

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Taman Nasional Baluran terletak di ujung Timur Pulau Jawa. Secara administrasi, Taman Nasional Baluran berada di Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo, Provinsi Jawa Timur, sedangkan secara geografis terletak antara 7°29' LS-7°55' LS, dan 114°17' BT-114°28' BT. Berdasarkan Surat Keputusan Direktur Jenderal Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam No. 187/Kpts/DJ-V/1999 tanggal 13 Desember 1999 menyatakan bahwa luas kawasan tersebut sebesar 23.937 ha wilayah daratan dan 1.063 ha wilayah perairan (Dono *et al.*, 2003). Batas-batas Taman Nasional Baluran adalah sebagai berikut:

Sebelah Utara	: Selat Madura
Sebelah Timur	: Selat Bali
Sebelah Barat	: Desa Sumberanyar, sungai Klokoran
Sebelah Selatan	: Desa Wonorejo, sungai Bajulmati

Taman Nasional Baluran merupakan perwakilan ekosistem hutan yang spesifik kering di Pulau Jawa yang terdiri dari tipe vegetasi savana, hutan mangrove, hutan musim, hutan pantai, hutan pegunungan bawah, hutan rawa dan hutan yang selalu hijau sepanjang tahun. Sekitar 40 % tipe vegetasi savana mendominasi kawasan Taman Nasional Baluran.

Tumbuhan yang terdapat di Taman Nasional Baluran sebanyak 444 jenis diantaranya tumbuhan asli yang khas, yaitu widoro bekol (*Ziziphus rotundifolia*), mimba (*Azadirachta indica*), dan pilang (*Acacia leucophloea*), serta terdapat 26 jenis mamalia diantaranya banteng (*Bos javanicus javanicus*), kerbau liar (*Bubalus bubalis*), ajag (*Cuon alpinus javanicus*), kijang (*Muntiacus muntjak muntjak*), rusa (*Cervus timorensis russa*), macan tutul (*Panthera pardus*

melas), kancil (*Tragulus javanicus pelandoc*) dan kucing bakau (*Prionailurus viverrinus*). Selain itu, terdapat 155 jenis burung diantaranya termasuk yang langka seperti layang-layang api (*Hirundo rustica*), tuwuk atau tuwur asia (*Eudynamys scolopacea*), burung merak (*Pavo muticus*), ayam hutan merah (*Gallus gallus*), kangkareng (*Anthracoceros convecus*), rangkong (*Buceros rhinoceros*) dan bangau tong-tong (*Leptoptilos javanicus*).

Taman Nasional Baluran memiliki 3 pantai, yaitu Pantai Bama, Balan dan Bilik. Pantai Bama berjarak 3 km dari Bekol dan terletak di sebelah Timur kawasan Taman Nasional Baluran, Kecamatan Banyuputih, Kabupaten Situbondo, Propinsi Jawa Timur. Kawasan tersebut memiliki tipe iklim musim dengan musim kemarau yang sangat panjang, yaitu pada bulan Mei sampai November, sedangkan musim hujan terjadi pada bulan Desember sampai April (Rombang *et al.*, 1999).

Berdasarkan Laporan Inventarisasi Potensi Jenis Terumbu Karang di Pantai Taman Nasional Baluran pada tahun 1997 dapat diketahui bahwa persentase penutupan karang hidup tergolong sedang sampai jelek mulai dari Air Karang (49,57 %), Bilik (44,74 %), Bama (39,98 %), Lempuyang (35,55 %), Batok (27,94 %), Balanan (22,61 %), Kajang (16,68 %) dan Kalitopo (9,61 %). Bentuk karang hidup yang paling dominan di Taman Nasional Baluran adalah *Acropora branching*, *Coral mushroom*, *Acropora encrusing* dan *Acropora tabulate*.

4.2 Deskripsi Stasiun Penelitian

Pada penelitian ini digunakan 3 stasiun penelitian dimana masing-masing stasiun ditentukan berdasarkan tata guna lahan yang ada di sekitar lokasi penelitian. Penentuan stasiun ini dimaksudkan agar didapatkan data yang lebih akurat dan variatif sehingga diharapkan dapat menggambarkan kondisi lokasi penelitian secara keseluruhan.

4.2.1 Stasiun 1

Stasiun 1 terletak dekat dengan ekosistem mangrove sepanjang 10 - 15 m yang menjorok ke pantai. Hutan mangrove berpengaruh sangat besar terhadap komunitas lamun di stasiun ini, sehingga tingkat kekeruhannya tinggi dan tingginya bahan organik menyebabkan proses sedimentasi pada ekosistem lamun.

Panjang komunitas lamun di stasiun ini sekitar 150 m dimulai dari garis pantai (pasang tertinggi) sampai tidak ditemukan komunitas lamun lagi atau berhadapan dengan rataan terumbu karang yang mati. Jumlah titik pengamatan pada stasiun 1 sebanyak 3 titik pengamatan dengan jarak masing-masing 70 m antar titik pengamatan. Gambar lokasi pengambilan sampel pada stasiun satu disajikan pada Lampiran L 11

4.2.2 Stasiun 2

Stasiun 2 terletak dekat dengan aktivitas manusia yang meliputi kegiatan memancing dan pariwisata. Stasiun ini berada di sebelah Barat stasiun 1 dengan jarak 70 m dan dibatasi oleh rataan terumbu karang. Panjang komunitas lamun di stasiun 2 sekitar 200 m dimulai dari pasang tertinggi sampai rataan terumbu karang. Jumlah titik pengamatan pada stasiun 2 sebanyak 3 titik pengamatan dengan jarak masing-masing 100 m antar titik pengamatan. Gambar lokasi pengambilan sampel pada stasiun dua disajikan pada Lampiran L 12

4.2.3 Stasiun 3

Stasiun 3 terletak dekat dengan aktivitas manusia yang meliputi kegiatan memancing dan pariwisata. Stasiun ini berada di sebelah Barat stasiun 2. Keadaan padang lamun cukup lebat yang membentang luas di lautan. Pada sisi barat stasiun terdapat hutan mangrove yang luas dan tidak menjorok ke pantai.

Panjang komunitas lamun di stasiun ini sekitar 250 m di mulai dari garis pantai (pasang tertinggi) sampai tidak ditemukan lamun lagi. Keadaan padang lamun di stasiun ini cukup lebat dibandingkan dengan stasiun lainnya. Jumlah titik pengamatan pada stasiun 2 sebanyak 3 titik pengamatan dengan jarak masing-masing 120 m antar titik pengamatan. Gambar lokasi pengambilan sampel pada stasiun tiga disajikan pada Lampiran L 13

4.3 Analisis Kualitas Air

Kondisi lingkungan di Pantai Bama, Taman Nasional Baluran diukur untuk memastikan apakah lingkungan tempat hidup *Cymodocea rotundata* berada pada kisaran toleransi bagi kehidupan, sehingga dapat diketahui kerusakan yang terdapat pada irisan histologi. Kerusakan histologi terjadi akibat akumulasi logam berat yang ada di perairan tersebut sejak beberapa tahun yang lalu, baik yang berasal dari limbah pariwisata maupun dari hewan yang hidup di Pantai Bama. Kondisi lingkungan Pantai Bama Taman Nasional Baluran disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Data Kualitas Air

Parameter	Pantai Bama	Kisaran Optimum/ batas diperbolehkan
Suhu	30 – 31 °C	± 31 °C
pH	7,5 – 7,9	7 – 8,5
Salinitas	34 – 39 ppt	25 - 35 ppt
Kadar Pb	0.053– 0.059 ppm	< 0.008 ppm

Data kualitas air menunjukkan kondisi lingkungan tempat hidup *Cymodocea rotundata* berada dalam kisaran toleransi kecuali kadar logam berat Pb di Pantai Bama, Taman Nasional Baluran yang melebihi ambang batas yang diperbolehkan. Hal ini menunjukkan bahwa pada perairan tersebut telah tercemar logam berat Pb seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Herawati (2011).

Faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap kehidupan suatu organisme. Beberapa faktor lingkungan bahkan dapat mempengaruhi ritme biologi suatu organisme. Hal ini dikarenakan faktor lingkungan tersebut dapat mempengaruhi proses metabolisme secara langsung. Menurut Rochyatun dan Abdul (2007), faktor lingkungan perairan seperti pH, temperatur dan salinitas juga mempengaruhi daya racun logam berat. Penurunan pH air dapat menyebabkan daya racun logam berat semakin besar. Selain itu, kesadahan yang tinggi juga dapat mempengaruhi daya racun logam berat, karena logam berat dalam air yang berkesadahan tinggi akan membentuk senyawa kompleks yang mengendap dalam dasar perairan.

Temperatur merupakan faktor lingkungan yang penting bagi kehidupan organisme dimanapun di dunia. Hal ini dikarenakan perubahan temperatur mengakibatkan perubahan kecepatan reaksi kimia. Seperti yang telah dijabarkan dalam hukum Van't Hoff bahwa kenaikan suhu 10°C melipatgandakan kecepatan reaksi, walaupun hukum ini tidak selalu berlaku. Misalnya, proses metabolisme akan naik sampai puncaknya dengan kenaikan temperatur yang tinggi, akan tetapi kemudian proses metabolisme tersebut menurun lagi (Barret, 1963). Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman badan air. Suhu sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan (Effendi, 2003).

Berdasarkan pengukuran suhu diperoleh data yaitu 30 - 31 °C, angka suhu tersebut masih berada pada kisaran normal, dimana Nontji (2002), suhu air permukaan di perairan Nusantara umumnya berkisar antara 28 - 31 °C. Suhu air di dekat pantai biasanya sedikit lebih tinggi daripada yang di lepas pantai dan biota yang hidup di zona pasut mempunyai daya tahan yang besar terhadap perubahan suhu. Zieman (1975) dalam Supriharyono (2002), lamun yang hidup di daerah tropis umumnya tumbuh pada daerah dengan kisaran suhu air diantara 20 - 30 °C, sedangkan suhu optimumnya adalah 28 - 30 °C. Dahuri *et al.*, (2004), menambahkan bahwa proses fotosintesis akan menurun tajam bila temperatur perairan berada di luar kisaran tersebut. Kenaikan temperatur atau suhu dapat menaikkan kecepatan diffusi ion ke akar termasuk ion logam (Palar, 1994 dalam Puspitasari *et al.*, 2006).

Derajat keasaman (pH) adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi asam atau basa. Di lingkungan laut pH relatif lebih stabil dan biasanya berada dalam kisaran antara 7,5 - 8,4 (Nybakken, 1988). Derajat keasaman berkaitan dengan CO₂ yang berasal dari proses respirasi, semakin tinggi kadar CO₂ di perairan maka perairan akan bersifat asam karena CO₂ akan berikatan dengan H₂O membentuk H₂CO₃ (asam karbonat). Perairan yang mempunyai pH tinggi (lebih besar dari 7) memiliki kadar CO₂ yang rendah, namun kaya akan karbonat dan bikarbonat, pH 6 - 8, HCO₃³⁻ melimpah.

pH air yang basa menyebabkan kandungan logam di perairan meningkat sedangkan pH air yang asam menyebabkan karbonat diubah menjadi hidoksida. Hidoksida mudah membentuk ikatan permukaan dengan partikel-partikel pada badan air sehingga Pb akan mengendap di sedimen (Palar, 1994 dalam Mochdor *et al.*, 2006).

Pada tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa hasil pengukuran pH perairan pada Pantai Bama berkisar antara 7,5 - 7,9. Menurut Barus (2002), nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme

air pada umumnya sebesar 7 – 8,5. karena pada saat tersebut ion bikarbonat yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis oleh lamun dalam keadaan melimpah. Nilai pH yang didapatkan pada penelitian masih layak untuk pertumbuhan lamun.

Pada tabel 1 di atas didapatkan hasil pengukuran salinitas di perairan Pantai Bama berkisar antara 34 - 39 ppm. Menurut Nontji (2002) perbedaan salinitas juga dapat disebabkan karena perbedaan waktu pengukuran yang kaitannya dengan intensitas matahari yang mengakibatkan adanya evaporasi. Nilai tersebut masih berada dalam kisaran salinitas yang optimum untuk pertumbuhan lamun, dimana Dahuri *et al.* (2004), walaupun spesies lamun mempunyai toleransi terhadap salinitas yang berbeda-beda namun sebagian memiliki kekuatan yang lebar terhadap salinitas yaitu antara 10 - 40 ‰, sedangkan Zieman (1975) dalam Supriharyono (2002), salinitas yang optimum untuk pertumbuhan lamun berkisar antara 25 - 35 ppm, kisaran tersebut juga masih sesuai dengan baku mutu air laut untuk lamun yaitu 33 - 34 ppm berdasarkan Keputusan Negara Lingkungan Hidup Tahun 2003.

4.4. Kandungan Pb pada Lamun

Secara keseluruhan *Cymodocea rotundata* yang ditemukan di Pantai Bama cukup banyak dari pada jenis yang lain. Kandungan logam berat Pb pada lamun *Cymodocea rotundata* di ketiga stasiun ditunjukkan pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Kandungan logam berat Pb pada lamun *Cymodocea rotundata* di ketiga stasiun.

Stasiun	Daun	Seludang	Akar	Rata Rata
1	3,960	2,789	2,427	3,058
2	3,947	2,560	2,453	2,986
3	3,873	2,470	2,463	2,935
Rata Rata	3,927	2,606	2,448	

Hasil analisis logam Pb pada lamun *Cymodocea rotundata* di di Pantai Bama pada umumnya diperoleh kandungan Pb tertinggi terletak pada helaian daun yaitu sebesar 3,960 ppm (stasiun 1). Hal ini disebabkan karena daun mempunyai stomata zat pectine, sehingga memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat selain di dapat dari penyuplaian oleh akar ke daun. Nilai kandungan Pb terendah yaitu pada bagian akar yaitu sebesar 2,427 ppm (stasiun 3). Hasil yang sama juga diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Kiswara *et al.* (1993), di Teluk Jakarta dan Kiswara (1994) di Teluk Jakarta serta Satwika (2004), kandungan logam berat tertinggi terdapat pada bagian daun. Hasil tersebut menunjukkan pola yang normal untuk sebaran kadar logam berat dalam bagian daun (bagian atas tumbuhan) lebih tinggi daripada dalam bagian akar dan rimpang (bagian bawah tumbuhan). Daun merupakan akumulator utama untuk logam berat dari suatu lingkungan perairan laut dangkal. Tingginya kandungan Pb pada helaian daun tersebut disebabkan daun memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat dalam suatu perairan. Lyngby *et al.* (1984) dalam Malea (1994), lamun mempunyai kemampuan yang besar dalam mengakumulasi logam berat melalui daunnya karena pada daun terdapat stomata zat pectine, sehingga memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat selain di dapat dari penyuplaian oleh akar ke daun.

Kandungan Pb pada lamun secara keseluruhan pada stasiun 1, 2 dan 3 ditemukan kandungan Pb tertinggi pada stasiun 1 yaitu dengan kandungan Pb sebesar 3,058 ppm. Hal ini disebabkan karena adanya limbah berupa sampah rumah tangga yang masuk ke perairan. Darmono (2001), Pb dapat berasal dari pembakaran sampah dan minyak. Notohadiprawiro (2006), limbah yang biasa mengandung logam berat berasal dari pabrik kimia, listrik dan elektronik, logam dan penyepuhan elektro (*electroplating*), kulit, metalurgi dan cat serta bahan

pewarna. Limbah padat pemukiman juga mengandung logam berat (Yong, *et al.*, 1992 dalam Notohadiprawiro, 2006). Tingginya kandungan Pb pada lamun di stasiun 3 dibanding dengan stasiun pengamatan yang lain juga dapat terjadi karena perbedaan fisiologis tumbuhan lamun. Kiswara (1990), *pectine* dalam dinding sel lamun memainkan peranan penting dalam penyerapan ion. Kadar *pectine* dalam daun meningkat sesuai dengan pertumbuhan umur daun, sehingga kandungan logam berat pada daun tua akan lebih besar daripada di daun muda.

Kandungan Pb pada lamun terendah ditemukan di stasiun 3 yaitu dengan rata-rata kandungan Pb sebesar 2,935 ppm, hal ini juga dapat disebabkan lokasi stasiun ini berada jauh dari aktifitas manusia seperti pemukiman penduduk dan kegiatan pelayaran sehingga dampak yang dialami tidak sebesar stasiun pengamatan yang lain. Kiswara (1990), arus pelayaran merupakan salah satu pencemaran logam Pb yang penting yang dapat berasal dari buangan minyak, kerangka kapal yang terdiri dari logam dan cat yang digunakan untuk mengecat kapal.

Perbedaan kandungan logam berat dalam bagian tubuh lamun disebabkan oleh perbedaan sel bagian tumbuhan, perbedaan kemampuan dalam penyerapan, karakteristik logam berat dalam tubuh dan perbedaan lingkungan perairan (Kiswara, 1990). Akumulasi dapat terjadi karena logam berat dalam tubuh biota cenderung membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik yang terdapat dalam tubuh, sehingga terfiksasi dan tidak diekskresikan oleh biota tersebut (Waldichuk, 1974 dalam Hutagalung, 1991).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar logam berat yang terdapat pada tubuh tanaman lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar logam berat yang terdapat pada lingkungan. Walaupun kadar logam berat yang terdapat pada tubuh lamun jauh lebih besar dari lingkungannya, namun lamun masih dapat tetap hidup karena setiap organisme mempunyai nilai

toleransi yang berbeda-beda terhadap logam berat dalam tubuhnya (Palar, 1994). Fitter (1991) ada 4 mekanisme utama suatu tumbuhan dapat resisten terhadap toksisitas, yaitu :

1. Penghindaran (*avoidance*) fenologis yaitu apabila stress yang terjadi pada tanaman bersifat musiman, tanaman dapat menyesuaikan siklus hidupnya, sehingga tumbuh pada musim yang cocok saja.
2. Eksklusi yaitu tanaman dapat mengenal ion toksik dan dapat mencegah agar tidak terambil sehingga tidak mengalami toksisitas.
3. Penanggulangan (*ameliorasi*) yaitu tanaman mengabsorpsi ion tersebut, tetapi bertindak untuk meminimumkan pengaruhnya. Jenisnya meliputi kelat (*chelatin*), pengenceran, lokalisasi atau bahkan ekskresi.
4. Toleransi yaitu tanaman dapat mengembangkan sistem metabolisme yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik yang potensial, mungkin dengan molekul enzim.

Penyerapan logam berat Pb pada tumbuhan lamun terjadi secara osmosis. Hal ini dikarenakan logam berat bergerak masuk ke dalam tumbuhan lamun dari daerah konsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi. Menurut Zakrinal (2009), Osmosis adalah perpindahan air dari larutan berkonsentrasi rendah kelarutan berkonsentrasi tinggi melalui selaput semipermeabel

Sel-sel akar tumbuhan umumnya mengandung konsentrasi ion yang lebih tinggi daripada medium sekitarnya, sehingga peristiwa difusi air yang mengandung logam Pb ke akar dapat berlangsung. Proses lain yang membantu akumulasi logam Pb pada akar akibat adanya daya hisap akar pada air dan ion-ion di sedimen. Hal ini disebabkan pada sel-sel akar memiliki potensial osmosis tinggi yang menyebabkan potensial air tinggi pula. Akumulasi logam ke dalam akar tumbuhan melalui bantuan transpor ligand dalam membran akar, kemudian akan membentuk transpor logam kompleks yang akan menembus xylem dan terus menuju sel daun.

Setelah sampai di daun akan melewati plasmalemma, sitoplasma dan tonoplasma untuk memasuki vakuola, di dalam vakuola transpor ligand kompleks bereaksi dengan aseptor terminal ligand untuk membentuk aseptor kompleks logam. Kemudian transpor ligand dilepas dan aseptor kompleks logam terakumulasi dalam vakuola yang tidak akan berhubungan dengan proses fisiologi sel tumbuhan (Brook, 1997 dalam Mochdor *et al.*, 2006).

Sasmitamihardja *et al.* (1996) dalam Mochdor *et al.* (2006), ada tiga jalan yang dapat ditempuh logam air dan on-ion yang terlarut bergerak menuju sel-sel xylem dalam akar, yaitu :

1. Melalui dinding sel (apoplas) epidermis dan sel-sel korteks.
2. Melalui sistem sitoplasma (simpals) yang bergerak dari sel ke sel.
3. Melalui sel hidup pada akar dimana sitosol dari setiap sel membentuk suatu jalur.

Logam akan terakumulasi pada tumbuhan setelah membentuk kompleks dengan unsur atau senyawa lain, salah satunya fitokhelatin. Fitokhelatin adalah suatu protein yang mampu mengikat logam Pb yang tersusun dari beberapa asam amino seperti sistein dan glisin. Fitokhelatin berfungsi membentuk kompleks dengan logam berat dalam tumbuhan dan berfungsi sebagai detoksifikasi terhadap tumbuhan dari logam berat, jika tumbuhan tidak bisa mensintesis fitokhelatin menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan berujung pada kematian. Kadar tertinggi fitokhelatin ditemukan pada tumbuhan yang toleran terhadap logam berat (Robinson, 1990 dalam Brooks, 1997 dalam Mochdor *et al.*, 2006).

Timbal sebagian besar diakumulasi oleh organ tanaman, yaitu akar dan daun (stomata). Perpindahan Pb dari tanah ke tanaman tergantung komposisi dan pH tanah, serta kapasitas tukar kation. Konsentrasi timbal yang tertinggi (100 - 1000 mg/kg) akan mengakibatkan pengaruh toksik pada proses fotosintesis tumbuhan. Timbal hanya mempengaruhi tanaman bila konsentrasi tinggi. Tanaman dapat menyerap logam Pb pada saat kondisi tanahnya subur, kandungan bahan

organik tinggi, serta KTK tanah rendah. Pada keadaan ini logam berat Pb akan terlepas dari ikatan tanah dan berupa ion yang bergerak bebas pada larutan tanah. Jika logam lain tidak mampu menghambat keberadaannya, maka akan terjadi serapan Pb oleh akar tanaman (Charlena, 2004).

Pada Tabel dapat dilihat bahwa kandungan logam berat Pb pada bagian helaian daun di setiap stasiun lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan logam berat Pb pada bagian seludang daun dan akar rimpang. Hasil tersebut menunjukkan pola yang normal untuk sebaran kadar logam berat dalam bagian daun (bagian atas tumbuhan) lebih tinggi daripada dalam bagian akar dan rimpang (bagian bawah tumbuhan). Daun merupakan akumulator utama untuk logam berat dari suatu lingkungan perairan laut dangkal. Tingginya kandungan Pb pada helaian daun tersebut disebabkan daun memiliki kemampuan untuk mengakumulasi logam berat dalam suatu perairan. Lyngby *et al.* (1984) dalam Malea (1994), lamun mempunyai kemampuan yang besar dalam mengakumulasi logam berat melalui daunnya karena pada daun terdapat stomata zat pectine, sehingga memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat selain di dapat dari penyuplaian oleh akar ke daun.

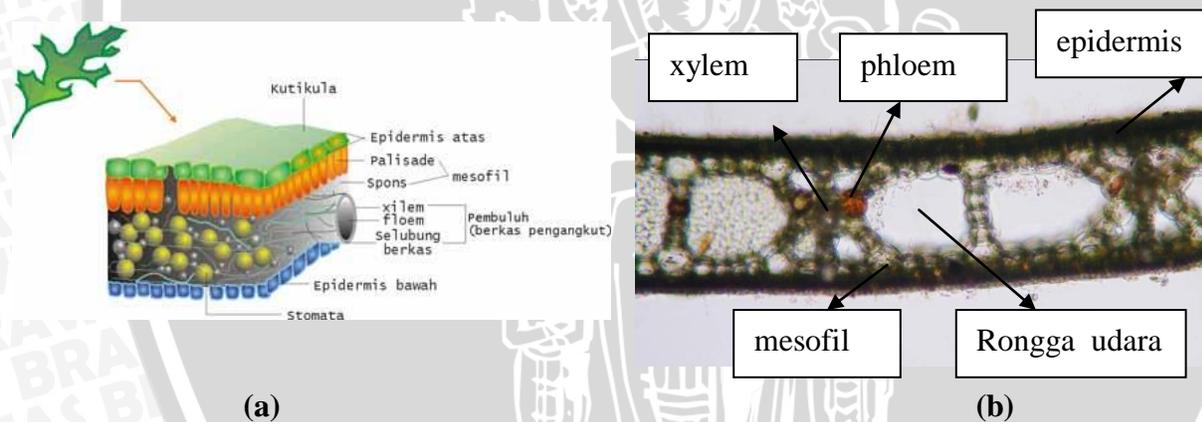
4.5 Kondisi Organologi Tumbuhan Lamun

Kondisi organologi tumbuhan lamun yang diteliti terdiri dari dua ukuran, yaitu tumbuhan dengan ukuran besar dan kecil. Adanya dua ukuran tumbuhan lamun yang digunakan bertujuan untuk mengetahui tingkat akumulasi logam berat Pb terhadap tumbuhan lamun tersebut.

4.5.1 Kondisi Organologi Tumbuhan Lamun Pada Stasiun 1

Stasiun 1 merupakan stasiun dengan kadar logam berat Pb terbesar, menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Herawati (2011) kadar logam berat Pb di perairan tersebut

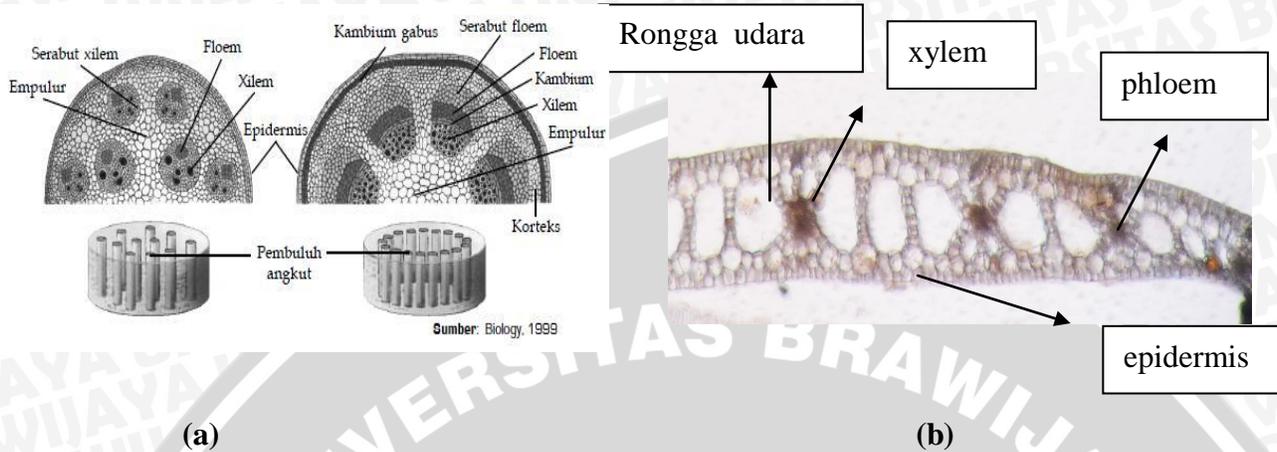
sebesar 0,059 ppm. Gmbaan organologi daun pada stasiun 1 diperoleh gambaran histologi yaitu pada bagian epidermis bewarna lebih kehitaman, Hal ini menunjukkan bahwa klorofil pada daun mengalami kerusakan. Selain itu pada bagian xilem dan floem juga bewarna kehitaman. Menurut Wicandra (2005) kerusakan jaringan pada bagian daun adalah terdapat warna hitam yang menutupi seluruh jaringan epidermis, dan kutikula. Hal ini disebabkan karena sel mesofil yang terdapat pada jaringan tumbuhan lamun mengalami lisis. Lisis merupakan proses hancurnya suatu sel yang diakibatkan oleh virus, enzim, atau mekanisme osmotik yang membahayakan. Dalam hal ini, tumbuhan lamun yang berada di pantai Bama mengalami proses lisis diakibatkan oleh pengaruh lingkungan khususnya logam berat Pb. Gambar organologi daun pada stasiun 1 disajikan pada Gambar 6 sebagai berikut.



Gambar 6. Gambar organologi daun pada Stasiun 1

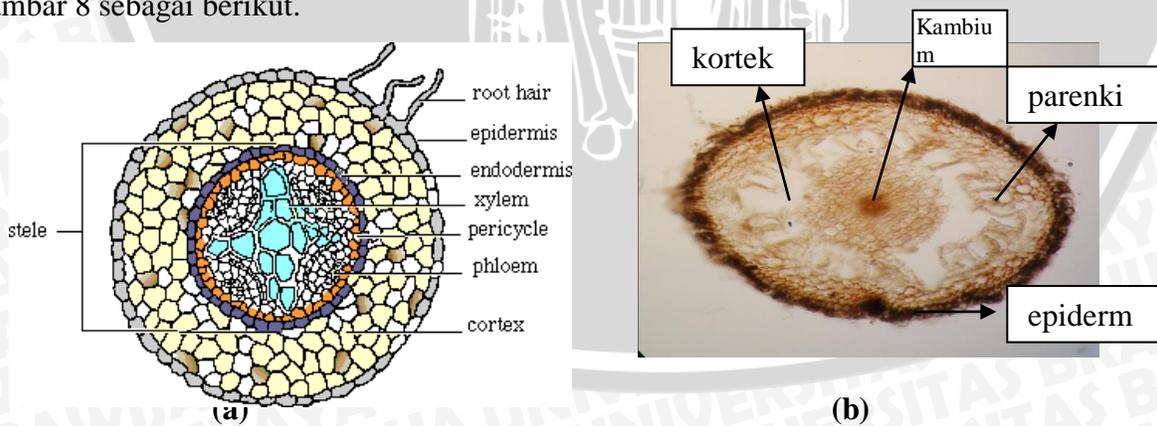
Pada gambaran organologi seludang pada stasiun 1 diperoleh gambaran histologi yaitu tidak berbeda jauh dengan daun. Antara lain pada bagian epidermisnya bewarna lebih kehitaman. Perbedaannya adalah rongga udaranya lebih besar dan lapisan kutikulanya agak tipis sehingga sulit dibedakan. Hal ini disebabkan karena tumbuhan lamun mengalami penyesuaian diri terhadap lingkungannya yang telah tercemar logam berat Pb (konsultasi pribadi dengan Rodyati,

ahli taksonomi Fakultas Biologi Universitas Brawijaya Malang). Gambar organologi seludang pada stasiun 1 disajikan pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Gambar organologi Seludang pada Stasiun 1

Pada gambaran organologi akar pada stasiun 1 diperoleh gambaran histologi yaitu pada serat dan rambut akarnya lebih banyak. Selain itu pada bagian korteksnya membesar dan putus, hal ini menandakan terjadinya kerusakan pada bagian akar. Menurut Milburn (1979) dalam Arisanti (2005). Hal ini disebabkan akar merupakan bagian utama dalam proses masuknya air dalam tubuh tanaman. Sehingga logam berat Pb yang terdapat dalam air masuk ke dalam akar terlebih dahulu sebelum masuk ke batang. Gambar organologi akar pada stasiun 1 disajikan pada Gambar 8 sebagai berikut.

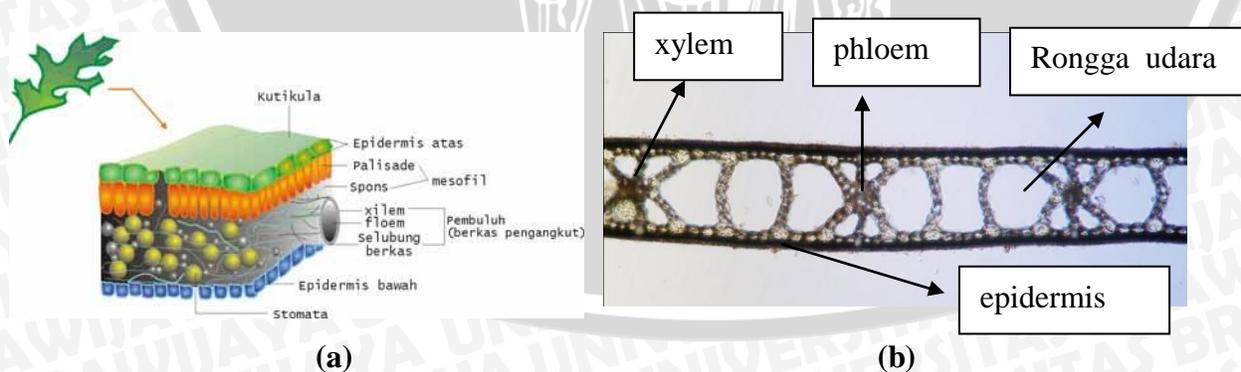


Gambar 8. Gambar organologi akar pada Stasiun 1

4.4.2 Kondisi Organologi tumbuhan lamun pada stasiun 2

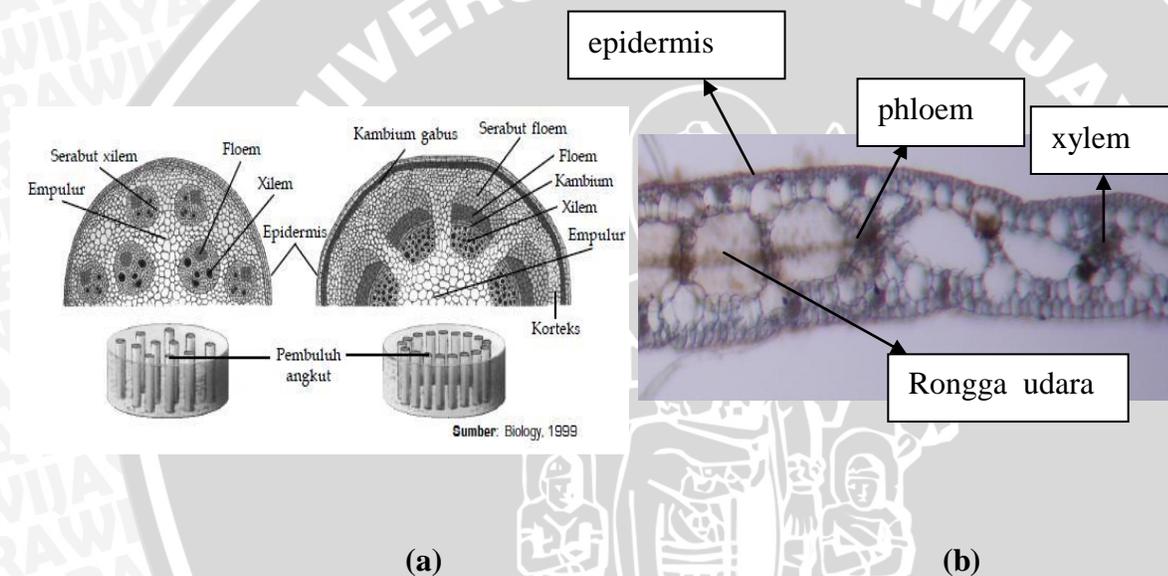
Pada Stasiun 2 menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Herawati (2011) diketahui bahwa kadar logam berat Pb yang terlarut sebesar 0,058 ppm. Pada gambaan organologi daun pada stasiun 2 diperoleh gambaran organologi yaitu pada daun bagian epidermisnya bewarna lebih kehitaman dan pada rongga udaranya lebih besar. Selain itu pada floem dan xylem lebih berserat, artinya sel mesofil pada daun mengalami lisis. Menurut Wicandra (2005) Klorofil sebagai pigmen hijau daun yang berfungsi dalam kegiatan fotosintesis dan berlangsung dalam jaringan mesofil, akan mengalami penurunan kadarnya sejalan dengan peningkatan pencemaran pada lingkungan.

Munculnya serat pada floem dan xilem disebabkan karena sel mesofil yang terdapat pada jaringan tumbuhan lamun mengalami lisis. Lisis merupakan proses hancurnya suatu sel yang diakibatkan oleh virus, enzim, atau mekanisme osmotik yang membahayakan. Serat berfungsi untuk proses adaptasi tumbuhan terhadap lingkungannya, Sehingga semakin banyak polutan di lingkungannya semakin banyak serat pada tanaman tersebut. Dalam hal ini, tumbuhan lamun yang berada di pantai Bama mengalami proses lisis diakibatkan oleh pengaruh logam berat Pb. Gambar organologi daun pada stasiun 2 disajikan pada Gambar 9 sebagai berikut.



Gambar 9. Gambar organologi daun pada Stasiun 2

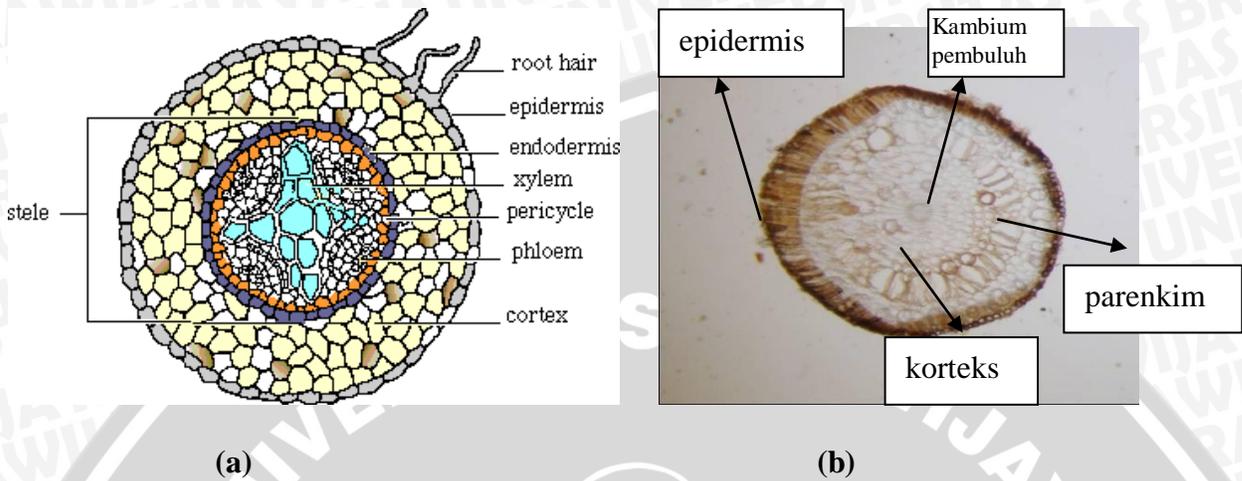
Pada gambaran organologi seludang pada stasiun 2 diperoleh gambaran histologi yaitu tidak berbeda jauh dengan daun. Antara lain pada bagian epidermisnya bewarna lebih kehitaman. Perbedaannya adalah rongga udaranya lebih besar dan lapisan kutikulanya agak tipis sehingga sulit dibedakan. Hal ini disebabkan karena tumbuhan lamun mengalami penyesuaian diri terhadap lingkungannya yang telah tercemar logam berat Pb (konsultasi pribadi dengan Rodyati, ahli taksonomi Fakultas Biologi Universitas Brawijaya Malang). Gambar organologi seludang pada stasiun 2 disajikan pada Gambar 10 sebagai berikut.



Gambar 10. Gambar organologi Seludang pada Stasiun 2

Pada gambaran organologi akar pada stasiun 2 diperoleh gambaran organologi yaitu pada bagian serat dan rambut akarnya lebih banyak. Selain itu pada bagian korteksnya lebih besar dan pada bagian floem lebih menyebar dan bewarna agak kehitaman. Menurut Wicandra (2005), kerusakan jaringan pada akar adalah floem sebagai jaringan pengangkut telah tersebar keseluruhan korteks, terdapat lubang-lubang yang tersebar di jaringan endodermis. Hal ini mengindikasikan

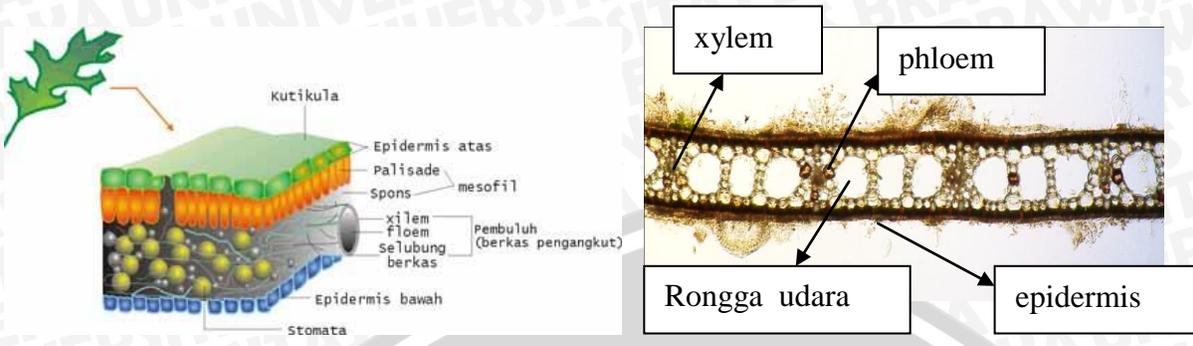
bahwa kondisi lingkungan dari stasiun 2 tercemar logam berat Pb. Gambar organologi akar pada stasiun 2 disajikan pada Gambar 11 sebagai berikut.



Gambar 11. Gambar organologi akar pada Stasiun 2

4.4.3 Kondisi Organologi Tumbuhan Lamun Pada Stasiun 3

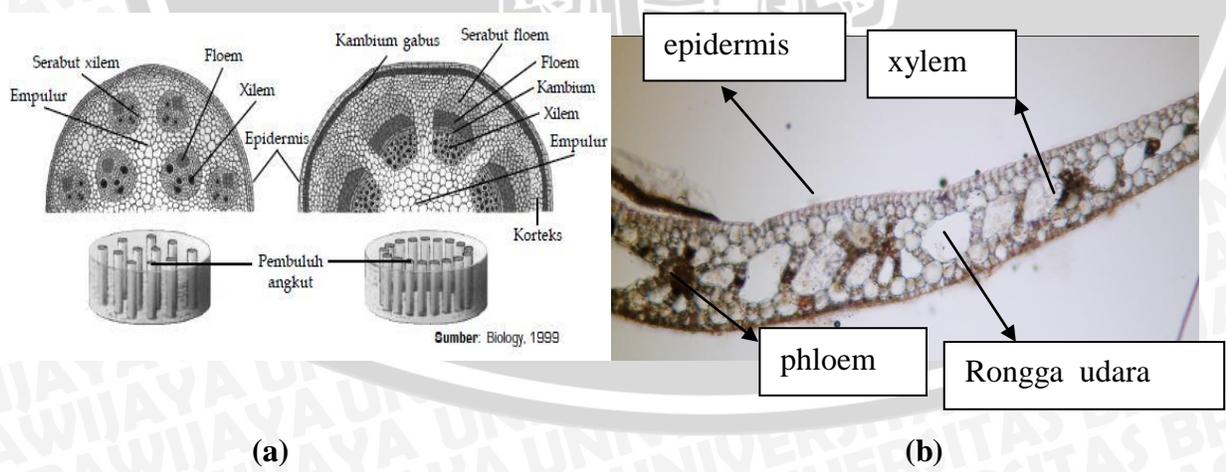
Pada Stasiun 3 menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Herawati (2011) diketahui bahwa kadar logam berat Pb yang terlarut sebesar 0,053 ppm . Pada gambaan organologi daun pada stasiun 3 diperoleh gambaran organologi yaitu pada daun bagian epidermisnya bewarna lebih hijau segar, sedangkan pada bagian berkas pembuluhnya tidak terlalu berserat. Hal ini disebabkan kandungan logam berat Pb pada stasiun 3 tidak begitu berpengaruh terhadap jaringan tumbuhan, karena masih terdapat klorofil warna hijau pada tumbuhan tersebut. Sehingga sel mesofil pada tumbuhan lamun tidak banyak mengalami proses lisis. Menurut Mowli et al (1989) dalam Nurmal (2000) Klorofil sebagai pigmen hijau daun yang berfungsi dalam kegiatan fotosintesis dan berlangsung dalam jaringan mesofil, akan mengalami penurunan kadarnya sejalan dengan peningkatan pencemaran udara Gambar organologi daun pada stasiun 3 disajikan pada Gambar 12 sebagai berikut :



(a) (b)

Gambar 12. Gambar organologi daun pada Stasiun 3

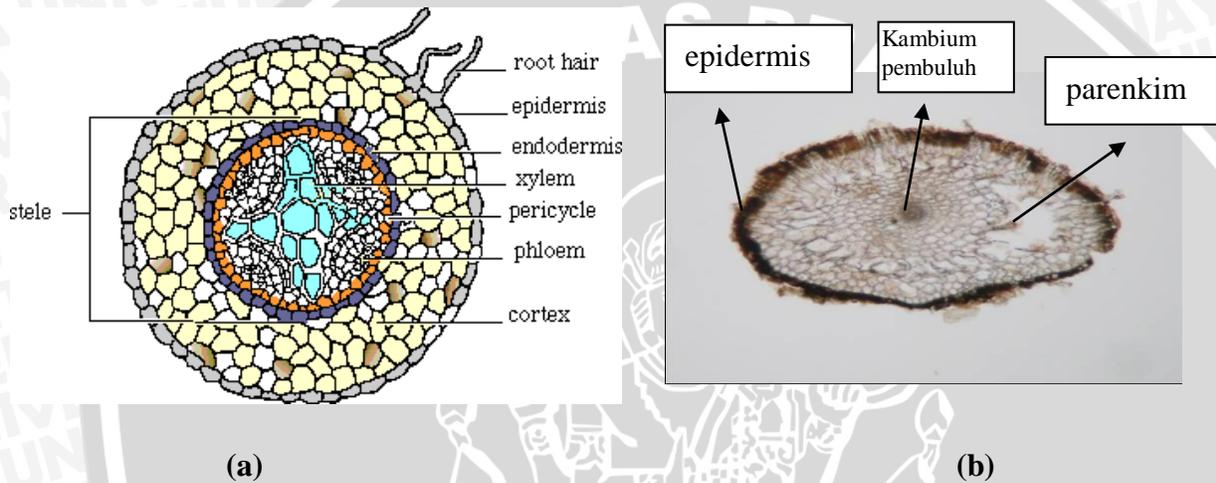
Pada gambaran organologi seludang pada stasiun 3 diperoleh gambaran organologi yang tidak berbeda jauh dengan daun. Pada bagian epidermis lebih berserat. Selain itu rongga udaranya tidak terlalu besar lapisan kutikulanya agak tipis sehingga sulit dibedakan. Hal ini disebabkan karena tumbuhan lamun mengalami penyesuaian diri terhadap lingkungannya yang telah tercemar logam berat Pb yang masih bias ditolelir (konsultasi pribadi dengan Rodyati, ahli taksonomi Fakultas Biologi Universitas Brawijaya Malang). Gambar organologi seludang pada stasiun 3 disajikan pada Gambar 13 sebagai berikut.



(a) (b)

Gambar 13. Gambar organologi seludang pada Stasiun 3

Pada gambaran organologi akar pada stasiun 1 diperoleh gambaran organologi yaitu pada serat dan rambut akarnya lebih banyak. Selain itu pada bagian korteksnya membesar dan putus. Menurut Milburn (1979) dalam Arisanti (2005). Hal ini disebabkan akar merupakan bagian utama dalam proses masuknya air dalam tubuh tanaman. Sehingga logam berat Pb yang terdapat dalam air masuk ke dalam akar terlebih dahulu sebelum masuk ke batang. Gambar organologi akar pada stasiun 3 disajikan pada Gambar 14 sebagai berikut :



Gambar 14. Gambar organologi akar pada Stasiun 3