

RESPONS CEKAMAN GARAM TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KONSENTRASI RANTAI PANJANG POLYISOPRENOID PADA MANGROVE *Sonneratia alba* Smith.

(*Salinity Response on Growth and Long Chain Polyisoprenoid Concentration in Mangrove *Sonneratia alba* Smith.*)

Latifah Nur Siregar^a, Mohammad Basyuni^b, Lollie Agustina P. Putri^c

^aMahasiswa Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Jl. Tridarma Ujung No. 1, Kampus USU Medan 20155 (*Penulis Korespondensi, Email : latifahnursiregar@yahoo.co.id)

^bStaff Pengajar Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155

^cStaff Pengajar Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155

Abstract

*Mangrove is one of the richest bioactive source naturally and is able to remove excess of salt. The purpose of this study was to determine optimum salinity concentration for growth of *S. alba* seedlings and to evaluate effect of salinity on polyisoprenoid composition. *S. alba* seedlings were used with 5 treatments namely 0%, 0,5%, 1,5%, 2%, and 3% grown for 3 months. Results showed that optimum growth for *S. alba* seedlings characterized by height, diameter, and dry weight of root in 1,5% salinity, the best number of leaves and moisture content of root were in 0,5% salinity. On the other hand, dry weight of shoot, moisture content of shoot, and ratio of shoot to root were found in 3% salinity, respectively. Analysis of Polyisoprenoid in *S. alba* seedlings in 3% salinity was higher concentration than 0% treatment.*

*Key words : mangrove, *Sonneratia alba*, salinity, polyisoprenoid*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sonneratia alba adalah salah satu tanaman mangrove yang dikenal luas di pesisir pantai Indonesia (Azuma *et al.*, 2002). Famili Sonneratiaceae ini mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder yang umumnya berfungsi sebagai antibakteri, anti-inflamasi, dan efek insektisida.

Polyisoprenoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder (Tudek *et al.*, 2007). Polyisoprenoid terbagi menjadi dua famili, yaitu polyprenol dan dolichol. Kandungan polyprenol pada tanaman pernah dilaporkan menunjukkan perubahan akibat umur (Ibata *et al.*, 1983) dan musim, (Swiezewska *et al.*, 1994). Kandungan dolichol di hewan dan tanaman pernah dilaporkan bertambah akibat perbedaan umur (Jankowski *et al.*, 1994).

Metode *one-dimensional plate thin layer chromatography* (1D TLC) merupakan metode yang digunakan untuk memisahkan campuran dolichol dan polyprenols secara efektif dan efisien. Metode 1D-TLC akan menunjukkan dolichol yang terbentuk di daun dan akar dari berbagai jenis tanaman dikotil.

Di Indonesia, eksplorasi dan eksploitasi bioaktif/senyawa metabolit sekunder dari mangrove ini masih sangat terbatas (Prihanto, 2012). Berdasarkan hal tersebut, sangat dibutuhkan penelitian mengenai aspek fisiologis dan peranan polyisoprenoid bagi mangrove, khususnya pada tanaman *S. alba* dengan memberi perlakuan cekaman garam dengan konsentrasi yang berbeda. Diharapkan diperoleh wawasan baru mengenai mekanisme toleransi hutan mangrove terhadap

cekaman garam, sehingga dapat digunakan untuk mendukung program rehabilitasi mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi cekaman garam terbaik bagi pertumbuhan semai *S. alba*, menganalisis kandungan polyisoprenoid pada tajuk dan akar semai *S. alba* setelah diberi perlakuan cekaman garam, serta untuk menganalisis pengaruh cekaman garam terhadap konsentrasi rantai panjang polyisoprenoid famili dolichol pada semai *S. alba*.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Ekologi Hutan Program Studi Kehutanan Universitas Sumatera Utara, Rumah Kaca Fakultas Pertanian USU dan Laboratorium Fakultas Farmasi USU. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Juli 2014 hingga Maret 2015.

Alat dan Bahan Penelitian Percobaan Cekaman Garam

Alat yang digunakan adalah ember, pot plastik, bak kecambah, saringan, *sprayer*, kamera, *cutter*, penggaris, oven, timbangan digital, kalifer, *hand refractometer* (Atago Co. Ltd, Tokyo, Jepang), dan alat tulis. Sedangkan bahan tanaman yang digunakan adalah buah *S. alba* yang telah matang, kain kasa, pasir sungai (tidak memiliki kandungan garam), garam komersial (*marine salt*), *tap water*, amplop kertas, dan kertas label.

Ekstraksi dan Analisis Data

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah program SAS 9.1, program *excel*, program SPSS 17.0, tabung reaksi, beaker gelas, mortal alu, rak kultur, *eyela evaporator*, *waterbath*, evaporator, dan *scanner*. Sedangkan bahan tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah tajuk dan akar semai mangrove *S. alba*, sedangkan bahan kimia dan bahan lainnya yang digunakan adalah nitrogen cair, kloroform, metanol, hexane, KOH, etanol, aluminium foil, kertas filtrasi No. 2 (Advantec, Tokyo, Jepang), *nitrogen stream*, toluene, etil asetat, *one plate silica gel TLC*, dan *iodine vapour*.

Prosedur Penelitian

Pengumpulan dan Penanganan Buah *S. alba*

Buah *S. alba* diperoleh dari pohon yang telah dewasa di Pulau Sembilan, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara pada tanggal 3 Agustus 2014. Buah yang dikumpulkan merupakan buah yang matang secara fisiologis dan bijinya siap untuk dikecambahkan. Ciri-ciri buah *S. alba* matang adalah *calyx* telah lepas dari badan buah, dan bijinya sudah mengeras. Jumlah biji dalam satu buah *S. alba* bisa mencapai 100-200 biji.

Buah yang telah dikumpulkan, dipecah menjadi beberapa bagian tanpa merusak biji, kemudian dimasukkan ke dalam ember, ditutup dengan kain kasa dan direndam selama 2 hari. Tujuannya perendaman ini adalah untuk mematahkan dormansi biji *S. alba* sebelum dikecambahkan di bak kecambah, sebab biji *S. alba* termasuk dalam kategori *normal seed*. Setelah 2 hari, biji ditiriskan dan dibersihkan.

Pengecambahan pada Bak Kecambah

Biji yang telah dibersihkan, ditanam ke dalam bak kecambah yang telah diisi pasir. Pasir yang digunakan adalah pasir sungai yang sebelumnya telah disterilisasi. Dilakukan pengecekan dengan air tanpa cekaman garam dua kali sehari hingga kecambah *S. alba* berdaun dua. Media tanam harus selalu dalam kondisi kapasitas lapang.

Perlakuan Toleransi Garam

Dalam penelitian ini, ada 5 perlakuan konsentrasi garam, yaitu 0%; 0,5%; 1,5%; 2% dan 3% (Prayunita, 2012) dan masing-masing 3 hingga 10 ulangan). Jenis garam yang dipakai dalam penelitian ini adalah bubuk garam komersial (*marine salt*). Untuk membuat konsentrasi cekaman garam 0,5%; 1,5%; 2%; dan 3% dibuat dengan melarutkan 5,66 g; 17 g; 22,6 g; dan 34 g bubuk garam komersial dalam 1 liter air.

Setelah kecambah *S. alba* berdaun dua dan pertumbuhannya seragam, dilakukan penyapihan dari bak kecambah ke pot plastik yang telah diisi oleh media pasir. *S. alba* yang telah

dipindahkan ke dalam pot plastik, masing-masing diberi perlakuan cekaman garam. Selanjutnya, pot plastik diberi tanda/label sesuai dengan perlakuan yang diberikan.

Selama 3 bulan proses pertumbuhan semai *S. alba* di rumah kaca, dilakukan pengecekan setiap sore hari sesuai dengan perlakuannya (0%; 0,5%; 1,5%; 2%; dan 3%) hingga media pasir tergenang. Tujuannya agar kondisi lingkungannya sesuai dengan kondisi di lapangan (mangrove yang umumnya selalu tergenang). Selain itu, dilakukan juga proses pengecekan konsentrasi cekaman garam terhadap setiap perlakuan dan ulangan, agar konsentrasi garam pada larutannya tetap stabil sesuai dengan perlakuan yang diberikan. Jika ditemukan kenaikan konsentrasi cekaman garam, maka penyiraman hanya dilakukan dengan *tap water* hingga konsentrasinya kembali ke tingkat cekaman garam yang diinginkan.

Parameter Pengamatan

Pengamatan dilakukan 3 bulan setelah tanaman dipindahkan ke rumah kaca dan parameter yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Tinggi Semai *S. alba* (cm)

Pengambilan data tinggi semai *S. alba* dilakukan setelah 3 bulan tanam di rumah kaca dengan menggunakan penggaris, pada setiap satuan percobaan. Tinggi semai diukur mulai dari permukaan media tanam hingga ke titik tumbuh tertinggi.

2. Diameter Semai *S. alba* (mm)

Data diameter diambil bersamaan dengan pengambilan data tinggi semai menggunakan kaliper sekitar 5 mm dari atas media tanam.

3. Pertambahan Jumlah Daun (helai)

Penghitungan pertambahan jumlah daun dilakukan sejak tanaman berdaun dua hingga daun terakhir yang muncul selama 3 bulan pemeliharaan.

4. Berat Basah Akar (g)

Semai *S. alba* yang telah dipanen, dicuci dan dikering anginkan. Selanjutnya dipisahkan antara bagian akar dan tajuknya. Bagian akar ditimbang untuk mendapatkan berat basah akar.

5. Berat Kering Akar (g)

Untuk mendapatkan berat kering akar, bagian akar yang telah diketahui berat basahnya dimasukkan ke dalam amplop dan diberi label sesuai dengan perlakuan. Kemudian akar dioven pada suhu 75°C selama 1 hari (hingga beratnya konstan) dan selanjutnya ditimbang berat kering akar.

6. Kadar Air Akar (%)

Untuk mendapatkan kadar air akar, dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\%KA = \frac{BB \text{ Akar} - BK \text{ Akar}}{BB \text{ Akar}} \times 100\%$$

7. Berat Basah Tajuk (g)

Bagian tajuk *S. alba* yang telah dicuci, dikering anginkan, dan dipisahkan dari bagian akar, ditimbang untuk mendapatkan berat basah tajuk.

8. Berat Kering Tajuk (g)

Untuk mendapatkan berat kering tajuk, bagian tajuk yang telah diketahui berat basahnya dimasukkan ke dalam amplop dan diberi label sesuai dengan perlakuan. Kemudian tajuk *S. alba* dioven pada temperatur 75°C selama 1 hari (hingga beratnya konstan) dan ditimbang berat kering tajuk.

9. Kadar Air Tajuk (%)

Untuk mendapatkan kadar air tajuk, dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\%KA = \frac{BB \text{ Tajuk} - BK \text{ Tajuk}}{BK \text{ Tajuk}} \times 100\%$$

10. Rasio Tajuk dan Akar

Perhitungan rasio tajuk dan akar dilakukan pada akhir pengamatan. Perhitungan rasio tajuk dan akar dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rasio} = \frac{\text{Berat Kering Tajuk}}{\text{Berat Kering Akar}}$$

Analisis Statistik

Penelitian ini menggunakan metode analisis dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial ulangan tidak sama. Ada 5 perlakuan konsentrasi cekaman garam yang digunakan, yaitu 0%; 0,5%; 1,5%; 2%; dan 3%, masing-masing 3 hingga 10 ulangan.

Data dianalisis dengan *analysis of variance* (Anova) dan diikuti dengan uji Dunnett ($P < 0,05$) untuk membandingkan seluruh perlakuan (cekaman garam) terhadap kontrol. Analisis data ini menggunakan program SAS 9.1 (*Statistical Analysis System 9.1*). Untuk menentukan korelasi (hubungan) antara variabel cekaman garam terhadap parameter pengamatan, digunakan Program SPSS 17.0 (*Statistical Product and Service Solutions 17.0*), sedangkan untuk menganalisis regresi linear antara cekaman garam dengan parameter pengamatan, digunakan program *Microsoft Excel 2007*.

Analisis Nonsaponifiable Lipids (NSL) dan Polyisoprenoid

Tajuk atau akar *S. alba* yang telah dikeringkan digerus dengan nitrogen cair, kemudian diekstrak dengan kloroform-metanol 2:1 (CM21), bahan tanaman yang tidak larut dalam CM21 disaring dengan kertas filtrasi No. 2 (Advantec, Tokyo, Jepang) dan yang tersisa adalah ekstrak lipid dalam bentuk cairan. Selanjutnya ekstrak dikeringkan kemudian ditimbang dan didapatkan berat lipidanya. Kandungan total lipid dinyatakan sebagai berat jaringan (mg/gr jaringan).

Ekstrak lipid selanjutnya dikeringkan dengan *nitrogen stream*, disaponifikasi dengan menambahkan 2 ml KOH 20% (dalam etanol 50% dan di *reflux* selama 10 menit dengan suhu 90° C. Selanjutnya NSL dimasukkan ke dalam 2 ml hexane, kemudian diaduk. Lapisan hexane dipindahkan kedalam tube yang telah diketahui beratnya, kemudian cairan dikeringkan dengan vakum selama 10 menit, selanjutnya ditimbang berat NSLnya. sehingga dapat diketahui kandungan NSL/jaringan (mg/g jaringan) dan kandungan NSL/total lipid (mg/mg total lipida). Kandungan polyisoprenoid diperoleh dengan membagikan kandungan NSL dengan berat kering tanaman.

Analisis One-Dimensional Plate Thin-Layer Chromatography (1D-TLC)

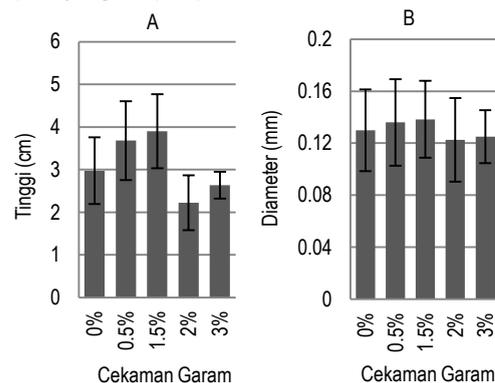
One-Dimensional Plate Thin-Layer Chromatography (1D-TLC) dilakukan dengan menggunakan silika gel 60 *normal phase*. Bahan hasil NSL dilarutkan dengan toluene : etil asetat (19:1). Alkohol Polyisoprenoid dipisahkan dan diteliti dengan one-plate silika gel TLC yang telah diidentifikasi dan divisualisasikan dengan *iodine vapour*. Selanjutnya gambar *chromatography* dihasilkan dan dicatat dengan *scanner*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perlakuan Cekaman Garam terhadap Parameter Pengamatan

A.1 Pengaruh Cekaman Garam terhadap Tinggi dan Diameter Semai *S. alba*

Pemberian cekaman garam hingga konsentrasi 1,5%, meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter semai *S. alba* yang berumur 3 bulan, seperti yang tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh cekaman garam terhadap tinggi (A) dan diameter (B) *S. alba* pada umur 3 bulan. Data merupakan rata-rata pengukuran ($n = 4 - 9$) \pm SE.

Gambar 1A menunjukkan pertumbuhan tinggi semai *S. alba* yang paling besar terdapat pada cekaman garam 1,5% dengan rata-rata tinggi

3,900 cm dan pertumbuhan terendah terdapat pada cekaman garam 2% dengan rata-rata tinggi 2,225 cm. Hasil Anova, menunjukkan bahwa tingkat cekaman garam berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi semai *S. alba* pada umur 3 bulan. Namun, uji Dunnett $P < 0,05$ menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada berbagai tingkat cekaman garam tidak berbeda signifikan pengaruhnya terhadap perlakuan kontrol.

Konsentrasi cekaman garam akan sangat mempengaruhi pertumbuhan tinggi semai *S. alba*. Gambar 1A menunjukkan tinggi maksimal semai *S. alba* berada pada konsentrasi 1,5%, dan ketika konsentrasi cekaman garam dinaikkan menjadi 2%, rata-rata pertumbuhan tinggi semai *S. alba* menurun di bawah rata-rata perlakuan kontrol. Pertumbuhan tinggi semai *S. alba* yang terbaik pada 1,5% didukung oleh Ghufran (2012) yang menyatakan bahwa tumbuhan mangrove seperti *S. alba* umumnya tumbuh di tepian laut dan cenderung lebih suka pada cekaman garam yang normal. Mangrove dapat tumbuh pada air asin karena akar maupun daunnya mampu untuk mengeluarkan atau mensekresi garam.

Flora mangrove baik mayor maupun minor dapat tumbuh dengan baik tanpa dipengaruhi oleh cekaman garam. Namun jika konsentrasi cekaman garam terlalu tinggi, maka mangrove tidak dapat tumbuh dengan baik. Hutahaen *et al.* (1999) melaporkan bahwa respons pertumbuhan tinggi mangrove yang baik diperoleh pada cekaman garam yang rendah. Hal ini disebabkan oleh tumbuhan mangrove merupakan tumbuhan yang toleran terhadap garam (*salt tolerance*). Mangrove juga dapat tumbuh pada air tawar, tetapi mangrove akan tumbuh maksimum pada pertengahan antara air tawar dan air laut. Talib (2008) menyatakan bahwa kondisi fisika kimia perairan hutan mangrove sangat dipengaruhi oleh volume air tawar dan air laut yang bercampur. Mangrove tumbuh dengan baik dari ketinggian permukaan laut sampai dengan rata-rata permukaan pasang. Jenis tanaman mangrove bukan saja harus toleran terhadap garam, melainkan juga harus mampu untuk menahan kondisi tergenang dan kondisi-kondisi bawah yang anaerobik.

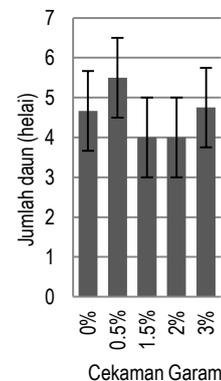
Pada Gambar 1B, pertumbuhan diameter semai *S. alba* yang paling besar terdapat pada cekaman garam 1,5% dengan diameter rata-rata 0,138 mm dan diameter paling kecil terdapat pada cekaman garam 2% dengan diameter rata-rata 0,123 mm. Uji Dunnett $P < 0,05$ menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi cekaman garam tidak berbeda nyata pengaruhnya terhadap pertumbuhan diameter semai *S. alba* umur 3 bulan, karena diameter *S. alba* masih sangat kecil untuk menunjukkan adanya perbedaan pengaruh lingkungan yang diterimanya.

Pertumbuhan tinggi semai *S. alba* umur 3 bulan terbaik pada cekaman garam 1,5% diikuti juga

dengan penambahan diameter semai *S. alba* tertinggi pada cekaman garam 1,5%, karena mangrove umumnya membutuhkan unsur NaCl selama pertumbuhannya, namun dalam dosis yang cukup. Prayunita (2012) menyatakan bahwa penambahan tinggi semai mangrove yang optimal berada pada cekaman garam 1,5%, dan pertumbuhan diameter juga optimal pada cekaman garam 1,5%. Hal ini dikarenakan kandungan garam yang berada pada cekaman garam 1,5% cukup untuk pertumbuhan semai mangrove.

A.2 Pengaruh Cekaman Garam terhadap Jumlah Daun Semai *S. alba*

Pada Gambar 2, disajikan grafik pengaruh konsentrasi cekaman garam terhadap parameter penambahan jumlah daun semai *S. alba*.



Gambar 2. Pengaruh cekaman garam terhadap penambahan jumlah daun *S. alba* pada umur 3 bulan. Data merupakan rata-rata perlakuan ($n = 3 - 8$) \pm SE.

Semai *S. alba* yang memiliki penambahan jumlah daun paling banyak terdapat pada cekaman garam 0,5% dengan rata-rata jumlah daun 5 hingga 6 helai dan jumlah daun paling kecil terdapat pada cekaman garam 1,5 % dan 2% dengan rata-rata jumlah daun 4 helai. Uji Dunnett $P < 0,05$ menunjukkan tingkat konsentrasi garam yang diberikan tidak berbeda nyata pengaruhnya terhadap penambahan jumlah daun *S. alba* pada umur 3 bulan. Pertambahan jumlah daun terbanyak *S. alba* yang berada pada konsentrasi cekaman garam 0,5% disebabkan karena jumlah garam yang diserap oleh semai *S. alba* pada cekaman garam 0,5% masih dianggap cukup, dan belum berlebihan/mengganggu pertumbuhan semai *S. alba*.

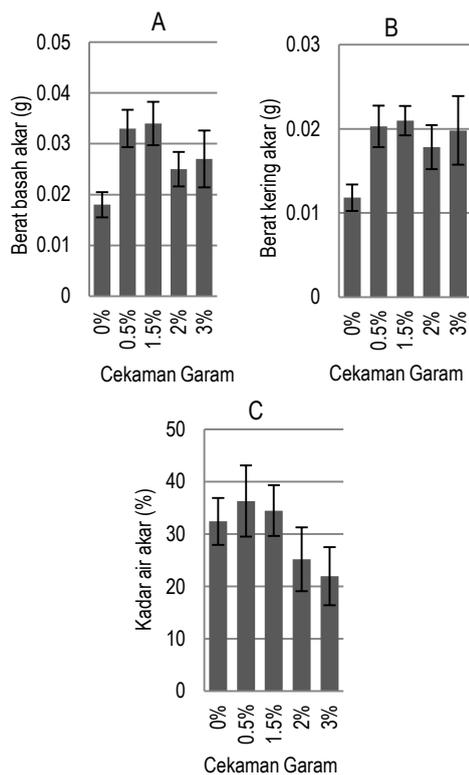
Pada parameter jumlah daun ini, yang diamati adalah pertambahan jumlah daun semai selama 3 bulan, bukan jumlah daun pada pengamatan terakhir. Hal ini disebabkan karena selama pemeliharaan di rumah kaca, daun-daun tua semai mengalami penguningan, mengering, dan kemudian gugur.

Umumnya, tanaman yang tercekam garam akan mengalami penurunan jumlah kloroplas pada

daun sehingga menyebabkan daun menjadi kuning dan akhirnya akan mengganggu proses fotosintesis tanaman, serta mempercepat proses gugurnya daun. Atmoko dan Kade (2007) melaporkan mangrove berjenis *S. alba* mampu menyimpan kadar garam yang tinggi pada daun-daun tua, sehingga konsentrasi garam pada daun muda akan berkurang. Kadar garam akan dikeluarkan dari pohon bersamaan dengan gugurnya daun-daun tua. Hutching and Saenger (1987) juga melaporkan bahwa pada tumbuhan yang mempunyai kelenjar pengeluaran garam konsentrasi Na^+ dan Cl^- yang tinggi pada daun tua. Tingkat konsentrasi garam yang tinggi juga dapat mengakibatkan daun tua cepat gugur.

A.3 Pengaruh Cekaman Garam terhadap Berat Basah Akar, Berat Kering Akar, dan Kadar Air Akar Semai *S. alba*

Pengaruh cekaman garam terhadap parameter berat basah akar, berat kering akar, dan kadar air akar semai *S. alba* disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh cekaman garam terhadap berat basah akar (A), berat kering akar (B), dan kadar air akar (C) semai *S. alba* pada umur 3 bulan. Data merupakan rata-rata pengukuran ($n = 10$) \pm SE.

Berdasarkan Gambar 3A, semai *S. alba* yang tumbuh pada cekaman garam 1,5% dengan rata-rata 0,034 g memiliki berat basah akar tertinggi dan terendah terdapat pada cekaman garam 0% dengan rata-rata berat basah akar 0,018 g. Hasil Uji

Dunnett $P < 0,05$, menunjukkan perlakuan cekaman garam dengan konsentrasi 0,5% dan 1,5% berbeda signifikan pengaruhnya jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Perbedaan ini terjadi karena perbandingan antara berat basah akar pada perlakuan kontrol jauh lebih rendah nilainya jika dibandingkan dengan berat basah akar pada kondisi tercekam garam dengan konsentrasi 0,5% dan 1,5%.

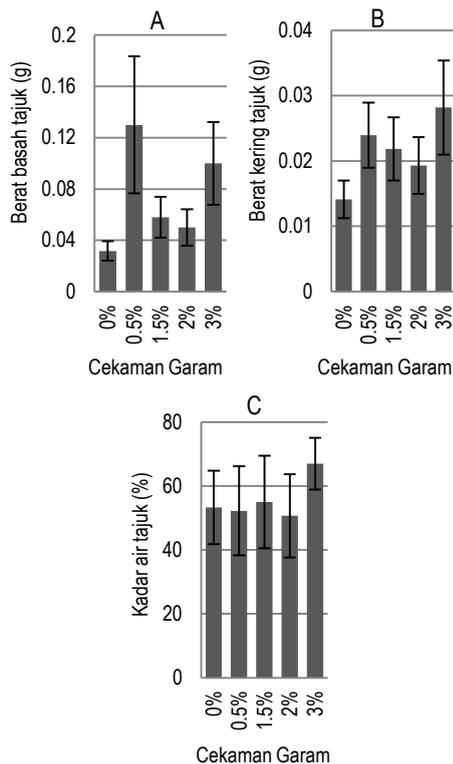
Gambar 3B menunjukkan bahwa pada cekaman garam 1,5% dengan rata-rata 0,021 g memiliki berat kering akar tertinggi dan terendah terdapat pada cekaman garam 0% dengan rata-rata berat kering akar 0,012 g. Hasil Uji Dunnett $P < 0,05$ menunjukkan bahwa tingkat cekaman garam tidak memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap berat kering akar *S. alba* umur 3 bulan. Pangaribuan (2001) melaporkan bahwa cekaman garam yang tinggi akan menyebabkan proses respirasi dan fotosintesis tidak seimbang. Apabila proses respirasi lebih besar dari pada fotosintesis maka berat kering tanaman semakin berkurang.

Gambar 3C menunjukkan semai *S. alba* yang memiliki kadar air akar tertinggi terdapat pada cekaman garam 0,5% dengan rata-rata kadar air akar 36,317% dan kadar air paling kecil terdapat pada cekaman garam 3% dengan rata-rata kadar air akar 21,968%. Uji Dunnett $P < 0,05$ menunjukkan tingkat cekaman garam tidak berbeda nyata pengaruhnya terhadap kadar air akar semai *S. alba* umur 3 bulan.

Pada parameter kadar air akar, dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi cekaman garam yang diberikan, maka akan semakin rendah kadar air yang dikandung tanaman tersebut. Martuti (2013) melaporkan bahwa pemberian cekaman garam menyebabkan jumlah air dalam tanaman berkurang dan turgor sel-sel penutup stomata turun. Penurunan turgor stomata mengakibatkan proses fotosintesis terhambat sehingga jumlah asimilat yang dihasilkan oleh tanaman semakin berkurang dan proses respirasi meningkat sehingga berat kering tanaman menjadi menurun.

A.4 Pengaruh Cekaman Garam terhadap Berat Basah Tajuk, Berat Kering Tajuk, dan Kadar Air Tajuk Semai *S. alba*

Pengaruh cekaman garam terhadap berat basah tajuk, berat kering tajuk, dan kadar air tajuk semai *S. alba* pada umur 3 bulan disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh cekaman garam terhadap berat basah tajuk (A), berat kering tajuk (B), dan kadar air tajuk (C) semai *S. alba* pada umur 3 bulan. Data merupakan rata-rata pengukuran ($n = 5 - 9$) \pm SE.

Gambar 4A menunjukkan bahwa semai *S. alba* yang tumbuh pada cekaman garam 0,5% dengan rata-rata 0,130 g memiliki berat basah tajuk tertinggi dan terendah terdapat pada cekaman garam 0% dengan rata-rata berat basah tajuk 0,032 g. Uji Dunnet $P < 0,05$ menunjukkan bahwa tingkat cekaman garam tidak berbeda nyata pengaruhnya terhadap berat basah tajuk semai *S. alba* pada umur 3 bulan.

Berdasarkan Gambar 4B, berat kering tajuk semai *S. alba* yang tumbuh pada cekaman garam 3% dengan rata-rata berat kering tajuk 0,028 g memiliki berat kering tajuk tertinggi dan terendah terdapat pada cekaman garam 0% dengan rata-rata berat kering tajuk 0,014 g. Uji Dunnet $P < 0,05$ menunjukkan bahwa tingkat cekaman garam tidak berbeda nyata pengaruhnya terhadap berat kering tajuk semai *S. alba*. Syah (2011) melaporkan bahwa pertumbuhan tinggi tanaman dapat didefinisikan sebagai bertambah besarnya tanaman yang diikuti oleh peningkatan bobot kering. Ahli tanah umumnya mendefinisikan pertumbuhan sebagai peningkatan bahan kering. Perkembangan dan morfogenesis tanaman disebabkan oleh 3 hal, yaitu pertumbuhan karena pembelahan, pembesaran dan deferensiasi sel. Pertumbuhan suatu tanaman adalah pertambahan tumbuh dalam besar serta

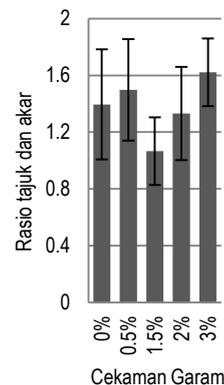
pembentukan jaringan baru. Pertumbuhan dapat juga diukur dari berat seluruh tanaman (biomassa).

Gambar 4C menunjukkan bahwa kadar air tajuk semai *S. alba* yang paling tinggi terdapat pada cekaman garam 3% dengan rata-rata kadar air tajuk 66,949% dan kadar air tajuk paling kecil terdapat pada cekaman garam 2% dengan rata-rata kadar air tajuk 50,663%. Uji Dunnet $P < 0,05$ juga menunjukkan bahwa tingkat cekaman garam tidak berbeda nyata pengaruhnya terhadap kadar air tajuk. Dwidjoseputro (1980) melaporkan bahwa jika tanaman dikeringkan pada suhu 100°C, maka akan diperoleh bahan kering yang terdiri dari zat-zat organik. Kandungan air pada tanaman dapat mencapai 70% atau lebih dari berat basah tanaman. Umumnya tanaman tahunan mengandung 50% air dari total berat basahnya.

Campbell (2003) menyatakan bahwa kelebihan NaCl atau garam dapat mengancam tumbuhan karena dua alasan. Pertama, dengan cara menurunkan potensial air larutan tanah. Garam dapat menyebabkan kekurangan air pada tumbuhan meskipun tanah tersebut mengandung banyak sekali air karena potensial air lingkungan yang lebih negatif dibandingkan dengan potensial air jaringan akar, sehingga tanaman akan kehilangan air, bukan menyerapnya. Kedua, pada tanah bergaram, natrium dan ion-ion tertentu lainnya dapat menjadi racun bagi tumbuhan jika konsentrasinya relatif tinggi. Membran sel akar yang selektif akan menghambat pengambilan sebagian besar ion yang berbahaya, namun akan memperburuk masalah pengambilan air dari tanah yang kaya akan zat terlarut.

A.5 Pengaruh Cekaman Garam terhadap Rasio Tajuk dan Akar Semai *S. alba*

Pengaruh cekaman garam terhadap rasio tajuk dan akar semai *S. alba* pada umur 3 bulan disajikan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Rasio tajuk dan akar semai *S. alba* pada umur 3 bulan. Data merupakan rata-rata perlakuan ($n = 5 - 9$) \pm SE.

Berdasarkan Gambar 5, rasio tajuk dan akar semai *S. alba* yang paling besar nilainya terdapat pada cekaman garam 3% dengan rata-rata

1,622 dan rasio tajuk akar terendah terdapat pada cekaman garam 1,5% dengan rata-rata 1,066. Uji Dunnet $P < 0,05$ menunjukkan bahwa tingkat cekaman garam tidak berpengaruh nyata terhadap rasio tajuk dan akar semai *S. alba* pada umur 3 bulan. Lopez-Hoffman *et al.* (2007) menyebutkan bahwa berat kering tanaman dan laju pertumbuhannya dipengaruhi juga oleh intensitas cahaya dan cekaman garam. Rasio akar-daun menjadi lebih tinggi pada cekaman garam tinggi.

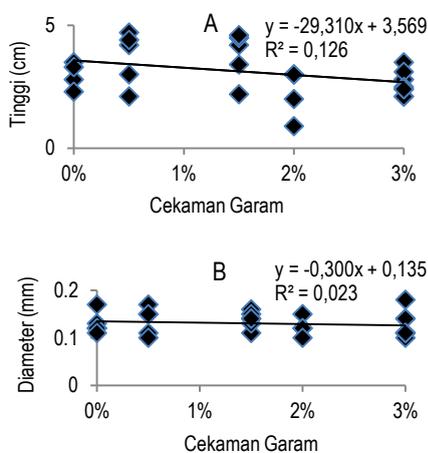
Kemampuan hidup semai akan lebih tinggi pada cekaman garam lebih rendah. Krauss *et al.* (2008) juga melaporkan bahwa pertumbuhan awal tanaman mangrove sangat dipengaruhi oleh faktor global seperti temperatur dan faktor spesifik lokasi seperti cekaman garam. Cekaman garam memainkan peranan penting pada adaptasi pertumbuhan mangrove. Meskipun mangrove adalah salah satu jenis halofita, namun semainya sensitif terhadap cekaman garam. Substrat yang bergaram mempengaruhi banyak aspek seperti aspek pertumbuhan dan fisiologinya.

B. Analisis Regresi Linear antara Perlakuan Cekaman Garam terhadap Parameter Pengamatan

Respons cekaman garam terhadap parameter pengamatan secara sederhana dapat digambarkan melalui hubungan fungsional antar dua variabel. Tujuan dari analisis regresi ini adalah untuk memprediksi nilai dan arah hubungan variabel parameter pengamatan berdasarkan variabel tingkat cekaman garam melalui suatu persamaan.

B.1 Analisis Regresi Linear Cekaman Garam terhadap Tinggi dan Diameter

Hasil analisis regresi linear sederhana antara tingkat cekaman garam terhadap parameter tinggi dan diameter semai *S. alba* disajikan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Hasil analisis regresi linear sederhana antara variabel cekaman garam terhadap tinggi (A) dan diameter (B) semai *S. alba* umur 3 bulan.

Gambar 6 menunjukkan hubungan antara variabel bebas cekaman garam (x) terhadap variabel terikat tinggi dan diameter (y). Berdasarkan Gambar 6A, diperoleh nilai $y = -29,310x + 3,569$. Jika nilai cekaman garam berubah sebesar satu satuan, maka nilai y akan turun sebesar 29,310 satuan menjadi -25,741. Semakin besar perubahan yang terjadi pada variabel cekaman garam, maka akan semakin tinggi penurunan yang terjadi pada variabel tinggi. Koefisien determinasi (R^2) menunjukkan kemampuan variabel cekaman garam mempengaruhi variabel tinggi. Pada Gambar 6A, terlihat bahwa nilai $R^2 = 0,126$ atau 12,6%. Nilai ini menunjukkan kemampuan variabel cekaman garam dalam mempengaruhi variabel tinggi semai *S. alba* hanya sebesar 12,6%. Sisanya sekitar 87,4% variabel tinggi semai dipengaruhi oleh variabel bebas selain cekaman garam.

Variabel bebas selain cekaman garam yang dapat mempengaruhi pertumbuhan semai *S. alba* adalah media tumbuh. Media (pasir sungai) yang digunakan dalam penelitian ini merupakan media yang sangat miskin unsur hara dan menyebabkan semai *S. alba* tidak mampu menunjukkan respon pertumbuhan yang maksimal. Kondisi media yang selalu tergenang juga menyebabkan media tanam tidak mampu menyediakan oksigen bagi akar. Dahuri (2003) melaporkan bahwa mangrove dapat tumbuh dan berkembang secara maksimum dalam kondisi dimana terjadi penggenangan dan sirkulasi air permukaan yang menyebabkan pertukaran dan pergantian sedimen secara terus menerus. Sirkulasi yang tetap (terus-menerus) meningkatkan pasokan oksigen dan nutrient, untuk keperluan respirasi dan produksi yang dilakukan oleh tumbuhan. Mangrove tumbuh pada berbagai jenis substrat dan bergantung pada proses pertukaran air untuk memelihara pertumbuhan mangrove.

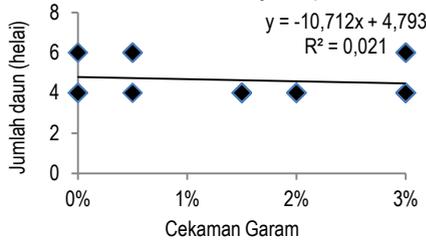
Gambar 6B menunjukkan nilai $y = -0,300x + 0,135$. Jika nilai x berubah sebesar satu satuan, maka nilai y akan turun sebesar 0,300 satuan menjadi -0,165. Semakin besar perubahan yang terjadi pada variabel cekaman garam, maka akan semakin tinggi pula penurunan yang terjadi pada variabel diameter. Pada Gambar 6B, terlihat bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,023 atau 2,3%. Nilai ini menunjukkan kemampuan variabel cekaman garam dalam mempengaruhi variabel diameter semai *S. alba* hanya sebesar 2,3% dan sekitar 97,7% variabel diameter dipengaruhi oleh variabel bebas selain cekaman garam.

Tanaman membutuhkan kondisi lingkungan yang baik sehingga dapat menunjukkan respons yang baik selama pertumbuhannya. Sitompul dan Guritno (1995) menyatakan bahwa untuk dapat berkembang dengan baik dan menyelesaikan siklus hidupnya secara lengkap,

tanaman membutuhkan keadaan lingkungan yang optimum untuk mengekspresikan kemampuan genetiknya secara optimal.

B.2 Analisis Regresi Linear Cekaman Garam terhadap Jumlah Daun

Hasil analisis regresi linear sederhana antara tingkat cekaman garam terhadap parameter jumlah daun semai *S. alba* disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil analisis regresi linier antara variabel cekaman garam terhadap jumlah daun semai *S. alba* pada umur 3 bulan.

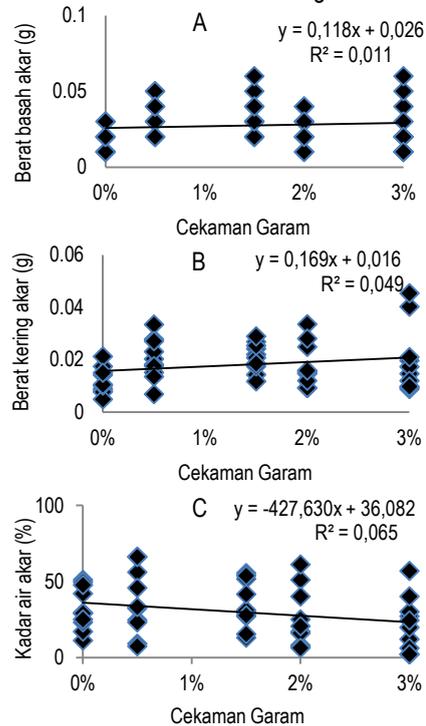
Gambar 7 menunjukkan nilai $y = -10,712x + 4,793$. Jika nilai x berubah sebesar satu satuan, maka nilai y akan turun sebesar 10,712 satuan menjadi -5,919. Pada Gambar 7 juga terlihat bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,021 atau 2,1%. Nilai ini menunjukkan kemampuan variabel cekaman garam dalam mempengaruhi variabel jumlah daun semai *S. alba* hanya sebesar 2,1%. Sisanya sekitar 97,9% variabel jumlah daun semai dipengaruhi oleh variabel bebas selain cekaman garam.

B.3 Analisis Regresi Linear Cekaman Garam terhadap Berat Basah Akar, Berat Kering Akar, dan Kadar Air Akar

Hasil analisis regresi linear sederhana antara cekaman garam terhadap berat basah akar, berat kering akar, dan kadar air akar disajikan dalam Gambar 8. Gambar 8A menunjukkan nilai $y = 0,118x + 0,026$. Jika nilai x berubah sebesar satu satuan, maka nilai y akan naik sebesar 0,118 satuan menjadi 0,144. Semakin besar perubahan yang terjadi pada variabel cekaman garam, maka akan semakin tinggi pula kenaikan yang terjadi pada variabel berat basah akar. Pada Gambar 8A juga terlihat bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,011 atau 1,1%. Nilai ini menunjukkan kemampuan variabel cekaman garam dalam mempengaruhi variabel berat basah akar semai *S. alba* hanya sebesar 1,1%. Sisanya sekitar 98,9% variabel berat basah akar semai dipengaruhi oleh variabel bebas selain cekaman garam.

Berdasarkan Gambar 8B, nilai $y = 0,169x + 0,016$. Jika nilai x berubah sebesar satu satuan, maka nilai y akan naik sebesar 0,169 satuan menjadi 0,185. Pada Gambar 8B juga terlihat bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,049 atau 4,9%. Nilai ini menunjukkan kemampuan variabel cekaman garam dalam mempengaruhi variabel bertat kering akar

semai *S. alba* hanya sebesar 4,9%. Sisanya sekitar 95,1% variabel berat kering akar semai dipengaruhi oleh variabel bebas selain cekaman garam.

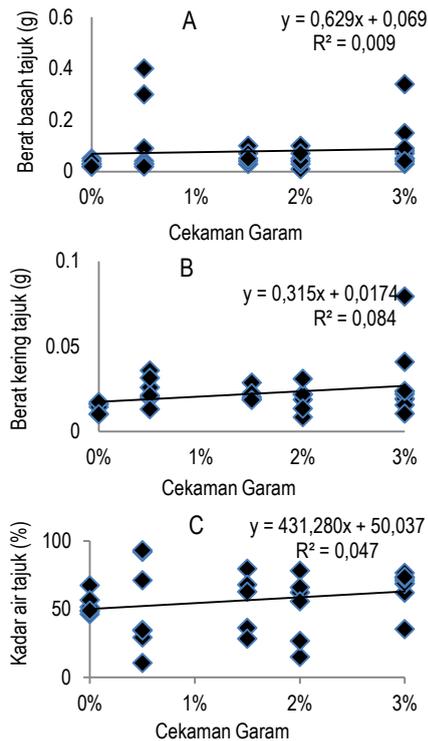


Gambar 8. Hasil analisis regresi linear antara variabel cekaman garam terhadap berat basah akar (A), berat kering akar (B), dan kadar air akar (C) semai *S. alba* pada umur 3 bulan.

Gambar 8C menunjukkan nilai $y = -427,630x + 36,082$. Jika nilai x berubah sebesar satu satuan, maka nilai y akan turun sebesar 427,630 satuan menjadi -391,548. Pada Gambar 8C, terlihat bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,065 atau 6,5%. Nilai ini menunjukkan kemampuan variabel cekaman garam dalam mempengaruhi variabel kadar air akar semai *S. alba* hanya sebesar 6,5%. Sisanya sekitar 93,5% variabel kadar air akar semai dipengaruhi oleh variabel bebas selain cekaman garam.

B.4 Analisis Regresi Linear Cekaman Garam terhadap Berat Basah Tajuk, Berat Kering Tajuk, dan Kadar Air Tajuk

Hasil analisis regresi linear sederhana antara tingkat cekaman garam terhadap parameter berat basah tajuk, berat kering tajuk, dan kadar air tajuk semai *S. alba* disajikan dalam Gambar 9.



Gambar 9. Hasil analisis regresi linear antara variabel tingkat cekaman garam terhadap berat basah tajuk (A), berat kering tajuk (B), dan kadar air tajuk (C) semai *S. alba* pada umur 3 bulan.

Gambar 9A menunjukkan nilai $y = 0,629x + 0,069$. Jika nilai x berubah sebesar satu satuan, maka nilai y akan naik sebesar 0,629 satuan menjadi 0,698. Pada Gambar 9A juga terlihat bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,009 atau 0,9%. Nilai ini menunjukkan kemampuan variabel cekaman garam dalam mempengaruhi variabel berat basah tajuk semai *S. alba* hanya sebesar 0,9%. Sisanya sekitar 99,1% variabel berat basah tajuk semai dipengaruhi oleh variabel bebas selain cekaman garam.

Berdasarkan Gambar 9B, nilai $y = 0,314x + 0,017$. Jika nilai x berubah sebesar satu satuan, maka nilai y akan naik sebesar 0,314 satuan menjadi 0,331. Pada Gambar 9B juga terlihat bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,084 atau 8,4%. Nilai ini menunjukkan kemampuan variabel cekaman garam dalam mempengaruhi variabel berat kering tajuk semai *S. alba* hanya sebesar 8,4%. Sisanya sekitar 91,6% variabel berat kering tajuk semai dipengaruhi oleh variabel bebas selain cekaman garam.

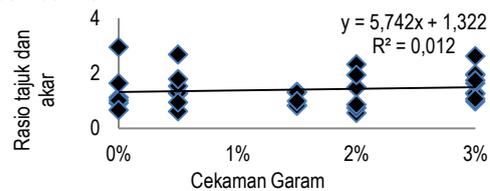
Gambar 9C menunjukkan nilai $y = 431,280x + 50,037$. Jika nilai x berubah sebesar satu satuan, maka nilai y akan naik sebesar 431,28 satuan menjadi 481,317. Semakin besar perubahan yang terjadi pada variabel cekaman garam, maka akan semakin tinggi pula kenaikan yang terjadi pada variabel kadar air tajuk. Lakitan (2008) menyatakan

bahwa tumbuhan banyak mengandung air di dalam sel-selnya. Hal ini yang menyebabkan suhu dan pertumbuhan tanaman relatif stabil. Dahuri (2003) juga menyatakan bahwa mangrove memiliki banyak jaringan internal penyimpanan air dan konsentrasi garam yang tinggi. Beberapa tumbuhan mangrove seperti *Avicennia* dan *Sonneratia* mempunyai kelenjar yang dapat mengeluarkan garam melalui daunnya sehingga dapat menjaga keseimbangan osmotik.

Pada Gambar 9C juga terlihat bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) adalah 0,047 atau 4,7%. Nilai ini menunjukkan kemampuan variabel cekaman garam dalam mempengaruhi variabel kadar air tajuk semai *S. alba* hanya sebesar 4,7%. Sisanya sekitar 95,3% variabel kadar air tajuk semai dipengaruhi oleh variabel bebas selain cekaman garam.

B.5 Analisis Regresi Linear antara Variabel Cekaman Garam terhadap Rasio Tajuk dan Akar

Hasil analisis regresi linear sederhana antara tingkat cekaman garam terhadap parameter rasio tajuk dan akar semai *S. alba* disajikan dalam Gambar 10.



Gambar 10. Hasil analisis regresi linear antara variabel cekaman garam terhadap rasio tajuk dan akar semai *S. alba* pada umur 3 bulan.

Gambar 10 menunjukkan nilai $y = 5,742x + 1,322$. Jika nilai x berubah sebesar satu satuan, maka nilai y akan naik sebesar 5,742 satuan menjadi 7,064. Pada Gambar 10 juga terlihat bahwa nilai koefisien determinasi (R^2) adalah 0,012 atau 1,2%. Nilai ini menunjukkan kemampuan variabel cekaman garam dalam mempengaruhi variabel kadar air tajuk semai *S. alba* hanya sebesar 1,2%. Sisanya sekitar 98,8% variabel rasio tajuk dan akar semai dipengaruhi oleh variabel bebas selain cekaman garam.

C. Analisis Korelasi Tingkat Cekaman Garam dan Parameter Pengamatan

Analisis korelasi bertujuan untuk mengukur kekuatan hubungan linear antara dua variabel. Hasil analisis korelasi cekaman garam terhadap parameter maupun korelasi antar parameter disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien korelasi antar parameter pengamatan semai *S. alba*

	CG	T	D	JD	BBA	BKA	KAA	BBT	BKT	KAT	RTA
CG	1										
T	-0,355	1									
D	-0,152	-0,120	1								
JD	-0,144	0,080	-0,028	1							
BBA	0,106	0,172	0,521**	0,089	1						
BKA	0,222	0,116	0,557**	0,027	0,819**	1					
KAA	-0,255	0,314	0,092	0,280	0,425**	-0,112	1				
BBT	0,095	-0,077	0,159	0,127	0,319	0,285	0,204	1			
BKT	0,290	-0,038	0,430*	0,129	0,460**	0,695**	-0,110	0,640**	1		
KAT	0,217	-0,176	-0,292	-0,077	0,083	-0,071	0,159	0,632**	0,202	1	
RTA	0,108	-0,114	-0,324	0,213	-0,419*	-0,392*	-0,019	0,423*	0,294	0,375*	1

Keterangan : ** = Korelasi signifikan pada taraf 0,01, * = Korelasi signifikan pada taraf 0,05, CG = Cekaman Garam, T = Tinggi, D = Diameter, JD = Jumlah Daun, BBA = Berat Basah Akar, BKA = Berat Kering Akar, KAA = Kadar Air Akar, BBT = Berat Basah Tajuk, BKT = Berat Kering Tajuk, BKT= Berat Kering Tajuk, RTA = Rasio Tajuk dan Akar.

Berdasarkan analisis koefisien korelasi, perlakuan cekaman garam yang diberikan berkorelasi positif terhadap berat basah akar, berat kering akar, berat basah tajuk, berat kering tajuk, kadar air tajuk, dan rasio tajuk akar semai *S. alba*. Hal ini dapat dilihat nilai koefisien korelasi yang bernilai positif. Nilai koefisien korelasi yang termasuk kategori $0 < r < 0,50$ menunjukkan kekuatan korelasi yang lemah negatif, dan menunjukkan hubungan antar variabel tidak terlalu sensitif terhadap perubahan yang terjadi pada variabel cekaman garamnya (Sunyoto, 2012).

Perlakuan cekaman garam berkorelasi negatif terhadap pertumbuhan tinggi, diameter, jumlah daun, dan kadar air akar semai *S. alba*. Nilai koefisien korelasi (r) termasuk kategori $0 > r > -0,50$ dan menunjukkan kekuatan korelasi yang lemah negatif, sehingga variabel parameter tinggi, diameter, jumlah daun, dan kadar air akar tidak terlalu sensitif hubungannya terhadap perubahan yang terjadi pada variabel cekaman garamnya (Sunyoto, 2012). Supriharyono (2000) menyatakan bahwa spesies mangrove dapat tumbuh pada cekaman garam yang ekstrem atau sangat tinggi, namun biasanya pertumbuhannya kurang baik atau pendek-pendek. Heddy (2001) melaporkan bahwa analisis pertumbuhan tanaman hanya dapat memberikan sedikit informasi tentang proses-proses fisiologis yang mengatur reaksi tanaman terhadap faktor-faktor lingkungan.

Tabel 1 menunjukkan bahwa diameter berkorelasi positif dan signifikan pada taraf 0,01 terhadap berat basah akar dan berat kering akar. Konteks ini menunjukkan bahwa penambahan diameter semai akan menyebabkan meningkatkannya berat basah akar dan berat kering akar semai *S. alba*.

D. Analisis Non-saponifiable Lipids (NSL) dan Polyisoprenoid

Hasil analisis *Non-saponifiable* (NSL) dan polyisoprenoid semai *S. alba* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis NSL dan polyisoprenoid pada tajuk dan akar semai *S. alba*. Data merupakan rata-rata ulangan ($n = 3$).

Jenis	Jaringan	Perlakuan	Berat Kering (g)	NSL (mg/g)	Polyisoprenoid (g)
<i>S. alba</i>	Tajuk	0%	0,058	0,120	0,0021
	Akar	0%	0,057	0,073	0,0013
<i>S. alba</i>	Tajuk	3%	0,057	0,093	0,0016
	Akar	3%	0,063	0,233	0,0037

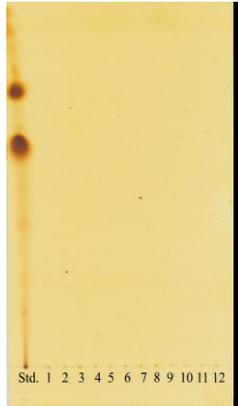
Analisis terhadap kandungan polyisoprenoid dilakukan pada bagian tajuk dan akar *S. alba* dengan konsentrasi cekaman garam 0% (kontrol) dan 3%. Berdasarkan Tabel 1, kandungan polyisoprenoid tertinggi terdapat pada akar *S. alba* dengan konsentrasi cekaman garam 3%, yaitu dengan nilai 0,0037 g, sedangkan kandungan polyisoprenoid terendah terdapat pada akar *S. alba* pada konsentrasi cekaman garam 0%, dengan nilai 0,0013 g. Namun, jika dibandingkan perlakuan 0% dengan cekaman garam 3%, semai *S. alba* dengan cekaman garam 3% (0,0053 g) memiliki kandungan polyisoprenoid yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kandungan polyisoprenoid semai *S. alba* dengan perlakuan 0% (0,0034 g).

Sebelum kandungan polyisoprenoid dianalisis, terlebih dahulu dilakukan analisis NSL. Komposisi lipid dalam tumbuhan pada umumnya menunjukkan adanya keragaman antar spesies. Oku *et al.* (2003) melaporkan bahwa *S. alba* memiliki 19,3% wax ester dari total lipid yang dimiliki. Bagian utama lipid yang ada di daun maupun akar adalah asam lemak ester. Pada umumnya, lipid pada mangrove mengandung phytosterols.

Penggunaan data NSL lebih baik dibandingkan dengan data hasil *saponifiable lipids* dalam proses penentuan kandungan polyisoprenoid. Basyuni *et al.* (2007) melaporkan NSL pada dasarnya menunjukkan bagian lipid yang sederhana, yang mengandung sterol, rantai panjang alkohol, dan alkanes. NSL umumnya mewakili fraksi lipid yang lebih stabil daripada *saponifiable lipids* (asam lemak). NSL juga resisten terhadap degradasi yang disebabkan mikroba.

E. Analisis Polyisoprenoid dengan One-Dimensional Plate Thin-Layer Chromatography (1D-TLC)

Untuk menentukan polyisoprenoid yang terkandung dalam *S. alba* yang telah diberikan perlakuan cekaman cekaman garam, dilakukan penelitian menggunakan 1D-TLC. Hasil analisis 1D-TLC semai *S. alba* disajikan dalam Gambar 11.



Gambar 11. Hasil analisis polyisoprenoid *S. alba* menggunakan 1D-TLC. (Std) standard dolichol, (1,2 dan 3) dolichol pada daun *S. alba* perlakuan 0%, (4,5 dan 6) dolichol pada daun *S. alba* perlakuan cekaman garam 3%, (7,8 dan 9) dolichol pada akar *S. alba* perlakuan 0%, (10,11 dan 12) dolichol pada akar *S. alba* perlakuan cekaman garam 3%.

Std. merupakan standar keberadaan dolichol pada makhluk hidup. Senyawa dolichol umumnya terdapat pada hewan dan sangat jarang terdapat pada tumbuhan. Pada Gambar 11, dapat dilihat bahwa tidak ditemukan senyawa dolichol pada tajuk maupun akar semai *S. alba* umur 3 bulan. Namun, tidak ditemukannya senyawa dolichol ini dapat juga disebabkan oleh jumlah berat kering tanaman serta total kandungan polyisoprenoid untuk masing-masing perlakuan yang tidak mencukupi untuk dilakukannya analisis polyisoprenoid. Kecilnya berat kering tanaman yang dihasilkan dalam penelitian ini terjadi karena tingkat kematian *S. alba* di rumah kaca yang tinggi selama penelitian serta semai *S. alba* pada umur 3 bulan masih sangat kecil ukurannya.

Rendahnya tingkat kesuburan tanah yang hanya menggunakan media pasir juga menjadi salah satu penyebab rendahnya berat kering tanaman *S. alba* yang diperoleh. Selama masa pertumbuhannya, mangrove *S. alba* sangat membutuhkan unsur hara yang berasal substrat lumpur sebagai sumber nutrisi. Lakitan (2008) melaporkan bahwa tanaman tidak dapat melengkapi daur hidupnya jika unsur hara esensial tidak tersedia pada media tumbuh. Dahuri (2003) menambahkan mangrove tidak atau sulit tumbuh di wilayah pesisir yang terjal dan

berombak besar dengan arus pasang surut yang kuat karena kondisi ini tidak memungkinkan terjadinya pengendapan lumpur yang diperlukan sebagai sumber hara bagi pertumbuhannya. MacNae (1968) menyatakan bahwa mangrove berjenis *Sonneratia* tumbuh pada lumpur lembek dengan kandungan bahan organik yang tinggi. Dwidjoseputro (1980) melaporkan bahwa suatu tanaman akan tumbuh dengan baik apabila segala unsur yang dibutuhkan untuk tumbuh tersedia dengan cukup dan unsur tersebut dalam bentuk tersedia dan dapat digunakan oleh tanaman.

Tingkat cekaman garam juga sangat mempengaruhi pertumbuhan semai *S. alba*. Ubudiyah dan Tutik (2013) melaporkan adanya cekaman garam dengan konsentrasi tertentu dapat menyebabkan penyerapan hara dan pengambilan air terhalang sehingga menyebabkan pertumbuhan abnormal atau lambat. Sel yang terpapar oleh salinitas (NaCl) akan menghabiskan lebih banyak energi metabolismenya daripada pada kondisi tanpa salinitas (NaCl), sehingga energi yang dihasilkan lebih banyak digunakan untuk mengatur penyesuaian osmotik dan berdampak pada penurunan massa sel dan berdampak pada pengurangan rata-rata massa sel pada konsentrasi NaCl yang semakin tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Konsentrasi cekaman garam 1,5% memberikan respon pertumbuhan terbaik bagi semai *S. alba*.
2. Kandungan polyisoprenoid pada tajuk *S. alba* tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol (0,0021 g), sedangkan kandungan polyisoprenoid pada akar tertinggi terdapat pada perlakuan 3% (0,0037 g).
3. Analisis 1D-TLC menunjukkan bahwa cekaman garam tidak memberikan pengaruh terhadap konsentrasi rantai panjang polyisoprenoid famili dolichol pada semai *S. alba* pada umur 3 bulan.

Saran

Sebaiknya, *S. alba* ditanam dan dirawat selama 6 hingga 9 bulan sebelum dilakukan analisis polyisoprenoid agar berat kering tanaman yang dibutuhkan dapat terpenuhi. Untuk mengurangi tingkat kematian semai, media tanam sebaiknya menggunakan sedimen/tanah dibawah tegakan mangrove agar kebutuhan nutrisi semai *S. alba* dapat terpenuhi selama proses pertumbuhannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Azuma, M., Toyota, M., Asakawa, Y., Takaso, T., dan Tobe, H. 2002. Floral scent chemistry of mangrove plants. *Journal of Plant Res* 115: 47-53.

- Atmoko, T. dan Kade, S. 2007. Hutan mangrove dan peranannya dalam melindungi ekosistem pantai. Prosiding Seminar Pemanfaatan HHBK dan Konservasi Biodiversitas menuju Hutan Lestari. Balikpapan.
- Basyuni, M., Oku, H., Baba, S., Takara, K., dan Iwasaki, H. 2007. Isoprenoids of Okinawan mangroves as lipid input into estuarine ecosystem. *Journal of Oceanography* 63: 601-608.
- Campbell. 2003. Biologi Jilid 2. Erlangga. Jakarta
- Dahuri, R. J. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut : Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Dwidjoseputro, D. 1980. Pengantar Fisiologi Tumbuhan. PT. Gramedia. Jakarta.
- Ghufron, H. 2012. Ekosistem Mangrove : Potensi, Fungsi, dan Pengelolaan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Heddy, S. 2001. Ekofisiologi Tanaman. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hutahaean, E. E., Kusmana, C., dan Dewi, H. R. 1999. Studi kemampuan tumbuh anakan mangrove jenis *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorrhiza* dan *Avicennia marina* pada berbagai tingkat salinitas. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 5:77-85.
- Hutching, P. dan Saenger, P. 1987. Ecology of Mangrove. University of Queensland Press, St. Lucia. Australia.
- Ibata, K., Mizuno, M., Takigawa, T., dan Tanaka, Y. 1983. Long-chain beturaprenol-type polyprenols from the leaves of Ginkgo biloba. *Biochemical Journal* 213: 305-311.
- Jankowski, W., Kula-Swiezewska, E., Sasak, W., dan Chojnacki, T. 1994. Occurrence of polyprenols and dolichols in plants. *Journal of Plant Physiology* 143-448.
- Krauss, K.W., C. E. Lovelock, K. L. McKee, L. Lopez-Hoffman, S. M.L. Ewe, W. P. Sousa. 2008. Environmental drivers in mangrove establishment and early development: A review. *Aquatic Botany* 89: 105-127.
- Lakitan, B. 2008. Dasar-Dasar Fisiologi Tumbuhan. PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Lopez-Hoffman, L., N.P.R. Anten, M. Martı́nez-Ramos, and D.D. Ackerly. 2007. Salinity and light interactively affect neotropical mangrove seedlings at the leaf and whole plant levels. *Oecologia* 150: 545-556.
- MacNae, W. 1968. A General account of the fauna and flora of mangrove swamp and forest in the Indo-West pasific region. *Adv. Mar. Biol.* 6: 73 - 270.
- Martuti, N.K.T. 2013. Keanekaragaman mangrove di wilayah Tapak, Tugurejo, Semarang. *Jurnal MIPA* 36(2) : 123-130
- Oku, H., Baba, S., Koga, H., Takara, K., dan Iwasaki, H. 2003. Lipid composition of mangrove and its relevance to salt tolerance. *J. Plant Res* 116: 37-45.
- Pangaribuan, N. 2001. Hardening dalam Upaya Mengatasi Efek Toksik pada Tanaman Bayam (*Amaranthus*, sp). *Hal*: 25-29.
- Prayunita. 2012. Respon pertumbuhan dan biomassa semai Bakau Minyak (*Rhizophora apiculata*) terhadap cekaman garam dan kandungan lipidnya pada tingkat pohon. Skripsi. USU. Medan.
- Prihanto, A.A., Firdaus, M., dan Rahmi N. 2012. Bioprospeksi mangrove. Program Pascasarjana Universitas Brawijaya. Malang.
- Sitompul, S.M. dan Guritno, B. 1995. Analisis Pertumbuhan Tanaman. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Supriharyono. 2000. Pelestarian dan pengelolaan sumber daya alam di wilayah pesisir. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sunyoto, D. 2012. Dasar-Dasar Statiska Ekonomi. CAPS. Yogyakarta.
- Swiezewska, E., Sasak, W., Mankowski, T., Jankowski, W., Vogtman, T., Krajewska, I., Hertel, J., Skoczylas, E., dan Chojnacki, T. 1994. The search for plant polyprenols. *Acta Biochemica Polonica* 41: 221.
- Syah, C. 2011. Pertumbuhan Tanaman Bakau (*Rhizophora mucronata*) Pada Lahan Restorasi Mangrove di Hutan Lindung Angke Kapuk Provinsi DKI Jakarta. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Talib, M.F. 2008. Struktur dan pola zonasi (sebaran) mangrove serta makrozoobenthos yang berkoeksistensi, di Desa Tanah Merah dan Oebelo Kecil Kabupaten Kupang. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Tudek, K.S., Jacek W., Ewa S. 2007. Polyisoprenoid alcohols—recent results of structural studies. *The Chemical Record* 8: 33-45.
- Ubudiyah I., W., A., dan Tutik N., 2013. Respon Kalus Beberapa Varietas Padi (*Oryza sativa* L.) pada Kondisi Cekaman Salinitas (NaCl) secara *In Vitro*. *Sains dan Seni Pomits*, 2(2):2337-3520.