

# Respon Pertumbuhan dan Biomassa Semai *Rhizophora apiculata* BI Terhadap Salinitas dan Kandungan Lipidnya pada Tingkat Pohon (*Growth and biomass Rhizophora apiculata* BI seedlings under varied salinities and their lipid content at tree stage)

Prayunita<sup>a</sup>, Mohammad Basyuni<sup>b</sup>, Lollie Agustina<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Jl. Tri Dharma Ujung No. 1 Kampus USU Medan 20155 (\*Penulis Korespondensi, Email : ayoeazure90@gmail.com)

<sup>b</sup>Staff Pengajar Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Jl. Tri Dharma Ujung No. 1 Kampus USU Medan 20155

<sup>c</sup>Staff Pengajar Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Kampus USU Medan 20155

Diterima: September 2012

Disetujui: September 2012

## Abstract

*Growth and biomass Rhizophora apiculata* BI seedlings under varied salinities and their lipid content at tree stage. The research was conducted at Green house, Faculty of Agriculture and Research Laboratory, Faculty of Pharmacy, University of North Sumatra from August 2011 to July 2012. This study aims to determine the effect of salinity on the growth and biomass of mangrove non secreter *R. apiculata* seedlings level and lipid and NSL (Nonsaponifiable Lipids) content at tree level. Five levels of salinities of 0%, 0.5%, 1.5%, 2%, 3% were treated and seedlings were planted for 5 months. The results showed that maximum growth of *R. apiculata* seedling at 1.5% concentration, leaf number and leaf area were in the salinity of 0.5%. Stem and root biomass achieved in 1.5%, while the leaf biomass in the salinity of 0.5%. The content of total lipid and NSL obtained from the leaves and the roots *R. apiculata* tree. The content of total lipid *R. apiculata* trees in the leaves (9.60 mg) were more amounts than in the roots (6.40 mg). NSL content of *R. apiculata* trees in the roots (0,226 mg) were more than in the leaves (0.10 mg). The results of this study may provide information to the rehabilitation program in order to obtain *R. apiculata* seedlings growing best based on their salinities.

**Keywords :** Mangrove, *Rhizophora apiculata*, Salinity, Morphology, Content of Lipid and NSL (Non Sapofiniable Lipid)

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Hutan mangrove berada dalam zona pasang surut daerah tropis dan subtropis, membentuk ekosistem penting bagi ikan dan melindungi dari erosi pantai (Tomlinson, 1986; Alongi, 2002; Basyuni et al., 2007). Posisinya yang berada di sepanjang permukaan daratan-laut, mangrove sangat rentan terhadap perubahan permukaan laut dan sedimen sungai (Nicholls et al., 1999; Basyuni et al., 2007).

Mangrove merupakan salah satu ekosistem yang paling produktif di bumi, dan jatuhnya serasah mangrove merupakan sumber karbon organik yang paling penting pada siklus biogeokimia dalam ekosistem mangrove (Wafar et al, 1997.; Clough et al., 2000) dan indikator yang penting dalam produktivitas mangrove (Clough, 1998). Oleh karena itu produktivitas yang tinggi, tingkat perputaran bahan organik dan pertukaran ekosistem darat dan laut, mangrove merupakan bagian yang penting dalam siklus daur ulang biogeokimia karbon dan elemen yang terkait di sepanjang pesisir wilayah tropis.

Indonesia memiliki hutan mangrove terluas di dunia yakni 21% dari luas total global yang tersebar hampir di seluruh pulau-pulau besar mulai dari Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi sampai ke Papua (Spalding et al., 2010). Mangrove adalah tumbuhan berkayu yang hidup diantara daratan dan

lautan daerah pasang surut, kondisi tanah berlumpur dan salinitas tinggi di daerah tropis dan subtropis (Kathiresan and Bingham, 2001).

Setiap jenis tumbuhan mangrove memiliki kemampuan adaptasi yang berbeda-beda terhadap kondisi lingkungan seperti kondisi tanah, salinitas, temperatur, curah hujan dan pasang surut. Hal ini menyebabkan terjadinya struktur dan komposisi tumbuhan mangrove dengan batas-batas yang khas, mulai dari zona yang dekat dengan daratan sampai dengan zona yang dekat dengan lautan. Salinitas merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan perkembangan hutan mangrove (Bengen, 2001).

Salah satu kemampuan mencolok spesies mangrove adalah tumbuh dalam berbagai tingkat salinitas mulai dari air tawar sampai ke tingkat di atas air laut. Beberapa studi sebelumnya menunjukkan bahwa cekaman garam menginduksi perubahan konsentrasi triterpenoid di mangrove jenis non-sekresi (Oku et al., 2003; Basyuni et al., 2007b, 2009). Tambahan lagi, senyawa-senyawa tersebut berfungsi sebagai *chemical defense* bagi dirinya (Williams, 1999).

Selain itu, telah ditemukan bahwa tanaman mangrove menghasilkan metabolit sekunder dalam merespon berbagai faktor eksternal (Parida and Das, 2005). Jadi lipid pada membran sel dapat memainkan peran penting dalam adaptasi tanaman terhadap

tekanan lingkungan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa triterpenoid memainkan peran penting untuk melindungi mangrove dari cekaman garam (Oku et al., 2003; Basyuni et al., 2007a, 2009, 2011). Meskipun demikian, sedikit studi yang difokuskan pada komposisi lipid dari hutan mangrove, terutama dari hutan mangrove Indonesia. Oleh karena itu penelitian ini diarahkan pada respon pertumbuhan dan biomassa semai *Rhizophora apiculata* terhadap salinitas dan kandungan lipidnya pada tingkat pohon.

### Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui tingkat pertumbuhan dan biomassa semai *R. apiculata* pada berbagai konsentrasi salinitas dan gambaran zonasi mangrove di Pulau Sembilan.
2. Untuk mengetahui kandungan lipida di daun dan akar pohon *R. apiculata*.

### Hipotesis Penelitian

Pertumbuhan dan biomassa semai *R. apiculata* berpengaruh paling baik pada salinitas 1,5%.

### Manfaat Penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah:

1. Informasi untuk program rehabilitasi agar dapat memperoleh bibit *R. apiculata* yang pertumbuhannya lebih baik berdasarkan tingkat salinitas.
2. Pengembangan tanaman mangrove yang toleran terhadap cekaman garam.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

#### Penanaman

Penanaman propagul *Rhizophora apiculata* dengan berbagai perlakuan salinitas dalam kurun waktu 5 bulan dilakukan pada 24 Agustus 2011 sampai 24 Januari 2012 di rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.

#### Pengambilan Sampel dan Ekstraksi

Sampel daun dan akar *Rhizophora apiculata* diambil dari pohon dewasa di Pulau Sembilan, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Pengambilan sampel dilakukan pada tanggal 14 April 2012. Ekstraksi lipid dan Analisis NSL (*Nonsaponifiable Lipid*) dilakukan pada Juni-Juli 2012, di Laboratorium Penelitian, Fakultas Farmasi, Universitas Sumatera Utara.

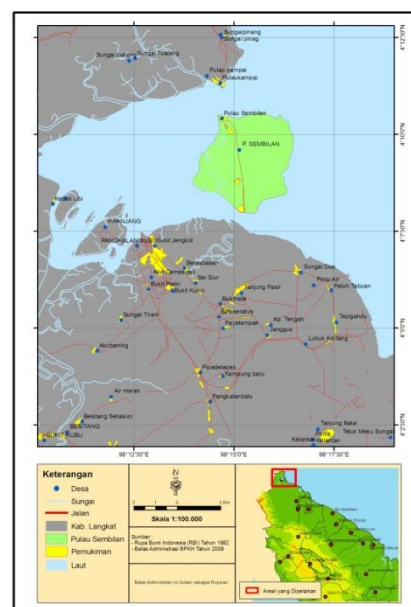
#### Kondisi Umum Lokasi Pengambilan Sampel

Pulau Sembilan merupakan nama suatu Desa yang berada di gugusan pulau-pulau di Kabupaten Langkat. Desa Pulau Sembilan berdekatan dengan Selat Malaka dan merupakan salah satu tujuan wisata utama di Kabupaten Langkat.

Pulau Sembilan secara administrasi terletak di Kecamatan Pangkalan Susu Kabupaten Langkat. Desa ini dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda empat hingga pelabuhan penyebrangan di Pangkalan Susu yang terletak sekitar 90 km dari Kota Medan. Jarak Pulau Sembilan dengan ibu kota kecamatan Pangkalan Susu sejauh 6 km (Thoha, 2009).

Pulau Sembilan merupakan salah satu pulau yang terdapat di Kabupaten Langkat. Pulau Sembilan ini memiliki luas  $\pm 15,65 \text{ km}^2$  atau  $\pm 9,67\%$  dari total luas wilayah kecamatan Pangkalan Susu ( $151,35 \text{ km}^2$ ). Jumlah total penduduk di Pulau Sembilan ini  $\pm 2.047$  dengan bermata pencarian antara lain sebagai petani sebanyak 413 KK, pengrajin 9 KK, pegawai negeri 19 KK, pedagang 29 KK, supir angkutan 11 KK dan buruh 161 KK. Luas berdasarkan penggunaan lahan antara lain sawah seluas  $1,90 \text{ km}^2$ , tanah kering seluas  $9,29 \text{ km}^2$  dan lainnya seluas  $4,46 \text{ km}^2$ . Selain itu masih tersisa hutan mangrove yang termasuk dalam hutan sekunder. Hutan yang masih tersisa tersebut tidak termasuk dalam kawasan hutan negara, melainkan lahan milik masyarakat. Namun, sebagian masyarakat memelihara tegakan mangrove khususnya yang terletak pada areal kawasan lindung seperti kanan kiri sungai dan tepi pantai (BPS, 2010).

Di Pulau Sembilan tersebar pantai-pantai yang sangat potensial untuk dikembangkan menjadi obyek Ekowisata. Namun masyarakat masih tertumpu pada pengembangan budidaya ikan kerambah dan mutiara serta pengolahan kulit kerang. Di Pulau Sembilan ini juga dapat dijumpai ekosistem lahan kering yang dimanfaatkan masyarakat untuk aktifitas pertanian tadah hujan maupun pengairan. Kondisi air tanah masih cukup baik dimana tidak ditemukan adanya air sumur yang asin atau terkena intrusi air laut (BPS, 2009). Adapun peta lokasi Pulau Sembilan dapat dilihat di Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Pulau Sembilan

## Alat dan Bahan Penelitian Penanaman

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah jangka sorong, penggaris, kamera, oven, timbangan, *cutter*, *hand refractometer* dan alat tulis.

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah propagul *Rhizopora apiculata* yang sehat dan matang, bubuk garam komersial (*marine salt*), pasir dari sungai (tidak memiliki salinitas), pot plastik, amplop coklat, dan label.

## Ekstraksi dan Analisis

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun dan akar pohon mangrove yang berasal dari jenis *R. apiculata*. Sedangkan bahan kimia dan bahan lainnya yang digunakan adalah nitrogen cair, klorofom, methanol, hexane, KOH, ethanol, kolesterol, garam buatan, aluminium foil, kertas tisu.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *salinity refractometer* S/Mill-E (Atago Co. Ltd, Tokyo, Jepang), tabung reaksi untuk mengekstrak daun dan akar pohon mangrove, rak kultur untuk tempat peletakan tabung reaksi yang digunakan dalam pengekstrakan, Eyla Evaporator, waterbath, kertas filtrasi No. 2 (Advantec, Tokyo, Jepang).

## Prosedur Penelitian

### Percobaan toleransi garam

#### 1. Penyiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah pasir sungai (tidak memiliki salinitas). Konsentrasi garam dibuat dengan melarutkan bubuk garam komersial untuk membuat salinitas 0%, 0,5%, 1,5%, 2% dan 3% (sama dengan level air laut, metode ini mengacu pada penelitian Basyuni et al., (2009, 2012). Dimana garam yang dipakai adalah *marine salt*. Untuk membuat konsentrasi salinitas 0,5%, 1,5%, 2%, 3% dengan cara melarutkan 5,67 gram, 17 gram, 22,66 gram, 34 gram bubuk garam komersial masing-masing dalam 1 liter air. Salinitas adalah massa serbuk garam/ massa larutan. Konsentrasi garam pada setiap perlakuan pot diperiksa seminggu sekali selama percobaan dengan *hand refractometer*.

#### 2. Pemilihan Propagul

Propagul *R. apiculata* yang digunakan berasal dari pohon induk yang berumur 5 tahun atau lebih. Propagul yang dipilih sebaiknya sehat, tidak terserang oleh hama dan penyakit dan telah matang secara fisiologi dengan warna propagul hijau kecoklatan.

#### 3. Penanaman Propagul

Propagul *R. apiculata* yang telah disediakan ditanam ke dalam pot plastik yang telah berisi media tumbuh yang telah disesuaikan dengan perlakuannya masing-masing. Kemudian polibag diberi tanda/label sesuai dengan perlakuan yang diberikan.

#### 4. Ekstraksi Lipida

Daun *R. apiculata* sebanyak 2-4 lembar atau 4-5 gram akar digerus dengan Nitrogen cair, kemudian di ekstrak dengan chloroform-methanol 2:1 (CM21),

dinding sel yang berisi kotoran yang tidak larut dalam CM21 disaring dengan kertas saring No. 2 (Advantec, Tokyo, Jepang) dan yang tersisa adalah lipida ekstrak di dalam chloroform. Sebagian ekstrak dimurnikan untuk dianalisis kandungan lipidnya seperti yang digambarkan sebelumnya (Folch et al., 1957; Oku et al., 2003). Cairan ekstrak yang pekat dikeringkan kemudian ditimbang dan di dapatkan berat lipidnya. Secara langsung dapat diketahui kandungan total lipida/*tissue* (mg/g).

#### 5. Analisis NSL (*Nonsaponifiable Lipids*)

Lipida ekstrak di dalam chloroform (yang telah diketahui berat total lipidnya) dikeringkan kemudian ditambahkan 2ml KOH 20% dalam Ethanol 50% di *refluxed* selama 10 menit dengan suhu 90° C, ditambahkan 2 ml Hexane (NSL) kemudian diaduk. Lapisan Hexane dipindahkan kedalam tube yang telah diketahui beratnya, kemudian cairan di keringkan dengan Nitrogen *stream*, kemudian dikeringkan di bawah vakum selama 10 menit, selanjutnya ditimbang berat NSLnya. Secara langsung dapat diketahui kandungan NSL/*tissue* (mg/g) atau kandungan NSL/total lipida (mg/mg total lipid) (Basyuni et al., 2007)

## Parameter Penelitian

Pengamatan dilakukan ketika tanaman berumur 5 bulan dengan parameter yang diamati adalah :

#### 1. Tinggi semai (cm)

Pengukuran tinggi semai diukur dengan penggaris. Pengambilan data dilakukan pada umur 5 bulan sebelum pemanenan. Tinggi semai diukur mulai dari bagian plumula sampai titik tumbuh tertinggi.

#### 2. Diameter semai (cm)

Pengukuran diameter batang dilakukan pada tanda awal dengan menggunakan jangka sorong dengan dua arah yang berlawanan dan saling tegak lurus terhadap batang kemudian diambil rata-ratanya.

#### 3. Jumlah daun

Perhitungan jumlah daun dilakukan pada pada saat semai berumur 5 bulan sesaat sebelum dilakukan pemanenan. Pengambilan data dilakukan bersamaan dengan pengambilan data tinggi dan diameter semai.

#### 4. Luas permukaan daun

Pengukuran luas permukaan daun dilakukan pada akhir penelitian. Luas permukaan daun diukur dengan menggunakan program *Image J* dari NIH (National Institute of Health).

#### 5. Berat basah akar, batang dan tajuk (g)

Untuk mendapatkan berat basah akar, batang dan tajuk bagian akar, tajuk dan daun yang baru dipanen dimasukkan ke dalam amplop dan diberi label sesuai dengan perlakuan. Ditimbang berat awal *R. apiculata*.

#### 6. Berat kering akar, batang dan tajuk

Pengamatan berat kering semai dilakukan setelah selesai kegiatan pemanenan semai *R. apiculata*. Untuk mendapatkan berat kering akar,

batang dan daun dimasukkan kedalam amplop sesuai dengan perlakuan. Kemudian akar, batang, dan daun *R. apiculata* dioven pada temperatur 75° sampai berat kering konstan lalu ditimbang berat keringnya.

#### 7. Rasio tajuk dan akar

Perhitungan rasio tajuk dan akar dilakukan setelah semai berumur 5 bulan. Perhitungan rasio tajuk dan akar dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rasio} = \frac{\text{Berat kering tajuk}}{\text{Berat kering akar}}$$

#### 8. Rasio batang dan akar

Perhitungan rasio batang dan akar dilakukan setelah semai berumur 5 bulan. Perhitungan rasio batang dan akar dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rasio} = \frac{\text{Berat kering batang}}{\text{Berat kering akar}}$$

#### Analisis Data

Pengujian data-data tersebut diolah dengan menggunakan model rancangan acak lengkap. Dengan menggunakan 5 perlakuan dan masing-masing 5 ulangan yaitu dengan konsentrasi garam 0%, 0,5% , 1,5%, 2% dan 3%.

Model linear dari rancangan tersebut adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{i(j)}$$

Dimana:

$Y_{ij}$  = Respon pengaruh bagian ke-i ulangan ke-j

i = 1, 2, 3, 4, 5

j = 1, 2, 3, 4, 5

$\mu$  = Rata-rata umum

$\alpha_i$  = Pengaruh konsentrasi garam ke-i

$\varepsilon_{i(j)}$  = Kesalahan (galad) percobaan

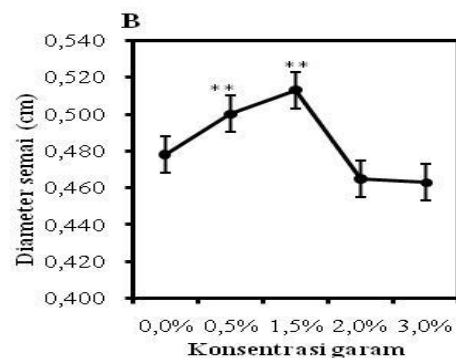
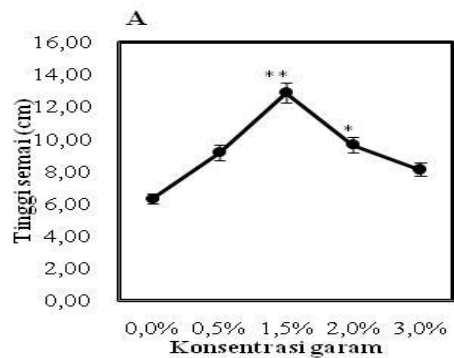
Data dianalisis dengan analisis varian satu arah (ANOVA) yang diikuti dengan uji Dunnett untuk perbandingan dari semua perlakuan terhadap kontrol. Signifikansi koefisien korelasi dilakukan dengan menggunakan uji t. Nilai  $P < 0,05$  dan  $P < 0,01$  dipilih sebagai batas signifikansi statistik. Semua analisa statistik dilakukan dengan menggunakan program software SPSS 16.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Pengaruh Salinitas Terhadap Pertambahan Tinggi dan Diameter Semai *R. apiculata*

Hasil dari pengukuran morfologi *R. apiculata* disajikan dalam bentuk grafik. Pertumbuhan *R. apiculata* tertinggi pada salinitas 1,5% yaitu 12,58 cm. Berdasarkan hasil uji Dunnett  $P < 0,05$  menunjukkan bahwa salinitas berpengaruh nyata di salinitas 1,5% dan 2% dan  $P < 0,01$  menunjukkan bahwa salinitas 1,5% berpengaruh nyata terhadap kontrol. Pertambahan tinggi semai *R. apiculata* dapat dilihat di Gambar 2A.



Gambar 2. Tinggi dan diameter semai *R. apiculata* pada berbagai konsentrasi salinitas pada umur 5 bulan. Data merupakan rata-rata  $\pm$  SE (n=13-15). Tanda \* mengindikasikan secara statistik  $P < 0,05$  dan tanda \*\* menandakan  $P < 0,01$

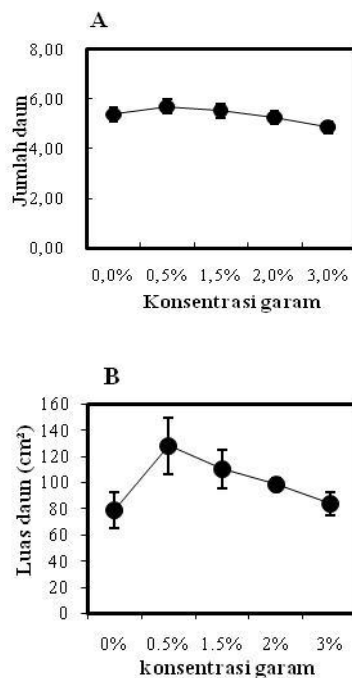
Pertumbuhan diameter semai *R. apiculata* paling besar pada salinitas 1,5% yaitu 0,513 cm dan paling rendah pada salinitas 3% yaitu 0,463 cm. Hasil uji Dunnett  $P < 0,05$  dan  $P < 0,01$  menunjukkan bahwa salinitas 0,5% dan 1,5% berpengaruh nyata dibandingkan dengan kontrol terhadap pertambahan diameter semai *R. apiculata*. Pertambahan diameter semai *R. apiculata* dapat dilihat pada Gambar 2B.

Berdasarkan hasil uji Dunnett yang telah dilakukan bahwa pemberian berbagai salinitas berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi semai *R. apiculata*. Pertambahan tinggi semai *R. apiculata* yang optimal terdapat di salinitas 1,5% yaitu 12,58 cm. Ini berarti pertumbuhan tinggi semai *R. apiculata* menunjukkan respon positif di salinitas 1,5%. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya pada *Avicennia marina* dan *Rhizophora stylosa* pertumbuhan terbaik berada pada salinitas 1,5% (Basyuni *et al.*, 2012). Hal ini membuktikan bahwa *R. apiculata* merupakan jenis mangrove yang toleran terhadap garam. Pada umumnya respon pertumbuhan tinggi yang baik diperoleh pada salinitas yang rendah. Hal ini terjadi karena tumbuhan mangrove bukan merupakan tumbuhan yang membutuhkan garam (*salt demand*) tetapi tumbuhan yang toleran terhadap garam (*salt*

*tolerance*). Aksornkoe (1993) meneliti unsur-unsur mineral yang dibutuhkan tanaman mangrove untuk pertumbuhan, dan disebutkan bahwa unsur mineral yang dibutuhkan terdiri dari unsur makro yaitu N, P, S, K, Ca dan Mg serta unsur mikro yang terdiri dari Zn, Mn dan Cu. Noakes (1951) menyatakan bahwa mangrove bukan halofit obligat, yang berarti bahwa tumbuhan mangrove dapat tumbuh pada air tawar, tetapi mangrove akan tumbuh maksimum pada pertengahan antara air tawar dan air laut.

Pertambahan diameter semai *R. apiculata* memberikan respon yang baik di salinitas 1,5% (Gambar 2B). Berdasarkan hasil uji Dunnett juga dibuktikan bahwa pada salinitas 1,5% berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan diameter semai *R. apiculata*. Seiring dengan pertambahan tinggi yang optimal di salinitas 1,5%, pertumbuhan diameter juga optimal di konsentrasi garam 1,5%. Hal ini dikarenakan kandungan garam yang berada di salinitas 1,5% dan cadangan makanan yang cukup untuk pertumbuhan semai *R. apiculata*. Proses pertumbuhan yang baik dan berlangsung cepat karena adanya energi yang tersimpan pada benih untuk melakukan perkecambahan dengan sempurna. Hal ini didukung oleh Kramer dan Kozlowski (1960) yang melaporkan bahwa keberhasilan pertumbuhan suatu tanaman sangat dipengaruhi oleh cadangan makanan yang ada dalam jaringan sel tanaman tersebut.

Jumlah daun semai *R. apiculata* paling banyak terdapat pada salinitas 0,5% yaitu 6 helai dan paling sedikit pada salinitas 3% yakni 5 helai (Gambar 3A). Berdasarkan hasil uji Dunnett  $P < 0,05$  dan  $P < 0,01$  menunjukkan bahwa pemberian perlakuan salinitas tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun semai *R. apiculata*.



Gambar 3. Rata-rata Jumlah Daun (A) dan Luas Daun *Rhizophora apiculata* (B). Data merupakan rata-rata  $\pm$  SE (n = 13-15) untuk rata-rata jumlah daun dan SE (n= 5) untuk luas daun.

Luas daun semai *R. apiculata* terbesar terdapat di salinitas 0,5% yaitu 127,84 cm<sup>2</sup> dan paling rendah pada salinitas 3% yaitu 83,86 cm<sup>2</sup> (Gambar 3B). Berdasarkan hasil uji Dunnett  $P < 0,05$  dan  $P < 0,01$  menunjukkan bahwa pemberian berbagai perlakuan salinitas tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun.

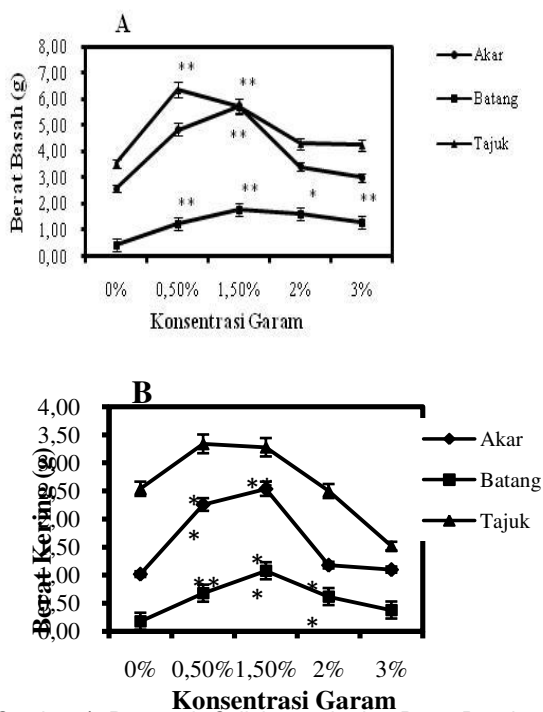
Berdasarkan hasil uji Dunnett salinitas tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jumlah daun dan luas permukaan daun. Pertambahan daun tidak selalu diikuti dengan pertambahan tinggi, karena pertambahan daun tidak selalu dari pucuk tetapi dapat juga terjadi di cabang anakan. Hal ini diduga berkaitan dengan *R. apiculata* merupakan jenis mangrove non ekskresi (*non-secreting species*), yaitu jenis mangrove yang tidak memiliki fitur morfologi untuk ekskresi kelebihan garam (Scholander et al., 1962; Tomlinson, 1986). Kelebihan garam pada jenis *R. apiculata* akan disimpan di dalam daun tua atau kuning yang akan mempengaruhi produksi daun. Sehingga semai *R. apiculata* tidak akan memproduksi daun dalam jumlah yang besar di salinitas yang tinggi dan juga akan berpengaruh terhadap luas daun. Tidak seperti *A. marina* untuk mencegah akumulasi garam, anakan *A. marina* akan mengeluarkannya melalui kelenjar rambut daun tersebut, sehingga anakan ini merespon konsentrasi garam yang tinggi dengan memproduksi daun dalam jumlah yang besar. Hutching and Saenger (1987) melaporkan bahwa pada tumbuhan yang mempunyai kelenjar pengeluaran garam ditemukan jumlah dan konsentrasi Na<sup>+</sup> dan Cl<sup>-</sup> yang tinggi pada daun muda. Tingkat konsentrasi garam yang tinggi juga dapat mengakibatkan daun cepat gugur.

### Pengaruh Salinitas Terhadap Biomassa Semai *R. apiculata*

Berat basah akar semai *R. apiculata* tertinggi pada salinitas 1,5 % yaitu 5,74 gr dan terendah pada kontrol yaitu 2,58 gr. Berat basah batang *R. apiculata* paling tinggi berada pada salinitas 1,5 % yaitu 1,78 gr dan paling rendah pada kontrol 0,42 gr. Berat basah daun paling tinggi berada pada salinitas 0,5% yaitu 6,36 gr dan paling rendah pada kontrol yaitu 3,54 gr. Berdasarkan hasil uji Dunnett  $P < 0,05$  pada salinitas 0,5% dan 1,5% dan  $P < 0,01$  salinitas 1,5% menunjukkan bahwa berat basah akar semai *R. apiculata* pada pemberian salinitas berpengaruh nyata terhadap kontrol. Hasil uji Dunnett  $P < 0,05$  menunjukkan bahwa berat basah batang pada salinitas 0,5%, 1,5%, 2% dan 3% dan  $P < 0,01$  pada salinitas 0,5%, 1,5% dan 3% berpengaruh nyata terhadap kontrol. Berat basah daun berdasarkan hasil uji Dunnett  $P < 0,05$  dan  $P < 0,01$  berpengaruh nyata di salinitas 0,5% dan 1,5%. Pertambahan berat basah

akar, batang dan daun *R. apiculata* dapat dilihat pada Gambar 4A.

Berat kering akar pada semai *R. apiculata* paling tinggi terdapat pada salinitas 1,5 % yaitu 2,54 gr dan paling rendah pada kontrol 1,02 gr. Berat kering batang juga pada salinitas 1,5 % merupakan yang paling tinggi yaitu 1,08 % dan paling rendah pada kontrol. Berat kering daun paling tinggi pada salinitas 0,5% yaitu 3,34 gr dan paling rendah pada salinitas 3 % yaitu 1,52 gr. Hasil uji Dunnett  $P<0,05$  dan  $P<0,01$  menunjukkan bahwa berat kering akar berpengaruh nyata di salinitas 0,5% dan 1,5%, berat kering batang berpengaruh nyata pada salinitas 0,5%, 1,5% dan 2%, sedangkan berat kering daun tidak berpengaruh nyata pada berbagai perlakuan salinitas. Berat kering semai *R. apiculata* dapat dilihat pada Gambar 4B.



Gambar 4. Pengaruh Salinitas terhadap Berat Basah (A) dan Berat Kering (B). Data merupakan rata-rata  $\pm$  SE (n=5). Tanda \* mengindikasikan secara statistik  $P<0,05$  dan tanda \*\* menandakan  $P<0,01$  dengan Uji Dunnets.

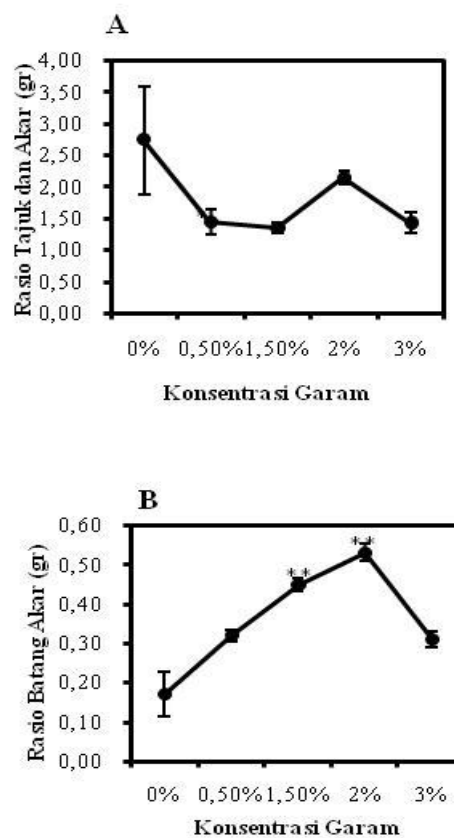
Perlakuan salinitas memberikan respon yang berbeda terhadap pertambahan tinggi dan diameter dengan jumlah daun yang dihasilkan. Pada salinitas yang rendah semai *R. apiculata* akan memproduksi jumlah daun yang lebih besar daripada salinitas tinggi, sebaliknya respon yang rendah untuk pertambahan tinggi dan diameter. Ini dikarenakan *R. apiculata* tidak memiliki kelenjar untuk mengeluarkan kelebihan garam sehingga pertumbuhan daun terhambat.

Pengukuran biomassa ini dilakukan dapat dijadikan sebagai acuan untuk melihat cadangan

karbon yang ada. Karena didalam akar, batang dan daun tersimpan karbon. Dari keseluruhan karbon hutan, sekitar 50% diantaranya tersimpan dalam vegetasi hutan. Sebagai konsekuensi, jika terjadi kerusakan hutan, kebakaran, pembalakan dan sebagainya akan melepaskan emisi karbon ( $CO_2$ ) ke atmosfer. Karbon dapat tersimpan dalam kantong karbon (*carbon pool*) dalam periode yang lama atau hanya sebentar. Peningkatan jumlah karbon yang tersimpan ini mewakili jumlah carbon yang terserap dari atmosfer (Sutaryo, 2009).

#### Rasio Daun/Akar Dan Rasio Batang/Akar Semai *R. apiculata*

Rasio daun dan akar semai *R. apiculata* paling tinggi pada kontrol yaitu 2,74 gram dan paling rendah pada salinitas 1,5 % yaitu 1,35 gram. Hasil uji Dunnett  $P<0,05$  menunjukkan bahwa salinitas tidak berpengaruh nyata terhadap rasio daun/akar semai *R. apiculata*. Rasio daun dan akar semai *R. apiculata* dapat dilihat pada Gambar 5A.



Gambar 5. Rasio Tajuk dan Akar (A), Rasio Batang dan Akar (B). Data merupakan rata-rata  $\pm$  SE (n=5). Tanda \* mengindikasikan secara statistik  $P<0,05$  dan tanda \*\* menandakan  $P<0,01$  dengan Uji Dunnets.

Pertumbuhan tanaman dapat didefinisikan sebagai proses bertambahnya ukuran dan jumlah sel-sel tanaman yang diikuti adanya pertumbuhan berat



kering tanaman, sedangkan perkembangan tanaman dapat diartikan sebagai suatu proses menuju tercapainya kedewasaan. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman terbagi menjadi dua fase yaitu fase pertumbuhan vegetatif dan fase pertumbuhan generatif. Pada fase pertumbuhan vegetatif, perbandingan atau rasio daun (pucuk) dan akar sangat menentukan perkembangan selanjutnya terutama dalam hal produksi. Bila pertumbuhan akar lebih cepat dari daun (pucuk) maupun sebaliknya akan berpengaruh kurang baik pada pertumbuhan dan produksi tanaman itu sendiri. Disini jelas dibutuhkan adanya keseimbangan antara rasio pertumbuhan daun dengan akar. Artinya agar baik pertumbuhan akar maupun daun sama-sama tumbuh dan berkembang secara normal dan seimbang tanpa saling mendominasi (Lingga dan Marsono, 2011).

Rasio batang dan akar tertinggi terdapat di salinitas 2 % yaitu 0,53 gr dan rasio terendah pada kontrol yaitu 0,17%. Berdasarkan hasil uji Dunnett  $P < 0,05$  menunjukkan bahwa salinitas 1,5% dan 2% dan  $P < 0,01$  pada salinitas 2% berpengaruh nyata terhadap rasio batang dan akar semai *R. apiculata*. Rasio batang dan akar dapat dilihat pada Gambar 5B. Rasio berat kering batang/akar merupakan karakter fisiologi yang dapat membantu untuk memahami pertumbuhan relatif batang-akar. Hal ini berkaitan dengan sinar matahari atau naungan dan dengan tanah yang lembab atau tanah yang kering serta salinitas. Perbandingan batang/akar menunjukkan bahwa rerata berat kering akar lebih besar dibanding berat kering batang.

Produksi bahan kering pada vegetasi menggambarkan keragaman tekanan lingkungan, terutama berhubungan dengan penyediaan energi matahari, air dan mineral/nutrien. Spesies tumbuhan yang sama secara genotip dapat menunjukkan perbedaan tanggapan terhadap bentuk-bentuk stres dan masing-masing terlatih menghadapi bermacam-macam stres yang berbeda-beda. Menurut Crime (1980), cekaman dapat didefinisikan secara sederhana sebagai tekanan dari luar yang membatasi rata-rata produksi biomassa kering seluruh atau sebagian vegetasi.

Tabel 1. Ringkasan Pertumbuhan Terbaik Parameter Penelitian di Berbagai Salinitas

Parameter Penelitian	Konsentrasi Garam
Tinggi semai	1,5%
Diameter semai	1,5%
Jumlah daun	0,5%
Luas permukaan daun	0,5%
Berat basah akar	1,5%
Berat basah batang	1,5%
Berat basah daun	0,5%
Berat kering akar	1,5%
Berat kering batang	1,5%
Berat kering daun	0,5%
Rasio tajuk dan akar	0%
Rasio batang dan akar	2%

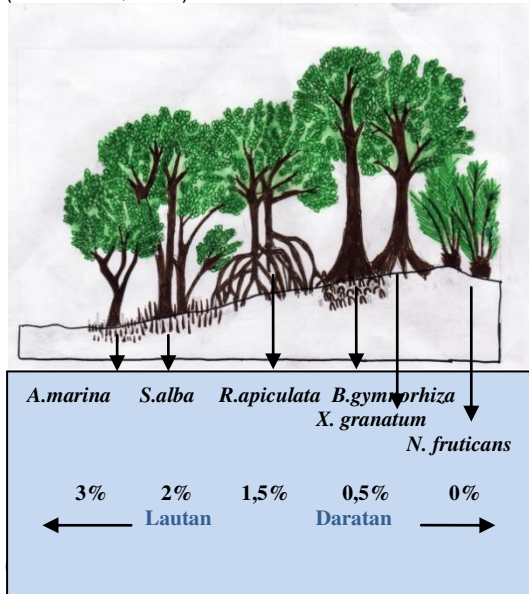
Berdasarkan pengamatan parameter tinggi , diameter dan biomassa diatas dapat dilihat bahwa *R. apiculata* dapat tumbuh baik di salinitas 1,5%. Dari hasil ini dapat digambarkan posisi *R. apiculata* pada zonasi mangrove di Pulau Sembilan berada berada di zonasi tengah yaitu di antara zona *Avicennia* sp dan zona *Bruguiera* sp (dapat dilihat di Gambar 6). Zona *Rhizophora* biasanya terletak di belakang api-api dan prepat, keadaan tanah berlumpur lembek (dalam). Pada umumnya didominasi bakau (*Rhizophora* sp.) dan di beberapa tempat dijumpai berasosiasi dengan jenis lain seperti tanjang (*Bruguiera* sp.) (Bengen, 2002).

Mangrove zona tengah ini terletak dibelakang mangrove zona depan. Di zona ini biasanya didominasi oleh jenis *Rhizophora*. Berbeda dengan di Karang Agung yang didominasi oleh *Bruguiera cylindrica*. Jenis-jenis penting lainnya yang ditemukan di Karang Agung adalah *Bruguiera eriopetala*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Excoecaria agallocha*, *Rhizophora mucronata*, *Xylocarpus granatum* dan *Xylocarpus Moluccensis* (Samingan, 1980; Noor et al., 2006).

Lain halnya dengan zonasi mangrove di sungai Nakama, Jepang. Berdasarkan studi ISME (2001) yang melaporkan bahwa zonasi mangrove di sungai Nakama, Jepang dari zonasi terluar didominasi oleh jenis *A. Marina* dan *Soneratia alba*, sedangkan zonasi tengah di dominasi oleh *R. stylosa*, *Kandelia candel*, dan *Bruguiera gymnorrhiza*, sedangkan zonasi belakang di dominasi oleh *H. littoralis*, dan *Pandanus* sp, perbedaan antara zonasi mangrove di sungai Nakama, Jepang dengan zonasi mangrove di Pulau Sembilan hanya terletak pada zonasi tengah dan zonasi belakang yaitu pada komposisi jenis mangrove yang menyusun zonasi tersebut seperti jenis *K. kandel* dan *H.littoralis*, *Pandanus* sp. Jenis tersebut tidak dijumpai di mangrove Pulau Sembilan.

Zonasi mangrove Pulau Sembilan berbeda dengan zonasi mangrove di Pulau Kaledupa Taman Nasional Wakatobi, Sulawesi Tenggara. Terdapat empat zonasi vegetasi mangrove di Pulau Kaledupa, yaitu : Zona pertama, *R.mucronata*, yang merupakan zona yang paling luar dan langsung berbatasan dengan laut dan selalu tergenang air laut pada saat pasang harian, pertumbuhan *R. mucronata* menunjukkan indikasi asosiasi dengan *B. gymnorrhiza*. Di Pulau Kaledupa, *R.mucronata* merupakan jenis pionir pada endapan lumpur yang terbentuk di depan formasi mangrove paling luar (arah laut). Zona kedua, *R.apiculata*, pertumbuhan *R. apiculata* berasosiasi dengan *B. gymnorrhiza*, dan dengan *Ceriops tagal*. Zona ketiga, *C. tagal*, berkembang pada bagian belakang umumnya berupa belukar dengan ketinggian yang hampir seragam, dengan rata-rata ukuran diameter batang relatif lebih kecil dibandingkan jenis lain yang menyusun tegakan pada kawasan ini. Zona keempat, *C. decandra*, yang merupakan zona yang paling dalam (berbatasan dengan tumbuhan darat) yang hanya digenangi air laut pada pasang tertinggi.

Spesies lain yang juga ditemukan pada zona ini adalah *Avicennia marina* dan *Xylocarpus granatum* (Jamili et al., 2009).



Perbedaan struktur dan komposisi di zonasi mangrove karena tumbuhan mangrove memiliki adaptasi yang berbeda-beda terhadap kondisi lingkungan seperti kondisi tanah, salinitas, temperatur, curah hujan dan pasang surut. Sehingga struktur dan komposisi mangrove mulai dari zona depan sampai zona belakang memiliki batas-batas yang khas (Bengen, 2001).

**Total Lipida dan Kandungan NSL (Nonsaponifiable Lipid) pada Akar dan Daun Pohon *R. apiculata***

Hasil ekstraksi daun dan akar *R. apiculata* didapat nilai total lipida dan NSL (Nonsaponifiable Lipid). Adapun hasil ekstraksi dapat dilihat di Tabel 1. Tabel 2. Total Lipida dan Kandungan NSL pada jenis *R. apiculata*

Jenis	Jaringan Sampel (Tissue)	Berat Sampel (gr)	Total Lipid (mg)	NSL (mg)	Total Lipida/Tissue (mg/g)	NSL/Tissue (mg/g)	NSL/Total Lipida (mg/mg)
R. Apiculata	Daun	5,4440	9,60	0,10	1,76	0,02	0,01
	Akar	5,1400	6,40	0,226	1,25	4,40	3,53

Tabel 1 menunjukkan total lipida dan NSL dari daun dan akar mangrove. Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat kandungan total lipida/tissue lebih banyak di daun dibandingkan di akar yaitu di daun sebesar 9,60 mg/tissue dan di akar sebesar 6,40 mg/tissue. Tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya kandungan total lipida dari daun *Rhizophora stylosa* juga yaitu 7,49 mg/tissue (Basyuni et al, 2007). Mfilinge et al (2005) mempelajari perubahan total lipida dan asam lemak pada daun mangrove terhadap mikroba pada dua jenis spesies mangrove di Okinawa yaitu *Kandelia candel* dan *Bruguiera gymnorhiza*. Mereka melaporkan bahwa

daun mangrove merupakan sumber utama asam lemak dan kemungkinan ada kandungan lipida yang lain.

Nilai NSL lebih tinggi di akar dibandingkan di daun yaitu 0,10 mg di akar dan 0,226 mg di daun. Hal ini berbanding terbalik dengan total lipida yang lebih banyak di daun dibandingkan di akar. Ini kemungkinan dikarenakan hasil ekstraksi NSL pada akar terdapat kandungan air. Sehingga kadar NSL lebih banyak di daun daripada di akar yang seharusnya lebih banyak di daun. Hal ini sesuai dengan penelitian Basyuni et al (2007) bahwa kandungan NSL terdiri dari 8% sampai 23% dari lipida total.

Dari analisis lipida dan NSLS ini dapat digunakan sebagai biomarker bahan organik di hutan mangrove atau sebagai lipida input. Lipida merupakan proporsi yang signifikan dengan karbon yang dikeluarkan dari hutan mangrove (Wannigama et al, 1981;Hogg dan Gillan, 1984). Pengetahuan tentang komposisi lipida dapat menjadi kontribusi untuk memperkirakan sumber dan tingkat akumulasi bahan organik.

Terlepas dari perubahan metabolis untuk mengatasi masalah cekaman lingkungan, membran sel tanaman itu sendiri adalah dasar dan penghalang yang potensial untuk mengatasi beberapa faktor eksternal. Dengan demikian, lipida pada membran sel memiliki peranan yang penting dalam adaptasi tanaman terhadap lingkungan.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

1. Pertumbuhan dan biomassa akar dan batang terbaik semai *R. apiculata* berada pada salinitas 1,5%, sedangkan biomassa daun, jumlah daun dan luas permukaan daun pada salinitas 0,5%.
2. Posisi *R. apiculata* dalam zonasi mangrove berada di zonasi tengah yaitu zonasi yang memiliki salinitas 1,5%.
3. Kandungan total lipida pada pohon *R. apiculata* di daun lebih banyak yaitu 9,60 mg daripada di akar yaitu 6,40 mg.
4. Kandungan NSL pada pohon *R. apiculata* lebih banyak di akar yaitu 0,226 mg daripada di daun yaitu 0,10 mg.

**Saran**

Sebaiknya pembibitan *R. apiculata* dilakukan pada salinitas 1,5% karena menunjukkan tingkat pertumbuhan yg paling baik. Diperlukan penelitian lanjutan untuk melihat kandungan lipid dan NSL pada semai *R. apiculata* di berbagai perlakuan konsentrasi salinitas 0,5%, 1,5%, 2% dan 3%.

**DAFTAR PUSTAKA**

Aksornkoe, S., 1993. *Ecology and Management of Mangrove*. IUCN. Bangkok.



- Allen, G.J., Wyn-Joens, R.G., Leigh, R.A., 1995. *Sodium transport measured in plasma membrane vesicles isolated from wheat genotypes with differing K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> determination traits*. *Plant Cell Environ.* 18, 105-115.
- Basyuni, M., Oku, H., Baba, S., Takara, K., Iwasaki, and Oku, H., 2007. *Isoprenoids of Okinawan mangroves as lipid input into estuarine ecosystem*. *J. Oceanogr.* 63, 601-608.
- Basyuni, M., Oku, H., Tsujimoto, E., Kinjo, K., Baba, S., Takara, K., 2007b. *Triterpene synthases from the Okinawan mangrove tribe, Rhizophoraceae*. *FEBS J.* 274, 5028-5042.
- Basyuni, M., Baba, S., Inafuku, M., Iwasaki, H., Kinjo, K., Oku, H., 2009. *Expression of terpenoid synthase mRNA and terpenoid content in salt stressed mangrove*. *J. Plant Physiol.* 166, 1786-1800.
- Basyuni, M., Kinjo, Y., Baba, S., Shinzato, N., Iwasaki, H., Siregar, E.B.M., Oku, H., 2011. *Isolation of Salt Stress Tolerance Genes from Roots of Mangrove Plant, Rhizophora stylosa Griff., using PCR-based Suppression Subtractive Hybridization*. *Plant Mol. Biol. Rep.* 29, 533-543.
- Basyuni, M., S. Baba, Y. Kinjo, H. Oku. 2012. *Salinity Increase the Triterpenoid Content of a Salt Secretor and a Non Salt Secretor Mangrove*. *Aquatic Botany* 97, 17-23.
- Bengen, D. G. 2001. *Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Blumwald, E., Poole, R.J., 1987. *Salt tolerance in suspension cultures of sugar beet: induction of Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> antiport activity at the tonoplast by growth in salt*. *Plant Physiol.* 83, 884-887.
- BPS. 2010. *Kecamatan Pangkalan Susu Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Langkat.
- BPS. 2009. *Kecamatan Pangkalan Susu Dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Langkat.
- Clough, B. (1998): *Mangrove forest productivity and biomass accumulation in Hichinbrook Channel, Australia*. *Mang. Salt Marsh.*, 2, 191-198.
- Clough, B., Tan, D.T., Phuong, D.X., Buu, D.C., 2000. *Canopy leaf area index and litter fall in stands of the mangrove Rhizophora apiculata of different age in the Mekong Delta, Vietnam*. *Aquat. Bot.* 66, 311-320.
- Crime, J.P., 1980. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. Chichester: John Wiley and Sons.
- Ezawa, S., Tada, Y., 2009. *Identification of salt tolerance genes from the mangrove plant Bruguiera gymnorrhiza using Agrobacterium screening*. *Plant Sci.* 176, 272-278.
- FAO. 2007. *The World's Mangroves 1980-2005*. Forest Resources Assessment Working Paper No. 153. Food and Agriculture Organization of The United Nations. Rome.
- Hutching, P. and P. Saenger, 1987. *Ecology of Mangrove*. University of Queensland Press, St. Lucia. Australia.
- Istomo, 1982. *Tinjauan Ekologi Hutan Mangrove dan Pemanfaatannya di Indonesia*. Lab. Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Jamili, Dede, S, Ibnul, Q, Edi, G. 2009. *Struktur Dan Komposisi Mangrove di Pulau Kaledupa Taman Nasional Wakatobi, Sulawesi Tenggara*. Desember 2009 Vol 14 (4) : 36-45.
- Jayatissa, dkk. 2002. *The Citanduy River Diversion Project some critical thoughts*. In Good Governance or Bad Mangement; An Overview of the ADB's Decision.
- Kathiresan, K. and B. L. Bingham. 2001. *Biology of mangrove and mangrove ecosystem*. *Adv. Mar. Biol.* 40, 81-151.
- Khan M.A, Aziz I. 2001. *Salinity tolerance in some mangrove species from Pakistan*. *Wetlands Ecology and Management* 9, 219-223.
- Kim, Y.J., Ham, A.R., Shim, J.S., Lee, J.H., Jung, D.Y., In J.G., Lee, B.S., Yang, D.C., 2008. *Isolation and characterization of terpenase synthase gene from Panax ginseng*. *J. Ginseng Res.* 32, 114-119.
- Koch, B.P., Rullkotter, J., Lara, R.J., 2003. *Evaluation of triterpenoids and sterols as organic matter biomarkers in a mangrove ecosystem in northern Brazil*. *Wetl. Ecol. Manag.* 11, 257-263.
- Kokpol, U., Chittawong, V., Miles, D.H., 1986. *Chemical constituents of the roots of Acanthus illicifolius*. *J. Nat. Prod.* 49, 355-356.
- Kokpol, U., Chavasiri, W., Chittawong, V., Miles, D.H., 1990. *Taraxeryl cis-p-hydroxycinnamate, a novel taraxeryl from Rhizophora mucronata*. *J. Nat. Prod.* 53, 953-955.
- Kramer, D. J dan T. T Kozlowsky. 1960. *Physiology of tree*. McGraw Hill Book Company Inc. New York.
- Lingga, P. dan Morsono. 2001. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Mac Nae, W. 1968. *A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West-Pacific region*. *Advances in Marine Biology* 6: 73-270.
- Mansour, M.M.F., van Hasselt, P.R., Kuiper, P.J.C., 1994. *Plasma membrane lipid alternations induced by NaCl in winter wheat roots*. *Physiol. Plant.* 92: 473-478.
- Mardiana, S. 2005. *Perbedaan Kondisi Fisik Lingkungan Terhadap Pertumbuhan Berbagai Tanaman Mangrove*. Fakultas Pertanian Universitas Medan Area. Medan.

- Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian Volume 3, Nomor 1, April 2005.
- Mfilinge, P. L., T. Meziane, Z. Bachok and M. Tsuciya (2005) : *Total lipid and fatty acid classes in decomposing mangrove leaves of Bruguiera gymnorrhiza and Kandelia candel: significance with respect to lipid input*. J. Oceanogr., 61, 613–622.
- Mimura, T., Kura-Hotta, M., Tsujimura, T., Ohnishi, M., Miura, M., Okazaki, Y., Mimura, M., Maeshima, M., Washitani-Nemoto, S., 2003. *Rapid increase of vascular volume in response to salt stress*. Planta 216, 397-402.
- Mulyani, N, Kusmana, C dan Supryanto. 1999. *Pengkajian Penerapan Teknik Budidaya Rhizophora sp dengan Stek Hipokotil*. Jurnal Manajemen Hutan Tropika. Vol. V No 1 : 57-65.
- Munns, R., 2005. *Genes and salt tolerance: bring them together*. New Phytol. 167, 645-663.
- Noakes, 1951. *Mangrove*. FAO Tropical Silviculture (2) : 379 - 404.
- Noor, Y. R, M. Khazali dan I.N.N Suryadiputra. 2006. *Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia*. Wetlands Internasional-Indonesia Programe. Bogor.
- Oku, H., Baba, S., Koga, H., Takara, K., Iwasaki, H., 2003. *Lipid composition of mangroves and its relevance to salt tolerance*. J. Plant Res. 116, 37-45.
- Parida, A.K., Das, A.B., 2005. *Salt tolerance and salinity effects on plants: a review*. Ecotoxicol. Environ. Saf. 60, 324-349.
- Popp, M., 1984. *Chemical composition of Australian mangroves II. Low molecular weight carbohydrates*. Z. Pflanzenphysiol. 113, 411-421.
- Sakamoto, A., Murata, N., 2000. *Genetic engineering of glycinebetaine synthesis in plants: current status and implication for enhancement of stress tolerance*. J. Exp. Bot. 51, 81-88.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Hemmingsen, E., Garey, W., 1962. *Salt balance in mangroves*. Plant Physiol. 37, 722-729.
- Soeroyo, 1993. *Pertumbuhan Mangrove dan Permasalahannya*. Buletin Ilmiah INSTIPER. Yogyakarta.
- Spalding, M., Kainuma, M., Collins, L., 2010. *World Atlas of Mangroves*. Earthscan. London.
- Sparg, S.G., Light, M.E., van Staden, J., 2004. *Biological activities and distribution of plant saponins*. J. Ethnopharmacol. 94, 219-243.
- Sugihara, K., Hanagata, N., Dubinsky, Z., Baba, S., Karube, I., 2000. *Molecular characterization of cDNA encoding oxygen evolving enhancer protein 1 increased by salt treatment in the mangrove Bruguiera gymnorrhiza*. Plant Cell Physiol. 41, 1279-1285.
- Tomlinson P.B., 1986. *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press; 1986.
- Toha, A. S. 2009. *Kondisi Umur Aras Napal dan Pulau Sembilan*. Lokasi Umum Praktik. Diakses dari <http://ptigah.wordpress.com/2009/06/02/kondisi-umum-aras-napal-dan-pulau-sembilan/>. (20 Juni 2012).
- Ueda, A., Shi, W., Nakamura, T., Takabe, T., 2002. *Analysis of salt-inducible genes in barley roots by differential display*. J. Plant Res. 115, 119-130.
- Williams, L.A.D., 1999. *Rhizophora mangle (Rhizophoraceae) triterpenoids with insecticidal activity*. Naturwissenschaften 86, 450-452.
- Yamada, A., Saitoh, T., Mimura, T., Ozeki, Y., 2002. *Expression of mangrove allene oxide cyclase enhances salt tolerance in Escherichia coli, yeast, and tobacco cells*. Plant Cell Physiol. 43, 903-910.
- Yeo, A., 1998. *Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology*. J. Exp. Bot. Vol. 49, 915–929.
- Zwenger, S., Basu C., 2007. *In silico analysis of terpene synthase genes in Arabidopsis thaliana*. EXCLI J. 6:203-211.