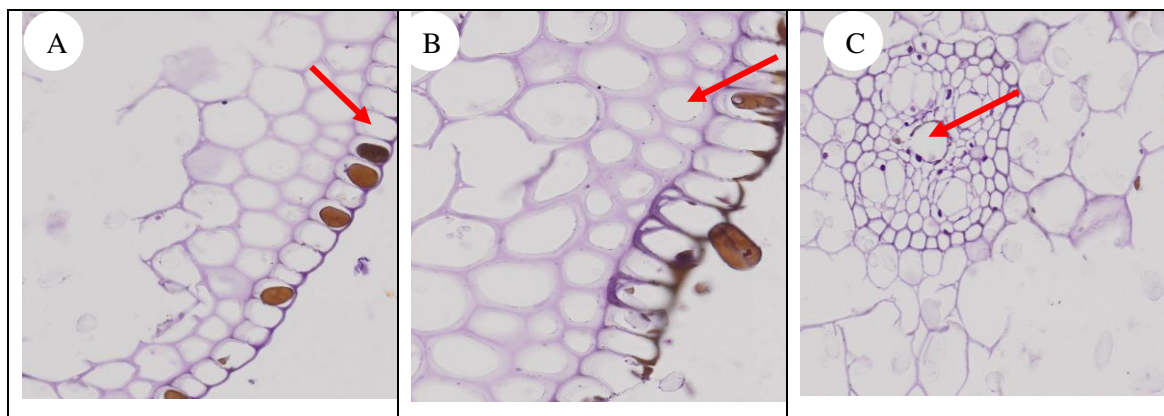
Tabel 1. Karakteristik struktur histologis akar Lamun *Halodule uninervis* dan *Cymodocea serrulata*

Variabel	Perim. (μm) Akar Lamun	
	<i>Halodule uninervis</i>	<i>Cymodocea serrulata</i>
	$\bar{X} \pm \text{SD}$	$\bar{X} \pm \text{SD}$
Epidermis	27.010 \pm 3.170*	14.927 \pm 5.177
Korteks	20.956 \pm 3.843*	505 \pm 1.333
Endodermis	25.664 \pm 7.234*	11.060 \pm 3.563

Keterangan: *rerata dari kedua spesies yang dibandingkan ada perbedaan (T-test; $p < 0,05$)

^urerata dari kedua spesies yang dibandingkan tidak ada perbedaan (T-test; $p < 0,05$)

N/A = not available



Gambar 1. Gambaran anatomi akar Lamun *Halodule uninervis* A (epidermis), B (korteks), C (endodermis) menunjukkan perubahan dalam penebalan A (epidermis), B (korteks), C (endodermis) jika dibandingkan dengan Lamun *Cymodocea serrulata*

Perubahan anatomi Rhizome Lamun *Halodule uninervis* dalam merespon

Peningkatan konsentrasi timbal menghasilkan peningkatan ketebalan epidermis *rhizome*. Perubahan dalam jaringan epidermis adalah hasil dari akumulasi logam berat dalam jaringan epidermis Lamun yang menghasilkan pematangan sel yang lebih cepat dan penebalan jaringan.

Perbedaan antar keduanya dapat mencerminkan beberapa hal. Pertama, mencerminkan respons kedua species yang berbeda terhadap cemaran logam berat timbal yang terakumulasi dalam habitat kedua lamun, yaitu di substrat pantai intertidal. Pendapat ini didukung oleh fakta dari sejumlah publikasi ilmiah, menyatakan bahwa akumulasi logam berat dapat menyebabkan penebalan struktur jaringan pada lamun sebab jaringan lamun terisi oleh logam berat dan jaringan pun akan mengalami stress. Penyerapan dan akumulasi logam pada konsentrasi yang lebih tinggi dapat bersifat sitotoksik pada beberapa spesies tanaman, menyebabkan perubahan struktural dan ultrastruktur yang memengaruhi pertumbuhan tanaman dan kesejahteraan fisiologis (Barceló *et al*. 1988; Vazquez *et al*. 1992; Zhao *et al* 2000; Han *et al*. 2004). Peningkatan ketebalan dinding sel yang terpapar logam pun akan berdampak pada terjadinya pengurangan pertumbuhan Lamun sebab terjadi penurunan pembelahan sel (Stohs *et al*. 2000).

Menurut Sandalio (2001), logam berat dapat menyebabkan stres oksidatif. Di daun *Pisum sativum*, respons fisiologis terhadap logam berat yang terkait dengan stres oksidatif, seperti gangguan sel yang ditandai dengan peningkatan ukuran sel mesofil, pengurangan ruang antar sel dan gangguan pada struktur kloroplas (Sandalio 2001). Shaw (1995) bahwa, logam berat Kadmium (Cd) dan Merkuri (Hg)

mengakibatkan efek yang merugikan, terutama pada membran *Phaseolus aureus*. Al-Saadi (2013) menunjukkan itu *Potamogeton* Daun menanggapi keberadaan logam berat dengan pengurangan ukuran sel epidermis dan jaringan aerenkim.

Penyebab kedua dari penebalan struktur jaringan *rhizome* di penelitian ini yaitu adanya sintesis protein spesifik, yaitu protein Metallothioneins sebagai respons fisiologis tumbuhan lamun terhadap cemaran logam berat yang dapat menyebabkan sel-sel tumbuhan mengalami stress. Metallothioneins adalah kelas dengan massa molekul rendah (4-8 kDa), protein kaya sistein sistein Sistein (Cys) yang dapat mengikat logam melalui kelompok thiol dari residu Sistein (Cys) mereka (Hamer, 1986). Pada penelitian ini, didapatkan bahwa kadar logam timbal dalam perairan adalah berkisar antara $0,02 \pm 0,01 - 0,07 \pm 0,01$ ppm (Rosalina, et al, 2017). Publikasi ilmiah terdahulu ada yang menggolongkan bahwa kadar 0,01 ppm tergolong kecil dan hingga konsentrasi 0,05 ppm logam tidak menyebabkan kerusakan sel akar (Noviarini, 2015).

Penyebab ketiga dari perbedaan fisiologis Lamun *Halodule uninervis* dengan Lamun *Cymodocea serrulata* yang memiliki bentuk fisiologis yang berbeda. Ini menunjukkan bahwa akumulasi logam berat timbal dalam perubahan fisiologi jaringan berbeda pada setiap spesiesnya.

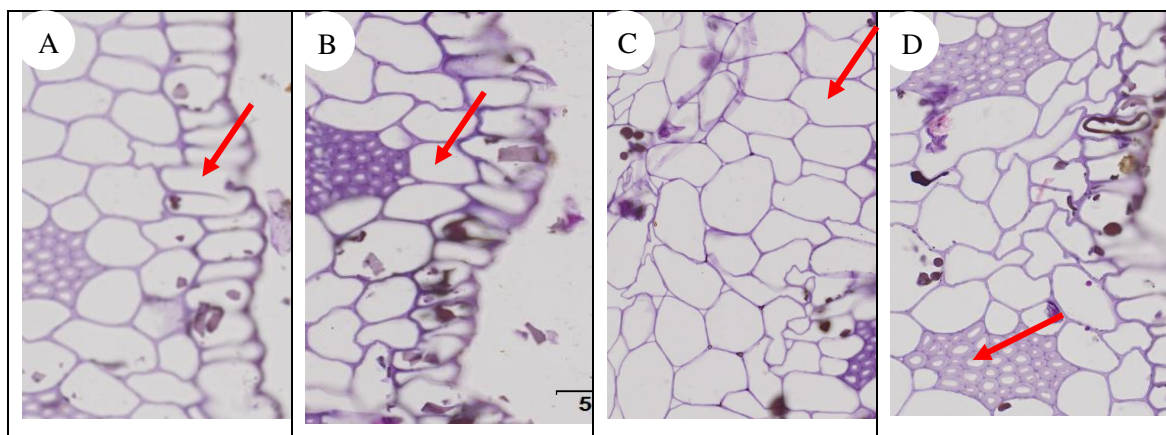
Tabel 2. Karakteristik struktur histologis *Rhizome* Lamun *Halodule uninervis* dan *Cymodocea serrulata*

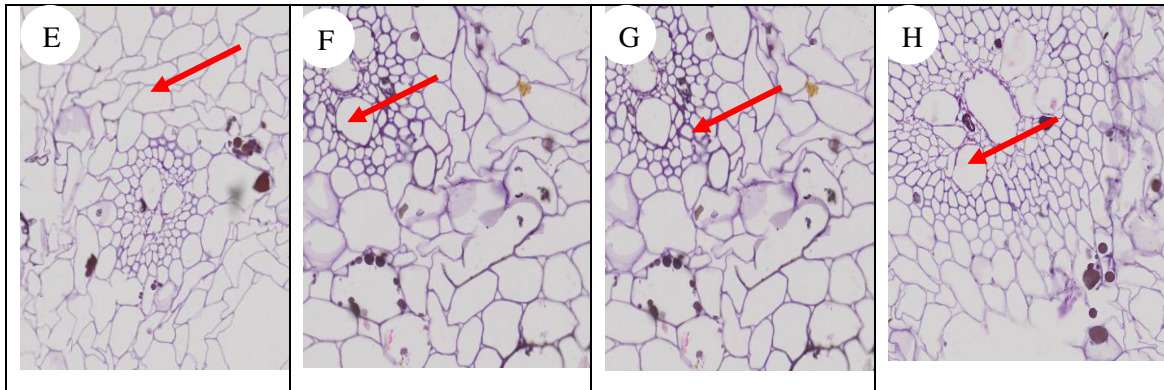
Variabel	Perim. (μm) <i>Rhizome</i> Lamun	
	<i>Halodule uninervis</i>	<i>Cymodocea serrulata</i>
	$\bar{X} \pm \text{SD}$	$\bar{X} \pm \text{SD}$
Epidermis	$31.277 \pm 2.024^*$	40.498 ± 4.188
Korteks	$28.306 \pm 5.213^{\text{m}}$	26.680 ± 4.888
Kolenkim	$29.983 \pm 3.603^{\text{m}}$	34.778 ± 11.556
Sklerenkim	$11.510 \pm 1.106^{\text{m}}$	16.269 ± 1.432
Parenkim	$16.815 \pm 2.762^{\text{m}}$	15.850 ± 1.802
Xylem	$18.613 \pm 4.003^{\text{m}}$	19.733 ± 1.840
Floem	$6.417 \pm 1.093^{\text{m}}$	6.504 ± 608
Endodermis	$22.696 \pm 3.689^{\text{m}}$	22.525 ± 5.876

Keterangan: *rerata dari kedua spesies yang dibandingkan ada perbedaan (T-test; $p < 0,05$)

^mrerata dari kedua spesies yang dibandingkan tidak ada perbedaan (T-test; $p < 0,05$)

N/A = not available





Gambar 2. Gambaran anatomi *Rhizome* Lamun *Halodule uninervis* A (epidermis), B (kork), C (kolenkim), D (sklerenkim), E (parenkim), F (xylem), G (floem), H (endodermis) menunjukkan perubahan dalam penebalan A (epidermis) jika dibandingkan dengan Lamun *Cymodocea serrulata*.

Perubahan anatomi *Rhizome* Lamun *Halodule uninervis* dalam merespon

Menurut Sandalio (2001), logam berat dapat menyebabkan stres oksidatif. Di daun *Pisum sativum*, respons fisiologis terhadap logam berat yang terkait dengan stres oksidatif, seperti gangguan sel yang ditandai dengan peningkatan ukuran sel mesofil, pengurangan ruang antar sel dan gangguan pada struktur kloroplas (Sandalio 2001). Shaw (1995) melaporkan bahwa logam berat Cd dan Hg mengakibatkan efek yang merugikan, terutama pada membran *Phaseolus aureus*. Al-Saadi (2013) menunjukkan itu *Potamogeton* Daun menanggapi keberadaan logam berat dengan pengurangan ukuran sel epidermis dan jaringan aerenkim.

Analisis struktur anatomi daun Lamun sebagai respons terhadap timbal menunjukkan perubahan lapisan floem. Peningkatan konsentrasi timbal menghasilkan peningkatan ketebalan floem. Tumbuhan air yang terendam dalam air dapat menyerap nutrisi, termasuk logam, melalui bagian-bagiannya termasuk daun dan penyerapan dipengaruhi oleh struktur dan permeabilitas lapisan kutikula.

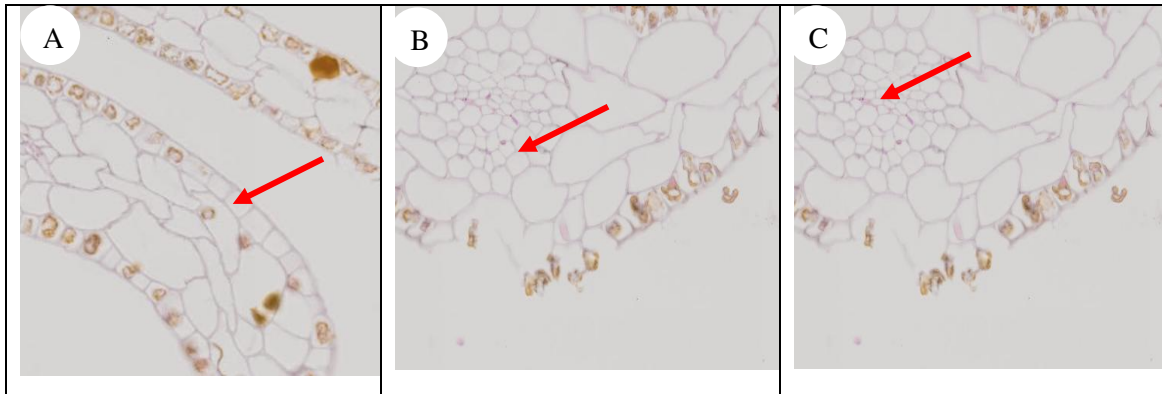
Tabel 3. Karakteristik struktur histologis Daun Lamun *Halodule uninervis* dan *Cymodocea serrulata*

Variabel	Perim. (µm) Daun Lamun	
	<i>Halodule uninervis</i>	<i>Cymodocea serrulata</i>
	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
Epidermis	12.231 ± 1.628 ^{tn}	12.303 ± 1.849
Xylem	7.753 ± 765 ^{tn}	7.607 ± 1.119
Floem	6.444 ± 1.632 [*]	4.235 ± 745

Keterangan: *rerata dari kedua spesies yang dibandingkan ada perbedaan (T-test; p<0,05)

^{tn}rerata dari kedua spesies yang dibandingkan tidak ada perbedaan (T-test; p<0,05)

N/A = not available



Gambar 3. Gambaran anatomi *Rhizome* Lamun *Halodule uninervis* A (epidermis), B (xylem), C (floem) menunjukkan perubahan dalam penebalan C (floem) jika dibandingkan dengan Lamun *Cymodocea serrulata*

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur histologis Lamun *Halodule uninervis* mengalami penebalan dari Lamun *Cymodocea serrulata*. Akar (epidermis, korteks, endodermis), *Rhizome* (epidermis) dan daun (floem) Lamun *Halodule uninervis* ada perbedaan ($p < 0,05$) dari Lamun *Cymodocea serrulata*. Semakin tinggi konsentrasi timbal, semakin tebal jaringannya. Penebalan ini dimungkinkan adalah salah satu strategi lamun untuk meminimalkan penyebaran logam berat ke jaringan lain. Penebalan jaringan disebabkan karena beberapa factor, yaitu :

- (1) Mencerminkan respons kedua species yang berbeda terhadap cemaran logam berat timbal yang terakumulasi dalam habitat kedua lamun, yaitu di substrat pantai intertidal.
- (2) Penebalan struktur jaringan akar di penelitian ini yaitu adanya sintesis protein spesifik, yaitu protein Metallothioneins sebagai respons fisiologis tumbuhan lamun terhadap cemaran logam berat yang dapat menyebabkan sel-sel tumbuhan mengalami stress.
- (3) Perbedaan fisiologis Lamun *Halodule uninervis* dengan Lamun *Cymodocea serrulata* yang memiliki bentuk fisiologis yang berbeda. Ini menunjukkan bahwa akumulasi logam berat timbal dalam perubahan fisiologi jaringan berbeda pada setiap spesiesnya.

Saran

Dari penelitian ini disarankan :

1. Perlu dilakukan penelitian tentang kandungan logam berat Pb pada masing-masing bagian dari Lamun *Halodule uninervis* dan Lamun *Cymodocea serrulata* agar diketahui jumlah Pb yang dapat diserap oleh spesies ini.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan Lamun *Halodule uninervis* dan Lamun *Cymodocea serrulata* secara *in-vitro* dengan paparan logam berat lain sehingga informasi tentang ketahanan spesies ini lebih mudah diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Saadi SAAM, Al-Asaadi WM, Al-Waheeb ANH. 2013. The effect of some heavy metals accumulation on physiological and anatomical characteristic of some Potamogeton L. plant. J Ecol Environ Sci 4(1): 100-108.
- Barceló J, Vazquez MD, Poschenrieder C. 1988. Cadmium diinduksi perubahan struktural dan ultrastruktural dalam sistem vaskular batang kacang hutan. Bot Acta 101: 254-261.
- Efriyeldi, Z. 2003. Kandungan Zat Hara dalam Air Poros dan Air Permukaan Padang Lamun Bintan Timur Riau. Natur Indonesia 5(2): 139-144.

- Han FX, BB Maruthi Sridhar, Monts DL, Su Y. 2004. Fito ketersediaan dan toksisitas kromium trivalen dan heksavalen terhadap *Brassica juncea* L. Czern. *Phytol Baru* 162: 489-499.
- Male, Y.T., Sunarti, Nunumate, N., 2014, Analisis Kandungan Timbal (Pb) Dan Kromium (Cr) Pada Akar lamun (*Enhalus acoroides*) Diperairan Desa Waaï Dan Tulehu Kabupaten Maluku Tengah Indian. *Journal of Chemistry* 1 : 6671.
- Nugroho, L. Hartanto, dkk., 2012. Struktur dan perkembangan tumbuhan. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Nurhayati. Mukarlina dan R. Linda. 2016. Struktur Anatomi Akar, Batang Dan Daun *Anthurium Plowmanii* Croat., *Anthurium Hookeri* Kunth. Dan *Anthurium Plowmanii* × *Anthurium Hookeri*. *Jurnal Protobiont*, 5 (1) : 24-29.
- Rosalina D. 2019. Short communication: Anatomical changes in the roots, rhizomes and leaves of seagrass (*Cymodocea serrulata*) in response to lead. *Biodiversitas*. 20(9):2583-2588.
- Sandalio LM, Dalurzo HC, Gomez M, Romero-Puertas MC, del Rio LA. 2001. Cadmium induced changes in the growth and oxidative metabolism of pea plants. *J Exp Bot* 52: 2115-2126.
- Schwarz, A.M., Matheson, F.& Mathieson, T. 2004. The role of sediment in keeping seagrass beds healthy. *Water Atmosphere*, 12: 18-19.
- Shaw BP. 1995. Effects of mercury and cadmium on the activities of antioxidative enzymes in the seedlings of *Phaseolus aureus*. *Biol Plant* 37: 587. DOI: 10.1007/BF02908843.
- Zainuri et al., 2011 (dalam Kontaminan Logam Berat Timbal (Pb) pada Lamun *Enhalus acoroides* Di Perairan Teluk Riau, Tanjungpinang).
- Zhao FJ, Lombi E, Breedon T, McGrath SP. 2000. Seng akumulasi hiper dan distribusi seluler di Indonesia *Arabidopsis halleri*. *Lingkungan Sel Tanaman* 23: 507-514