

STUDI ADAPTASI ANATOMI ORGAN VEGETATIF *Neptunia oleraceae* Lour HASIL SELEKSI LINI PADA FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR AMONIAK

Nina Tanzerina, Juswardi dan Fitrialia Elyza

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sriwijaya

Abstrak. Penelitian mengenai Studi Adaptasi Anatomi Organ Vegetatif *Neptunia oleraceae* Lour Hasil Seleksi Lini Pada Fitoremediasi Limbah Cair Amoniak telah dilakukan pada bulan Januari – Mei 2012. Pengambilan sampel di area sekitar sungai musi II. Pembuatan preparat di Laboratorium Mikroteknik dan pengukuran kadar klorofil di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adaptasi struktur anatomi akar, batang dan daun *Neptunia oleraceae* Lour hasil seleksi lini pada fitoremediasi limbah cair amoniak. Pengamatan dilakukan secara deskriptif dengan cara pembuatan preparat permanen menggunakan metode paraffin dan *whole mount* serta menghitung kadar klorofil total daun. Hasil penelitian menunjukkan *Neptunia oleraceae* Lour hasil seleksi lini limbah cair amoniak pada konsentrasi 120 ppm mampu melakukan fitoremediasi dan beradaptasi. Akar *Neptunia oleraceae* Lour hasil seleksi lini mempunyai bentuk xylem yang bulat dan kecil serta jumlahnya sedikit, mampu membentuk akar cabang dan bintil akar.. Adaptasi anatomi pada batang hasil seleksi lini yaitu mempunyai, jaringan kolenkim sel sklereid yang menyebar dari korteks ke daerah pembuluh, parenkim udara persegi empat, tidak ada spon (jaringan gabus), untuk tangkai daun mempunyai ruang udara besar. Adaptasi anatomi pada daun hasil seleksi lini yaitu epidermis mengandung tanin dan kutikula tebal, sedangkan keberadaan stomata sama dengan kontrol. Kandungan klorofil total daun hasil seleksi lini lebih rendah 33,81 mg/L dibandingkan 51,34 mg/L pada kontrol.

Kata Kunci: Anatomi, Fitoremediasi, Limbah Cair Amoniak, *Neptunia oleracea* Lour, Seleksi Lini.

PENDAHULUAN

Tumbuhan-tumbuhan mempunyai adaptasi anatomi dan fisiologi untuk kelangsungan hidupnya, dengan cara memberikan peluang keberhasilan menyesuaikan kehidupan di habitat tertentu. Oleh karena itu adaptasi anatomi dan fisiologi dapat dijadikan indikator terhadap perubahan lingkungan hidup tanaman (Soerrodikusuma dan hartika dalam Haryanti dkk, 2009).

Namun demikian jenis tumbuhan yang berbeda menunjukkan sensitivitas yang berbeda pula terhadap perubahan lingkungan. Metode Fitoremediasi merupakan suatu sistem dimana tumbuhan tertentu yang bekerjasama dengan

mikroorganisme dalam media (Tanah, koral, dan air) dapat merubah zat kontaminan (pencemaran/polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi (Syahputra, 2006).

Sebagian besar polusi air yang disebabkan oleh PT. Pusri dihasilkan dari pabrik Urea. Adanya amoniak dan materi organik dalam perairan dapat menurunkan kualitas lingkungan karena senyawa tersebut akan mengalami stabilitas oleh mikroorganisme. Dalam proses ini konsentrasi oksigen dalam badan air yang tercemar limbah akan mengalami penurunan sehingga mengganggu biota air (Djenar & Budiastuti 2008: 98).



Upaya penyempurnaan pengelolaan limbah yang dapat dikembangkan dengan menggunakan prinsip fitoremediasi (Juswardi *et al.*, 2010: 17). Fitoremediasi merupakan metode pemulihan yang mengandalkan peran tumbuhan untuk menyerap, mendegradasi, mentransformasi dan memobilisasi bahan pencemar baik logam maupun senyawa organik (Subroto 1996: 28).

Neptunia oleraceae Lour merupakan tumbuhan air yang memiliki organ vegetatif berupa akar tunggang yang bercabang dengan nodul (bintil akar), batang dengan jaringan spon yang berperan untuk mengapung pada perairan dan menyimpan oksigen, dan daun yang berhubungan langsung dengan udara. *N. oleraceae* menyerap polutan yang masuk sebagai nutrisi untuk metabolisme fase vegetatif. Ferdini (2009) melaporkan bahwa *N. oleraceae* mampu mendegradasi limbah Amoniak PT Pusri pada konsentrasi kadar limbah amoniak 80 ppm menjadi 35,63 ppm.

Alternatif untuk mendapatkan *N. oleraceae* yang toleran terhadap limbah amoniak yang lebih tinggi digunakan metode seleksi lini.. Menurut Kadri (2004) metode seleksi lini adalah suatu cara memperlakukan tumbuhan secara bertahap mulai dari konsentrasi rendah ke konsentrasi selektor yang tinggi dengan tujuan untuk mendapatkan tumbuhan yang toleran. Tumbuhan yang toleran adalah tumbuhan yang mampu tumbuh dan berkembang pada konsentrasi selektor yang tinggi yang mendekati ambang toleransi.

Pengetahuan tentang struktur anatomi dapat membantu dalam mengidentifikasi suatu individu tumbuhan, misalnya spesimen herbarium. Dengan adanya pengetahuan yang terperinci mengenai unsur dan jaringan yang membentuk tubuh tumbuhan memungkinkan adanya pengertian yang lebih baik tentang penyesuaian diri tumbuhan baik untuk menjalankan fungsi atau menyesuaikan diri

terhadap kondisi lingkungan berbeda. Struktur anatomi tumbuhan hidrofit kurang beragam dibandingkan dengan tumbuhan xerofit. Faktor yang mempengaruhi struktur tumbuhan air adalah suhu, udara, konsentrasi dan komposisi garam dalam air. Tumbuhan air mempunyai sedikit jaringan penyokong dan pelindung, jumlah jaringan pelindung sedikit, xilem mengecil, dan mempunyai ruang udara yang banyak. Epidermis tumbuhan air tidak berfungsi untuk pelindung, tetapi untuk pengeluaran zat makanan, senyawa air dan pertukaran gas. Kutikula dan dinding sel sangat tipis, sel epidermis berisi kloroplas (Mulyani, 2006).

Selanjutnya Sari & Efendi (2011: 6) menambahkan bahwa polutan yang terserap dan terjerap tumbuhan akan mempengaruhi pertumbuhan dan anatomi mikroskopis organnya. Dengan melihat pengaruh dari polutan terhadap pertumbuhan dan anatomi mikroskopis organnya diharapkan dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran polutan.

METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel limbah cair amoniak di Outlet Limbah PT. Pusri dan Pengambilan *Neptunia oleraceae* Lour di Sekitar Sungai Musi II. *Neptunia oleraceae* yang telah diambil diaklimatisasikan terlebih dahulu selama satu minggu di rumah kaca. Diseleksi dimana dibagi menjadi 3 unit untuk perlakuan dan 3 unit kontrol (tanpa seleksi). Untuk perlakuan : *N. oleraceae* ditumbuhkan pada konsentrasi limbah cair 80 ppm Selama 1 minggu kemudian tumbuhan yang lolos seleksi lini dipindahkan lagi ke konsentrasi 100 ppm ditumbuhkan selama 1 minggu. Tumbuhan yang lolos seleksi pada perlakuan amoniak 100 ppm dipindahkan ke konsentrasi 120 ppm dan ditumbuhkan selama 60 hari, *Neptunia oleraceae* yang lolos seleksi pada konsentrasi 120 ppm dibuat preparat dengan metode paraffin dan semi permanen

(Whole Mount) pada saat berumur 7 hari dan setelah berumur 60 hari serta dihitung kadar klorofil total .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian adaptasi anatomi organ vegetatif *Neptunia oleraceae* Lour hasil seleksi lini yang digunakan sebagai agen fitoremediasi limbah cair amoniak, didapatkan hasil sebagai berikut:

Morfologi *Neptunia oleraceae* Lour hasil seleksi lini yang ditanam pada limbah cair amoniak 120 ppm.

Morfologi *N. oleraceae* hasil seleksi lini yang ditanam pada limbah cair 120 ppm, diduga mampu beradaptasi, setelah 7 hari terlihat kondisi morfologi *N. oleraceae* yang tetap segar, daun tetap hijau, batang dan cabang hijau. Pada beberapa nodus batang permukaan atas muncul tonjolan bakal tunas baru, sementara pada nodus batang yang berada di permukaan bawah terendam oleh media limbah cair muncul akar muda berwarna merah, panjang 5-10 mm, tapi belum memiliki akar cabang dan nodul (bintil) akar. Menurut Fitter & Hay (1998: 11), salah satu cara masuknya polutan dalam tumbuhan yaitu lewat akar, sebagai fungsinya akar mampu menyerap unsur hara dan melakukan aktivitas metabolisme dalam membentuk berbagai senyawa kemudian mengalirkannya ke batang dan daun.



(Perlakuan 120 ppm berumur 7 hari)



(Perlakuan 120 ppm berumur 60 hari)

Neptunia oleraceae hasil seleksi lini yang ditumbuhkan pada media konsentrasi 120 ppm umur 60 hari, memperlihatkan pertumbuhan dan pendewasaan organ. Hal ditunjukkan dengan pembentukan batang dengan tunas baru yang tumbuh memanjang, daun dari warna hijau menjadi kuning, serta akar bertambah panjang > 10 mm dengan pembentukan akar cabang baru dan nodul (bintil akar). Bertambah panjang akar ini menunjukkan bahwa kemampuan akar menyimpan nutrisi yang diserap untuk digunakan ke seluruh tubuh tumbuhan. Menurut penelitian fitoremediasi yang dilakukan Ferdini (2009: 46), menunjukkan bahwa proses degradasi yang terjadi pada *N. oleraceae* adalah rhizodegradasi yaitu dengan cara amoniak yang berada disekitar akar dirubah terlebih dahulu menjadi ammonium dan ion nitrat dengan bantuan bakteri, kemudian ion nitrat akan diserap oleh akar dan digunakan dalam proses metabolisme tumbuhan.

Struktur Anatomi organ vegetatif (akar, batang, dan daun) *Neptunia oleraceae* Lour hasil seleksi lini ditanam pada media limbah cair amoniak

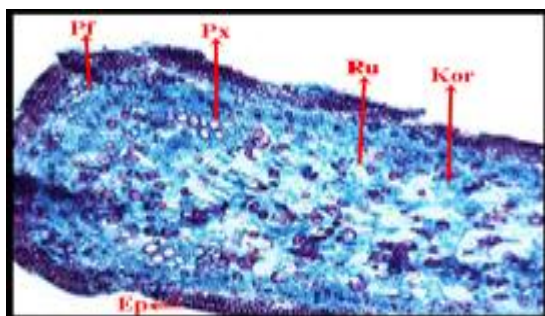
Berdasarkan hasil pengamatan preparat awetan dari organ akar, batang dan daun pada umur 7 hari, 21 hari dan 60 hari setelah ditumbuhkan pada media cair amoniak 120 ppm (hasil seleksi lini) dan dibandingkan dengan kontrol tanpa seleksi amoniak, hasil memperlihatkan secara anatomi susunan sistem jaringan penyusun

organ akar, batang dan daun relatif sama dengan kontrol.

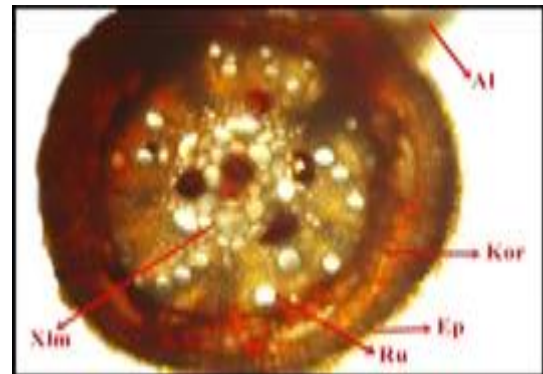
1. Struktur Anatomi akar *Neptunia oleraceae* Lour.

Sayatan melintang akar perlakuan yang berumur 7 hari memperlihatkan susunan sebagai berikut, lapisan terluar disusun oleh satu lapis sel epidermis berbentuk segi empat dengan dinding sel yang tipis tersusun rapat, sebelah dalam epidermis terdapat korteks, dan , jaringan pembuluh yaitu protoxilem sebelah dalam dan protofloem sebelah luarnya yang berukuran masih kecil dan belum tersebar disekeliling silinder pembuluh, ruang antar sel yang berupa parenkim membentuk ruang udara sudah terlihat walaupun masih kecil dan masih sedikit didaerah korteks.

Jaringan pembuluh xilem mengalami perubahan bentuk yang lebih bulat dan kecil dibandingkan dengan xilem kontrol yang berbentuk persegi tiga dan besar. Hal ini diduga karena pada morfologi akar umur 60 hari yang memanjang dan besar mampu menyerap polutan lebih banyak yang menyebabkan bentuk xilemnya berubah untuk menarik zat polutan. Menurut Vander dan Willigen (1998) dalam Prihastanti (2010: 26) mengatakan bahwa bentuk akar yang besar tidak selalu menunjukkan besarnya bentuk xilem. Berubahnya bentuk xilem dipengaruhi oleh umur tumbuhan dan kemampuan akarnya. Bentuk xilem yang lebih kecil lebih efisien dari pada bentuk yang lebih besar.

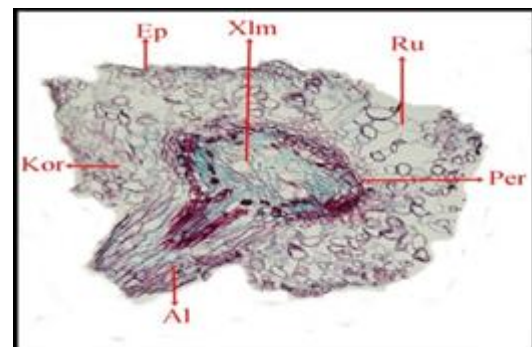


Akar Perlakuan berumur 7 hari



Akar Kontrol berumur 60 hari

Akar perlakuan 60 hari memperlihatkan sistem pembuluh xilem yang sangat sedikit jumlahnya dibandingkan dengan sistem pembuluh xilem pada kontrol. Meskipun akar hanya organ tempat berpijak pada air. Tetapi akar mampu menunjukkan adaptasi terhadap limbah cair amoniak. Menurut Fahn (1992: 352), mengatakan bahwa sistem pembuluh akar biasanya tereduksi pada dasarnya merupakan tempat berpijak pada air. Karena untuk penyerapan air dan udara dilakukan oleh daun. Begitu juga dengan sistem pembuluhnya, kebanyakan akar tenggelam, berkas pembuluh menyempit merupakan adaptasi akar tenggelam terhadap regangan tarikan.



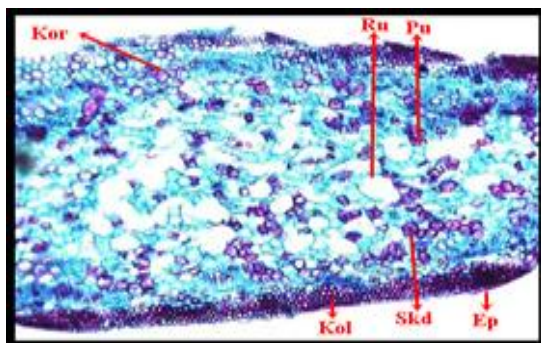
Akar Perlakuan berumur 60 hari

Keterangan :

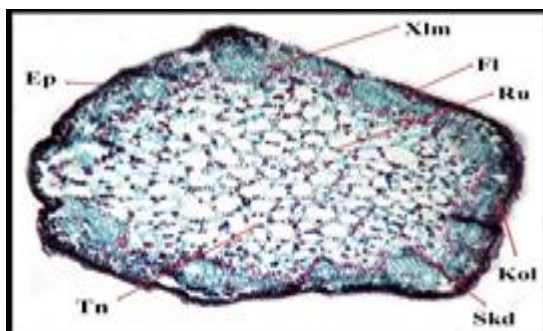
Ep	: Epidermis	Ru	: Ruang udara
Pf	: Proto floem	Al	: Akar lateral
Px	: Proto xilem	Per	: Perisikel
Xlm	: Xilem	End	: Endodermis
Kor	: Korteks		

Meskipun akar merupakan organ penyokong, tetapi mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap cekaman lingkungan. Hal ini terbukti dengan aktivitas dari sel-sel perisikel yang aktif membelah sehingga terbentuk akar lateral yang besar dan bintil akar pada akar hasil seleksi lini limbah cair amoniak (perlakuan) berumur 60 hari. Menurut Haryanti (2011: 6), mengatakan pada akar yang diberi perlakuan limbah terdapat kandungan hara tertentu yang memacu pertumbuhan sel-sel perisikel dalam membentuk cabang baru. Kemudian Lampinen *et al* (2007) dalam Prihastanti (2009: 73) mengatakan bahwa tumbuhan dewasa, sistem akar lateral lebih banyak sehingga mampu menyimpan nutrien, karbohidrat dan air dalam kapasitas lebih besar yang mampu toleran terhadap kondisi yang merugikan.

2. Struktur Anatomi Batang dan Tangkai daun *Neptunia oleraceae* Lour



Batang Kontrol berumur 7 hari

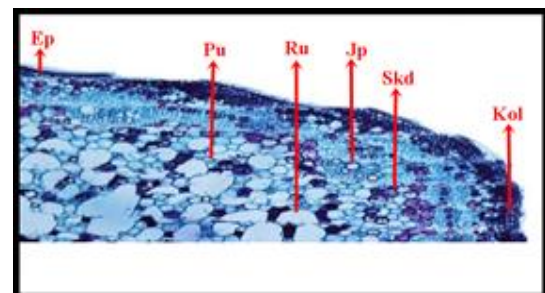


Batang Kontrol berumur 60 hari

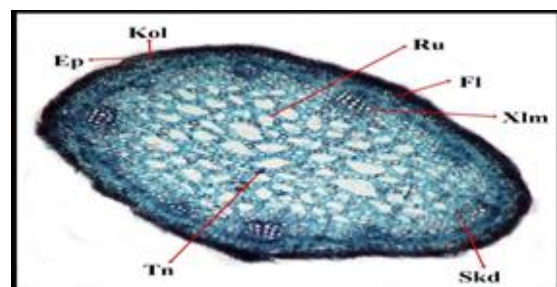
Struktur anatomi penampang melintang batang *Neptunia oleraceae* Lour perlakuan umur 7 hari menunjukkan bahwa batang disusun oleh satu lapis sel epidermis berbentuk segi empat yang tersusun rapat dengan lapisan kutikula yang tipis. Sebelah dalam epidermis terdapat kortek batang yang tersusun oleh dua sampai tiga lapis jaringan kolenkim yang berbentuk bulat dengan susunan sel yang rapat. Kemudian diikuti jaringan parenkim biasa, ada yang berisi sel sklereid dengan bentuk persegi lima dan sebagian parenkim udara bergabung membentuk ruang udara (Aerenkim) yang berfungsi menyimpan udara dan mengapung bagi tanaman air. Sebelah dalam kortek terdapat jaringan pembuluh yang tersusun dalam satu lingkaran dimana xilem terletak disebelah dalam dari floem susunan demikian termasuk ikatan pembuluh tipe kolateral.

Keterangan :

Ep	: Epidermis	Skd	: Sklereid
Mx	: Metaxilem	Ru	: Rungan udara
Fl	: Floem	Xlm	: Xilem
tn	: Tanin		



Batang Perlakuan berumur 7 hari

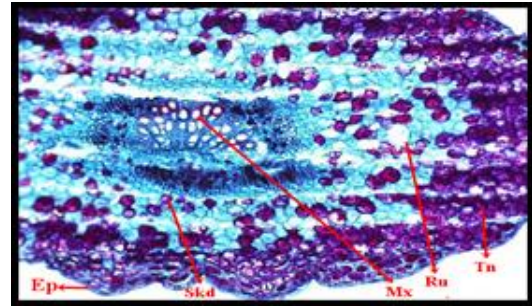


Batang Perlakuan berumur 60 hari

Penyebaran sel sklereid lebih luas dari korteks sampai ke daerah silinder pembuluh sedangkan kontrol sklereid hanya terdapat didaerah korteks saja. Hal ini diduga sklereid sebagai jaringan penyokong tumbuhan saat jaringan pembuluh bekerja menyerap polutan dan mengalirkannya ke daun. Menurut Haryanti (2011: 44), bahwa pada anatomi batang eceng gondok (*Eichhornia crassipes* Mart.) yang tercemar limbah, jaringan aerenkimnya berisi sel sklereid yang tersebar sampai ke daerah pembuluh berfungsi sebagai penguat tumbuhan.

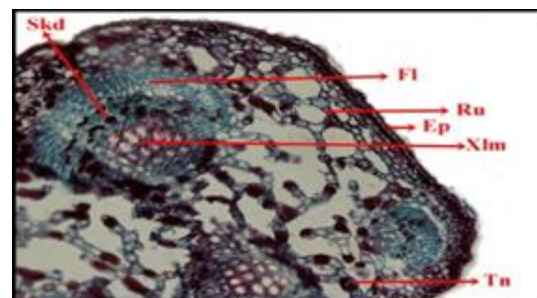
Neptunia oleraceae pada pengamatan setelah 60 hari perlakuan menunjukkan perubahan semakin beradaptasi. Bentuk adaptasi anatomi ditunjukkan pada batang perlakuan *N. oleraceae* umur dua bulan yaitu dilihat dari susunan ruang udara yang berbentuk persegi empat dan kompak. Sedangkan pada batang kontrol terbentuk ruang udara yang berbentuk segitiga bersudut lancip. Menurut Fahn (1992: 137), kebanyakan sel parenkim berbentuk polihedron (segitiga lancip) tetapi lazimnya juga banyak bentuk lain. Bentuk polihedron sel parenkima merupakan akibat banyak faktor diantaranya ialah tekanan dan tegangan permukaan.

Struktur anatomi penampang melintang tangkai daun yang diambil umur 7 hari perlakuan sebagai bentuk adaptasi awal belum terlihat perbedaan antara perlakuan dan kontrol, struktur anatomi tangkai daun *N. oleraceae* terlihat sama seperti struktur pada batang. Menurut Fahn (1992: 384), bahwa ada kesamaan antara jaringan tangkai daun dan jaringan batang. Epidermis tangkai daun bersinambung dengan epidermis batang.

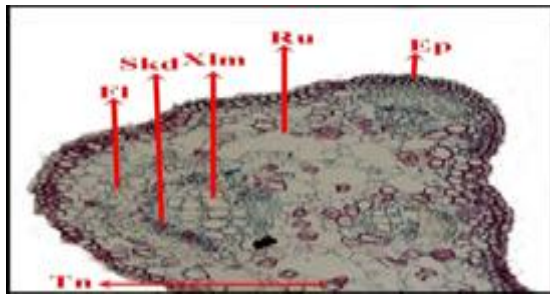


Anatomi tangkai daun *N. oleraceae* Lour pada pengamatan setelah 60 hari perlakuan tersusun dari epidermis yang bentuknya persegi panjang dan susunan selnya tipis. Sebelah dalam terdiri dari sel parenkim yang berisi sklereid dan tanin. Sklereid kebanyakan ditemukan didekat jaringan pembuluh bahkan mengelilingi jaringan pembuluh. Jaringan pembuluhnya tersusun seperti batang dimana floem diluar dan xylem didalam atau tipe kolateral. Bagian sel parenkim yang berubah bentuk menjadi ruang udara (aerenkim) umur 60 hari ini menunjukkan adaptasi. Dimana *N. oleraceae* perlakuan menunjukkan ruang udara yang lebih besar dibandingkan kontrol.

Hasil fotosintesis tumbuhan yang terkena limbah. Menurut Pandey (1980: 344), bahwa rongga udara yang besar selain sebagai alat pengapungan juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan oksigen dari proses fotosintesis. Oksigen ini digunakan untuk respirasi tumbuhan di malam hari dengan menghasilkan karbondioksida yang akan terlepas ke dalam air.



Tangkai daun kontrol umur 60 hari



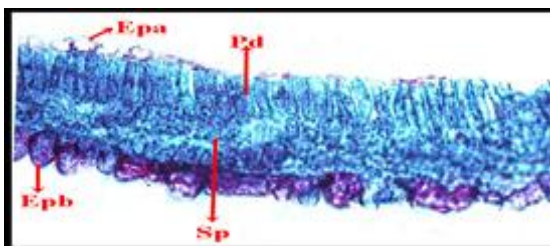
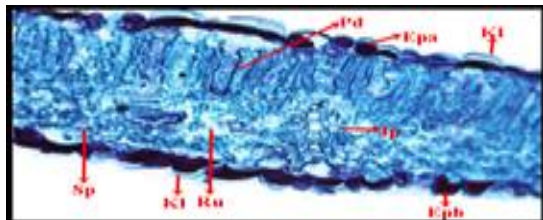
Tangkai daun perlakuan berumur 60 hari.

Keterangan :

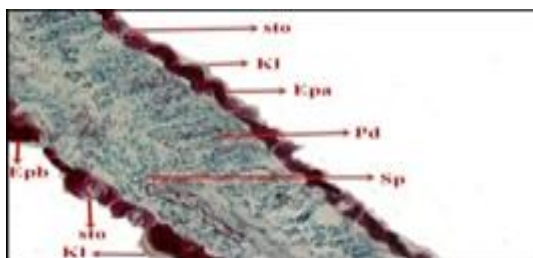
Ep	: Epidermis	Skd	: Sklerei
Mx	: Metaxilem	Ru	: Rungan udara
Fl	: Floem	Xlm	: Xilem
tn	: Tanin		

3. Struktur Anatomi Daun *Neptunia oleraceae* Lour

Struktur epidermis daun *N. oleraceae* perlakuan umur 7 hari berbeda dengan daun kontrol, dimana pada epidermis atas dan bawah perlakuan terdapat kutikula atau kutin yang tebal sedangkan pada kontrol tidak ada kutikula.



(Daun kontrol dan perlakuan umur 7 hari)



Daun perlakuan umur 60 hari

Keterangan :

Epa	: Epidermis atas	Sto	: Stomata
Jp	: Jaringan pembuluh	Sp	: Spons
Epb	: Epidermis bawah	Pd	: Palisade
Kl	: Kutikula	St	: Sel tetangga
Ru	: Ruang udara	Spt	: sel penutup

Diduga terjadinya perbedaan ini adalah salah satu bentuk adaptasi anatomi daun hasil seleksi lini mengurangi pengeluaran air yang Daun berlebihan akibat lingkungan yang tercekam.

Menurut Damanik (2011: 64), pada keadaan yang tercekam, anatomi daun tumbuhan beradaptasi dengan membentuk kutikula tebal untuk memperkecil laju transpirasi.

Epidermis daun *N. oleraceae* perlakuan umur 7 hari ini juga memiliki tanin yang mengisi lapisan epidermis atas dan epidermis bawah daun dibandingkan kontrol yang hanya mengisi pada lapisan epidermis bawah saja. Adanya tanin ini merupakan suatu bentuk adaptasi secara anatomi *N. oleraceae* menjaga kelembaban jaringan dari cekaman amoniak dan sebagai alat pertahanan diri terhadap kerusakan faktor biologis seperti serangga. Menurut Kiki (2010: 28), bahwa tanin merupakan derivat fenol yang heterogen, tanin sendiri berfungsi melindungi tumbuhan terhadap dehidrasi, pembusukan dan perusakan oleh hewan. Tanin digunakan oleh tumbuhan untuk mempertahankan kelembaban air di dalam jaringan.

Keadaan *Neptunia oleraceae* Lour umur 60 hari tersusun dari epidermis atas berbentuk bulat dan terdapat tanin dilapisi kutikula tebal. Dibawah epidermis atas terdapat daerah mesofil terdiri dari jaringan palisade dan spons. Pada sisi atas (adaksial) daun terdapat sel palisade yang persegi panjang dan rapat, dibawahnya terdapat jaringan spons yang berkelompok dan ada ruang antar sel membentuk ruang udara dan dibawah spons terdapat epidermis bawah (abaksial) yang berbentuk bulat dan lonjong berisi tanin dan dilapisi kutikula tebal.

4. Kadar Klorofil Total Daun *Neptunia oleraceae* Lour

Dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa kadar klorofil dari setiap sampel berbeda. Kadar klorofil pada *N. oleracea* hasil seleksi lini limbah amoniak yaitu 33,81 mg/L kemudian pada *N. oleracea* control (tanpa amoniak) sebesar 51,34 mg/L, rendahnya kadar klorofil perlakuan ini diduga adanya kadar polutan yang tinggi pada lingkungan. Menurut Kholidiyah (2010: 90), bahwa tumbuhan eceng gondok (*Eichornia crassipes*, Mort) yang terkena limbah logam berat memiliki kadar klorofil daun sebesar 46,81 mg/cm² sedangkan kadar klorofil tertinggi berasal dari kolam yaitu mencapai 152,26 mg/cm² sebagai kontrol. Selanjutnya Farida (2002: 63) menambahkan bahwa hasil perhitungan kadar klorofil daun yang rendah pada lokasi yang tercemar logam berat menandakan bahwa kandungan Pb yang tinggi pada tanaman menyebabkan penurunan kadar klorofil daun.

Masuknya amoniak dalam daun mempengaruhi penurunan kadar klorofilnya diduga karena adanya amoniak dalam jumlah besar yang terserap oleh akar, menyebabkan daun kelebihan unsur N sehingga berakibat pada menurunnya kualitas organ tumbuhan, khususnya daun sebagai organ fotosintesis. Menurut Ginting (2011: 1), mengatakan bahwa pada masa vegetatif tanaman lebih membutuhkan unsur N, unsur N sangat vital bagi pertumbuhan tanaman karena unsur ini paling banyak dibutuhkan tanaman. Tetapi permasalahannya jika unsur N diberikan dalam jumlah yang berlebih mengakibatkan produksi tanaman menurun, hal ini dikarenakan pemberian unsur N dalam jumlah yang banyak atau melebihi kebutuhan tanaman dapat mengakibatkan fase vegetatif tanaman lebih panjang. Akibatnya selain produktivitasnya menurun, kualitas yang dihasilkan juga menurun.

Tabel 2. Klorofil total daun *N oleraceae*

Sampel	Kandungan Klorofil		Total (Mg/L)
Neptunia oleraceae perlakuan	19,50	14,31	33,81
Neptunia oleraceae kontrol	26,50	24,84	51,34

KESIMPULAN

Adaptasi anatomi pada akar *N. oleraceae* hasil seleksi lini terhadap limbah cair amoniak yaitu , mempunyai bentuk xilem yang bulat dan kecil serta jumlahnya sedikit, mampu membentuk akar cabang dan bintil akar..

Adaptasi anatomi pada batang hasil seleksi lini yaitu mempunyai jaringan kolenkim. sel sklereid yang menyebar dari korteks ke daerah pembuluh, parenkim udara persegi empat, tidak ada spon (jaringan gabus), untuk tangkai daun mempunyai ruang udara besar.

Adaptasi anatomi pada daun hasil seleksi lini yaitu jaringan epidermis atas dan bawah mengandung tanin dan kutikula tebal, sedangkan keberadaan stomata sama dengan kontrol yaitu terdapat pada kedua permukaan daun.

DAFTAR PUSTAKA

- Evalaini, R. 2011. Fitoremediasi Limbah Cair Amoniak PT. PUSRI menggunakan *Neptunia oleraceae* Lour. Hasil Seleksi Lini. Skripsi Sarjana FMIPA Universitas Sriwijaya, Inderalaya (Tidak dipublikasikan).
- Djenar, S.D., Budiastuti, H. 2008. Absorpsi Polutan Amoniak di Dalam Air Tanah dengan Memanfaatkan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). *Jurnal Spektrum Teknologi*. 15 (97): 6 hlm.



- Damanik. 2011. Adaptasi Mangrove. *Disertasi*. http://repository.upi.edu/operator/upload/s_bio_0700894_chapter4.pdf. Diakses tanggal 10 Juli 2012. 29 hlm.
- Fitter, A.H & R.K.M. Hay. 1991. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Andani & Purbayanti (penterjemah). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 386 hlm.
- Fahn, A. 1992. *Anatomi Tumbuhan*. Gadjah Mada University press. Yogyakarta: viii + 943 hlm.
- Farida, D.H. 2002. Hubungan antara Kandungan Pb dalam Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*, F) dengan Kandungan Pb Dalam air dan Sedimen di Area sawah Tambak Lorok Semarang. *Tesis*. http://repository.upi.edu/operator/upload/s_bio_0708792_chapter4.pdf. 38-72 hlm. Diakses tanggal 29 Juli 2012.
- Ferdini, L. 2009. Kemampuan Fitoremediasi *Neptunia oleraceae* Lour. Terhadap Limbah Cair Amoniak PT. PUSRI. *Skripsi Sarjana Bidang Studi Biologi FMIPA*. Universitas Sriwijaya. Inderalaya. (Tidak Dipublikasikan). 68 hlm.
- Ginting, Silta. 2011. Kelebihan dan Kekurangan Unsur Hara. <http://siltaginting.blogspot.com/2011/11/kelebihan-dan-kekurangan-unsur-hara.html>. Posted 27 November 2011. Diakses tanggal 29 Juli 2012.
- Haryanti, S. R.B Hastuti. E.D Hastuti & Y, Nurchayati. 2011. Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm) di Berbagai Perairan Tercemar. *Jurnal Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi*. 1 (1): 8 hlm.
- Juswardi, E.P. Sagala & L, Ferdini. 2010. Pertumbuhan *Neptunia oleraceae* Lour. pada Limbah Cair Amoniak dari Industri Pupuk Urea Sebagai Upaya Pengembangan Fitoremediasi. *Jurnal Penelitian Sains*. 13 (1): 5 hlm.
- Kholidiyah, N. 2010. Respon Biologi Tumbuhan Eceng Gondok (*Echornia crassipies* S.) Sebagai Biomonitoring Pencemaran Logam Berat Cadmium (Cd) dan Plumbum (Pb), Pada Sungai Pembuangan Lumpur Lapindo, Kecamatan Porong Kabupaten Sidoarjo. *Skripsi*. UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang. 97 hlm.
- Kiki. 2010. Studi Anatomi Daun Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) Terkait dengan Adaptasi Sebagai Tumbuhan Mangrove. *Skripsi Sarjana FMIPA Universitas Sriwijaya, Inderalaya* (Tidak dipublikasikan).
- Limbong, W. 2005. Pengolahan Limbah Cair Mengandung Amoniak Dengan Gelembung O₂. *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Diponogoro. Semarang. 51 hlm.
- Pandey, B.P. 1982. *Modern practical botany*. Vol. II. S. Chand & Co. New Delhi. viii + 396 hlm.
- Prihastanti, E. 2010. Perubahan Struktur Pembuluh Xilem pada Akar Kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap cekaman kekeringan. *Jurnal*. 12 (1). 24-29 hlm.
- Prihastanti, E. 2009. Respon Morfofisiologi Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap cekaman kekeringan di kawasan agroforestri sekitar taman Tanzerina, N. 2011. Studi Adaptasi Anatomi Organ vegetatif Muda *Neptunia oleraceae* Lour hasil Seleksi Lini pada Fitoremediasi Limbah Cair Amoniak. *Laporan Akhir penelitian Dosen Muda Sateks*. Unsri. Indralaya. iv + 1-27 hm.
- Sri, N. L & Effendi, F W. 2011. Ekofisiologi Tumbuhan Hubungan Pencemaran Atmosfer dan Pertumbuhan. *Jurnal*. <http://www.scribd.com/doc/54750582/Ekofisiologi-Tumbuhan-Fix>. 1-13 hlm.

Nina Tanzerina, dkk: STUDI ADAPTASI ANATOMI ORGAN VEGETATIF Neptunia oleraceae Lour HASIL SELEKSI LINI PADA FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR AMONIAK

