

**PERTUMBUHAN AWAL DAN KEMAMPUAN ADAPTASI DUA JENIS MANGROVE
DI MUARA SUNGAI MUSI SUMATERA SELATAN**

**Early Growth Performance and Adaptation Ability of Two Mangroves
in Estuary of Musi River South Sumatera**

Rujito Agus Suwignyo¹⁾, Yakup Parto¹⁾, Munandar¹⁾, Sarno²⁾, dan Bagus Hikmawan³⁾
¹⁾Dosen dan ³⁾Alumnus Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian, ²⁾Dosen Jurusan Biologi
FMIPA Universitas Sriwijaya

ABSTRACT

The aim of this research was to study the effect of seedling age to the early growth and adaptation of two mangroves *Rhizophora apiculata* and *Rhizophora mucronata* grown in Musi River estuary of Delta Upang, Banyuasin, South Sumatra. This research used a Randomized Block Design which was arranged in factorial with two factors. First factor was type of mangrove *Rhizophora apiculata* (S_1) and *Rhizophora mucronata* (S_2). Second factor was seedling age 0 month (U_1), 2 month (U_2), 3 month (U_3), and 4 month (U_4). Each treatment consisted of three replications and each unit of treatment consisted of five plants. The result indicated that early growth performance and adaptation ability of mangrove plant in Musi River estuary was affected by mangrove type and seedling age. The use of old seedling would give a better performance of plants in the field, although younger seedling had higher early plant growth rate. For mangrove planting in Musi River estuary, it was recommended that *Rhizophora mucronata* which have better adaptation ability than *Rhizophora apiculata*.

Keywords: Mangrove, rhizophora, adaptation, musu river estuary.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan sehingga memiliki sumberdaya pesisir yang sangat besar, baik hayati maupun non hayati (Kaswadji, 2001). Salah satu sumberdaya yang sangat penting di daerah pesisir adalah tanaman mangrove. Hutan mangrove banyak ditemui di pantai, teluk yang dangkal, muara sungai, delta dan daerah pantai yang terlindung. Krauss *et al.*, (2008) menyebutkan bahwa mangrove merupakan tanaman yang telah terdistribusi secara global terutama di perairan pantai daerah beriklim tropis dan subtropis, dan telah meluas pada daerah beriklim sedang. Ekosistem mangrove di Indonesia memiliki keragaman hayati yang tertinggi di dunia (Nontji, 1987). Sumatera Selatan menempati urutan ketiga terluas hutan mangrovenya di Indonesia, yaitu sekitar 363.000 ha atau 9,5 % setelah Irian Jaya 1.327.000 ha (34,8 %) dan Kalimantan Timur 776.000 ha (20,3 %) (Departemen kehutanan, 1997).

Hutan mangrove merupakan sumberdaya alami yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat pesisir, dan telah mengalami ancaman degradasi yang sangat cepat (Adeel dan Pomeroy, 2002). Hutan mangrove Indonesia mengalami degradasi yang cukup pesat dalam dua dekade terakhir, dengan laju kerusakan kawasan mangrove mencapai sekitar 2,15 juta ha. Alih fungsi lahan menjadi tambak, permukiman, industri, penebangan, serta pelabuhan merupakan sebagian contoh dari penyebab hilangnya ekosistem mangrove. Keadaan ini tidak seimbang dengan laju pemulihannya yang hanya sekitar 1.578 ha/tahun. Mangrove Sumatera Selatan dengan kondisi rusak mencapai ± 75 %, sementara realisasi penanaman mangrove selama 1999-2003 hanya 200 ha (Departemen kehutanan, 1997).

Di habitat alaminya, tanaman mangrove menghadapi lingkungan yang sangat kompleks sehingga harus beradaptasi baik morfologi, fisiologi, maupun reproduksi (Suwignyo *et al.*, 2008). Menurut Dietrich (2000), proses adaptasi terutama untuk bertahan dengan konsentrasi garam tinggi, terjadinya proses desalinisasi, dan terbentuknya akar yang spesifik. Tamai dan lampa (1988) dan Taniguchi (1999) menyebutkan bahwa dalam kondisi alami proses adaptasi sangat rendah dan persentase hidupnya sekitar 20% - 30%.

Rhizophora sp. merupakan jenis mangrove yang cukup dominan tumbuh di pesisir pantai timur Sumatera Selatan. Menurut Kitamura et al. (2003) tanaman *Rhizophora sp.* dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian 30 meter pada habitat yang baik, dan dapat tumbuh subur di daerah muara sungai dengan tanah lembek dan berlumpur. Dietrich (2000) menyebutkan bahwa *Rhizophora sp.* dapat tumbuh dengan baik pada substrat tanah berlumpur, dan dapat mentoleransi tanah lumpur-berpasir, serta dalam kondisi genangan dengan frekuensi 20–40 kali/bulan.

Penanaman *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata* pada lahan-lahan di daerah hilir muara sungai diharapkan dapat menciptakan kawasan mangrove yang berfungsi sebagai unsur perlindungan dan keseimbangan ekosistem yang dapat memberi manfaat ekonomi bagi kesejahteraan masyarakat. Dalam kondisi alami di habitatnya, pertumbuhan bibit mangrove mengalami masa kritis mulai dari serangan hama-penyakit, pasang air dan posisi tumbuh propagul. Menurut Nontji (1987), lingkungan yang keras seperti perubahan salinitas yang besar, perairan yang berlumpur tebal, dan anaerobik menyebabkan perlunya adaptasi morfologi dan fisiologi. Dahdouh-Guebas et al. (1998) melaporkan bahwa propagul mangrove yang disemai selama delapan minggu lebih resisten dari serangan hama kepiting dan dapat tumbuh dengan baik sampai dewasa daripada propagule yang tidak disemai.

Proses rehabilitasi tanaman mangrove tidak terlepas dari ketersediaan bibit yang berkualitas dalam jumlah yang besar, sehingga pemahaman tentang proses pembibitan yang optimal merupakan faktor yang sangat penting. Informasi tentang pembibitan dan pertumbuhan tanaman mangrove di pesisir pantai timur Sumatera Selatan masih sangat terbatas. Sejalan dengan hal tersebut, dipandang perlu mengadakan kajian tentang faktor bibit yang dapat memberikan pertumbuhan optimal pada *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata* khususnya di daerah Muara Sungai Musi sehingga dapat memberikan landasan dalam pengembangan teknik budidayanya. Penelitian ini bertujuan untuk: 1). mengetahui pengaruh umur bibit terhadap pertumbuhan dua jenis mangrove *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata*, dan 2). membandingkan kemampuan adaptasi kedua jenis mangrove tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Muara Sungai Musi, Delta Upang, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan dari bulan Maret hingga Agustus 2009 dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang disusun secara faktorial dengan 8 kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Faktor perlakuan yang diteliti adalah jenis mangrove (S), $S_1 = Rhizophora apiculata$, dan $S_2 = Rhizophora mucronata$; dan umur bibit (U), $U_1 =$ bibit berumur 0 bulan (menggunakan propagul), $U_2 =$ bibit berumur 2 bulan, $U_3 =$ bibit berumur 3 bulan, dan $U_4 =$ bibit berumur 4 bulan. Persiapan bibit dilakukan di Rumah Kaca Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Propagul kedua jenis mangrove diambil dari Hutan Mangrove di Kabupaten Cilacap. Untuk setiap perlakuan umur bibit, propagul terlebih dahulu ditunaskan pada media tanah dalam ember, dan kemudian dipindahkan ke polibag. Bibit dipilih dalam keadaan seragam dengan satu bibit per polibag. Masing-masing polibag diletakkan dalam ember yang telah berisi genangan air setinggi $\frac{3}{4}$ polibag. Lahan yang dipakai untuk penanaman bibit berada di muara Sungai Musi dan dipilih berdasarkan lokasi yang telah mengalami degradasi lahan serta mempunyai potensi untuk pertumbuhan tanaman mangrove. Pada lahan terpilih dibuat jalur tanam searah garis pantai dan dibersihkan dari tumbuhan liar. Lahan penanaman terdiri dari 24 plot penanaman yang disusun secara acak, satu plot terdiri dari lima tanaman dan jarak tanam 60 x 60 cm. Bibit ditanam secara tegak dimasukkan kedalam bambu untuk menjaga dari serangan hama. Pemeliharaan meliputi menjaga bibit tetap tertopang pada lokasi penanaman dengan menggunakan ajir bambu, menjaga bibit dari serangan kepiting dengan menggunakan net/jaring yang mengelilingi unit penanaman, dan membersihkan lokasi penanaman dari gulma/kotoran yang dapat mengganggu pertumbuhan mangrove. Peubah yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, diameter lingkaran batang, persentase hidup tanaman, dan berat kering tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

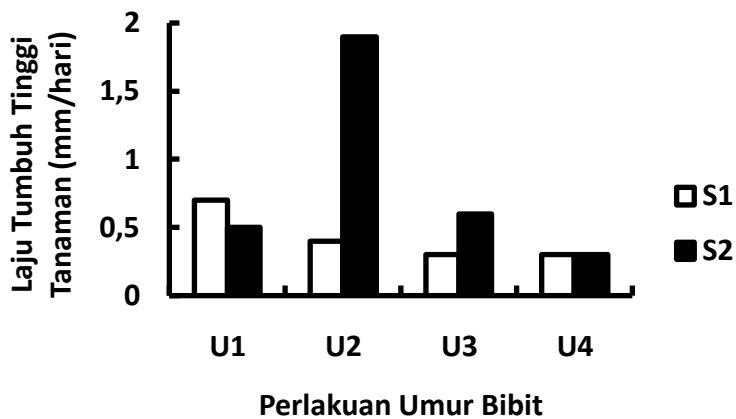
Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa interaksi antara jenis mangrove dan umur bibit berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, diameter batang, dan berat kering tanaman. Perlakuan umur bibit berpengaruh nyata terhadap peubah tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, persentase hidup, dan berat kering tanaman. Umur bibit memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, sedangkan jenis mangrove tidak memberikan pengaruh nyata, dan kombinasi perlakuan S_1U_4 memberikan tinggi tanaman tertinggi (Tabel 1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bibit tanaman umur empat bulan akan menghasilkan tinggi tanaman yang lebih besar.

Tabel 1. Pengaruh umur bibit terhadap tinggi tanaman (cm) pada kedua jenis mangrove tiga bulan setelah penanaman bibit

Jenis mangrove (S)	Umur bibit (U)			
	0 bulan (U_1)	2 bulan (U_2)	3 bulan (U_3)	4 bulan (U_4)
<i>R. Apiculata</i> (S_1)	5,90a	18b	18b	22,43c
<i>R. mucronata</i> (S_2)	4,40a	19,96bc	18,40b	21,35c
Rerata U	5,15A	18,98B	18,20B	21,89C
BNT _{0,05} SU = 2,86 BNT _{0,05} U = 1,43				

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata. Huruf besar untuk BNT umur bibit dan huruf kecil untuk BNT interaksi.

Laju pertambahan tinggi tanaman menunjukkan pola yang berbeda diantara kedua jenis mangrove (Gambar 1). Dari kedua jenis mangrove yang diuji, *Rhizophora mucronata* menunjukkan laju pertambahan tinggi tanaman yang lebih besar dari pada *Rhizophora apiculata*, khususnya untuk bibit berumur dua dan tiga bulan. Dalam periode penanaman selama tiga bulan, laju pertambahan tinggi tanaman *Rhizophora apiculata* lebih besar pada tanaman yang berasal dari bibit berumur 0 bulan; sedangkan untuk *Rhizophora mucronata* menunjukkan pertambahan tinggi tanaman yang lebih besar pada tanaman yang berasal dari bibit berumur dua bulan. McGuinness (1997) dan Clarke *et al.*, (2001) menyatakan bahwa pertumbuhan awal mangrove di lapang sebelum terjadinya kehilangan viabilitas propagul sangat ditentukan oleh ketersediaan propagul, keberadaan predator, dan pergerakan pasang gelombang laut. Pertumbuhan awal tanaman mangrove juga sangat dipengaruhi oleh faktor global seperti temperatur dan faktor spesifik lokasi seperti salinitas (Krauss *et al.*, 2008).



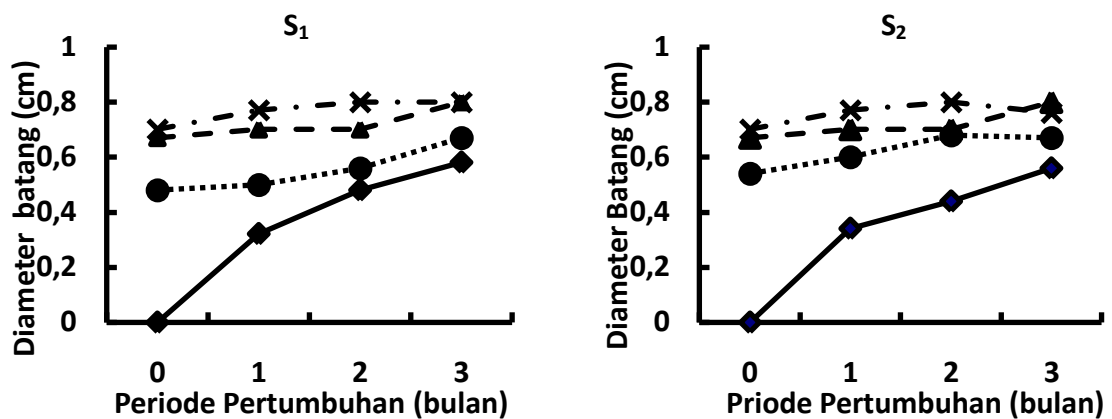
Gambar 1. Pengaruh umur bibit ($U_1= 0$, $U_2= 2$, $U_3=3$, dan $U_4=4$ bulan) terhadap laju tumbuh tinggi tanaman pada *Rhizophora apiculata* (S_1) dan *Rhizophora mucronata* (S_2)

Tabel 2. Pengaruh umur bibit terhadap diameter batang (cm) pada kedua jenis mangrove tiga bulan setelah penanaman bibit

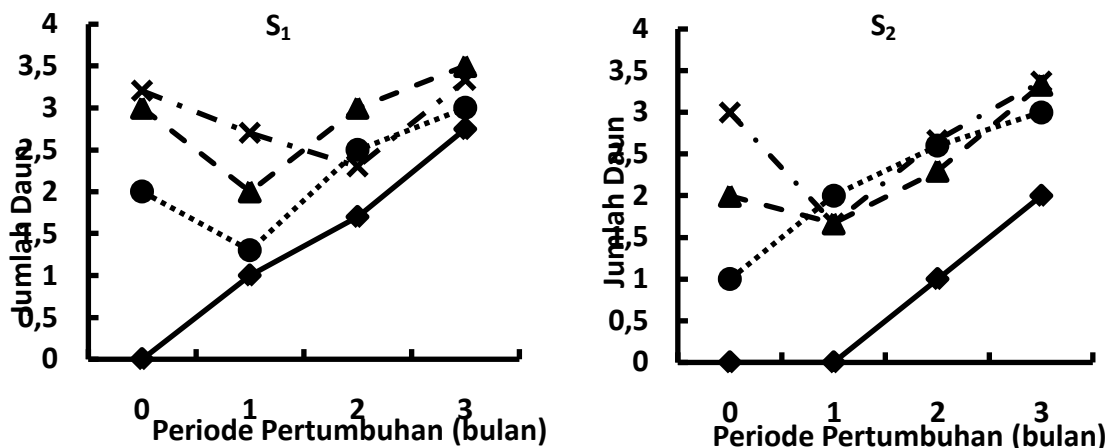
Jenis mangrove (S)	Umur bibit (U)				rerata S
	0 bulan (U ₁)	2 bulan (U ₂)	3 bulan (U ₃)	4 bulan (U ₄)	
<i>R. Apiculata</i> (S ₁)	0,58a	0,67b	0,80c	0,83c	0,72a
<i>R. mucronata</i> (S ₂)	0,56a	0,68b	0,80c	0,79c	0,70a
Rerata U	0,57A	0,67B	0,80C	0,81C	
BNT _{0,05} SU = 0,08 BNT _{0,05} U = 0,04 BNT _{0,05} S = 0,05					

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa umur bibit, jenis mangrove, dan interaksinya memberikan pengaruh nyata terhadap diameter batang (Tabel 2). Hasil uji BNT menunjukkan adanya interaksi antar perlakuan yang berbeda nyata, dengan diameter tertinggi pada kombinasi perlakuan S₂U₄ sebesar 0,83 cm. Makin tua umur bibit, makin besar diameter batang tanaman pada akhir periode pengamatan untuk kedua jenis mangrove. Tanaman mangrove *Rhizophora apiculata* menunjukkan diameter batang yang lebih besar dibandingkan dengan *Rhizophora mucronata* setelah tiga bulan ditanam di lokasi. Pertumbuhan diameter batang *Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora mucronata* selama periode pertumbuhan tanaman pada berbagai perlakuan umur bibit dapat dilihat pada Gambar 2. Untuk kedua jenis mangrove, tanaman yang berasal dari bibit nol bulan (propagul, U₁) menunjukkan pertambahan diameter yang lebih cepat pada dua bulan pertama setelah tanam dibandingkan perlakuan lainnya. Selama periode tersebut, tanaman yang berasal dari bibit propagul (U₁) laju pertambahan diameternya mencapai 0,18 – 0,19 cm/bulan; sementara tanaman yang berasal dari bibit empat bulan (U₄) laju pertambahan diameternya hanya 0,02 – 0,03 cm/bulan.



Gambar 2. Pengaruh umur bibit (U₁= ◆, U₂= ●, U₃= ▲, dan U₄= ×) terhadap diameter batang pada *Rhizophora apiculata* (S₁) dan *Rhizophora mucronata* (S₂) selama periode pertumbuhan

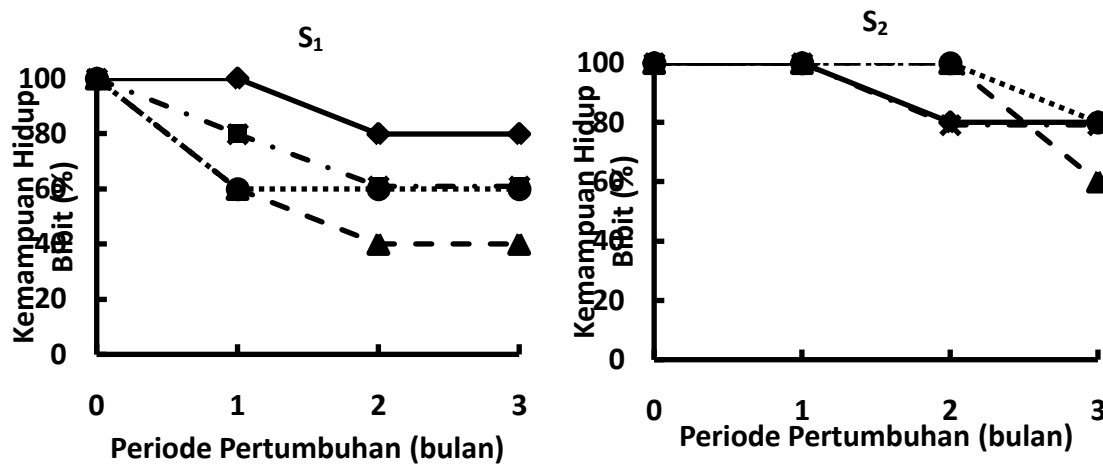


Gambar 3. Pengaruh umur bibit (U₁= ◆, U₂= ●, U₃= ▲, dan U₄= x) terhadap jumlah daun pada *Rhizophora apiculata* (S₁) dan *Rhizophora mucronata* (S₂) selama periode pertumbuhan

Pertumbuhan dan perkembangan daun untuk kedua jenis mangrove dipengaruhi oleh umur bibit. Hasil uji BNT pada taraf 5 % menunjukkan bahwa perlakuan umur bibit tiga bulan (U₃) menunjukkan jumlah daun tertinggi yaitu 3,42 pasang berbeda nyata dengan perlakuan U₁ tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan U₂ dan U₄. Pola perkembangan daun selama pertumbuhan di lokasi untuk kedua jenis mangrove dapat dilihat pada Gambar 3. Tanaman yang berasal dari bibit propagul (U₁) menunjukkan jumlah daun yang terus bertambah, sementara untuk perlakuan bibit U₂, U₃, dan U₄ menunjukkan penurunan jumlah daun pada awal penanaman dan kemudian meningkat pada bulan kedua dan ketiga setelah tanam. Hal ini diduga merupakan proses adaptasi bibit yang ditandai dengan pengguguran daun sebagai respon awal terhadap suhu lingkungan. Dari hasil pengamatan lokasi penelitian diketahui suhu harian lokasi mencapai 31^o - 33^oC, hal ini menyebabkan tanaman mengalami stres pada awal pertumbuhan karena kurangnya waktu aklimatisasi sebelum penyapihan bibit ke lokasi penanaman. Menurut Sofyan dan Islam (2006), bibit akan lebih mudah stres oleh adanya proses transpirasi yang berasal dari bagian semai yang kemudian berpengaruh terhadap pertumbuhan bibit.

Pertumbuhan mangrove akan dipengaruhi umur bibit persemaian yang adaptif terhadap lingkungan. Dietriech (2000), melaporkan priode persemaian bibit siap tanam *Rhizophora apiculata* 4 – 5 bulan dengan tinggi bibit > 30 cm mempunyai > 2 pasang daun. Pada tanaman *Bruguiera gymnorrhiza* priode persemaian bibit membutuhkan waktu 3 – 4 bulan dengan tinggi bibit >35 cm., jumlah daun > 3 pasang. Sedangkan pada tanaman *Rhizophora mucronata* membutuhkan waktu persemaian 4 – 5 bulan dengan tinggi bibit > 55 cm., mempunyai > 2 pasang daun.

Sampai tiga bulan pengamatan di lapang menunjukkan bahwa jenis mangrove dan penggunaan umur bibit berpengaruh terhadap kemampuan hidup tanaman. Terdapat pola penurunan kemampuan hidup tanaman yang berbeda antara *Rhizophora apiculata* dengan *Rhizophora mucronata*. Penanaman mangrove dari propagul langsung tanpa melalui proses pembibitan tampaknya menghasilkan persentase hidup tanaman yang relatif lebih baik (Gambar 4). Pada *Rhizophora apiculata*, tanaman yang berasal dari propagul (U₁) masih dapat tumbuh hingga 80%, sementara pada tanaman yang berasal dari bibit berumur tiga bulan (U₃) pertumbuhan tanaman hanya mencapai 40 %. Sementara pada *Rhizophora mucronata*, tanaman yang berasal dari bibit propagul (U₁), bibit dua bulan (U₂) dan bibit empat bulan (U₄) kemampuan hidup tanaman 80 % dan bibit tiga bulan (U₃) kemampuan hidup tanamannya 60 %. Kemampuan hidup dan pertumbuhan awal bibit mangrove utamanya ditentukan oleh ketersediaan cahaya dan unsur hara (Ellison dan Farnsworth, 1993; Duarte *et al.*, 1998), serta sensitivitas terhadap faktor stres fisikokimia (Koch dan Snedaker, 1997; Youssef dan Saenger, 1998).



Gambar 4. Pengaruh umur bibit ($U_1 = \blacklozenge$, $U_2 = \bullet$, $U_3 = \blacktriangle$, dan $U_4 = \times$) terhadap kemampuan hidup tanaman pada *Rhizophora apiculata* (S_1) dan *Rhizophora mucronata* (S_2) selama periode pengamatan pertumbuhan

Tingginya persentase hidup bibit U_1 diduga karena propagul (buah mangrove) tidak disemai sehingga bibit masih menyimpan cadangan makanan yang besar pada kotiledon propagule, tetapi perlakuan U_1 memiliki pertumbuhan yang lambat ditandai dengan rendahnya nilai rata-rata tinggi tunas, jumlah daun, diameter batang, dan berat kering tanaman. Sehubungan dengan kemampuan tumbuh bibit, Daniel *et al.* (1987) menyebutkan bahwa keberhasilan pertumbuhan semai tergantung pada tiga faktor yaitu suhu tanah, ketersediaan air, dan kemampuan semai dalam memproduksi akar. Hal ini menggambarkan kesiapan fisiologis seperti sistem perakaran dan daun yang adaptif terhadap lingkungan, merupakan faktor yang dominan dalam keberhasilan pertumbuhan bibit setelah penyapihan. Tingkat hidup tanaman mangrove alami pada pertumbuhan awal di perairan pantai selatan Thailand yang berada dibawah kanopi sekitar 33 % dan pertumbuhan akan makin tinggi pada musim hujan (Tamai dan Iampa, 1988). Kondisi cahaya akan lebih berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman mangrove yang berumur lebih dari satu tahun dibandingkan dengan yang baru tumbuh. Pada tanaman mangrove *Rhizophora apiculata*, *Bruguiera parviflora* dan *Bruguiera cylindrica*, ukuran benih dan kedalaman air sangat berpengaruh terhadap kemampuan tumbuh bibit.

Perlakuan umur bibit jelas mempengaruhi berat kering tanaman di akhir periode pengamatan. Makin tua umur bibit, maka akan makin besar berat kering tanaman setelah ditanam dilapang selama tiga bulan (Tabel 3). Mangrove jenis *Rhizophora mucronata* ternyata mempunyai berat kering yang lebih besar dibandingkan dengan *Rhizophora apiculata*. Uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan S_2U_4 memberikan nilai berat kering tertinggi sebesar 32,15 g yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan S_2U_3 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

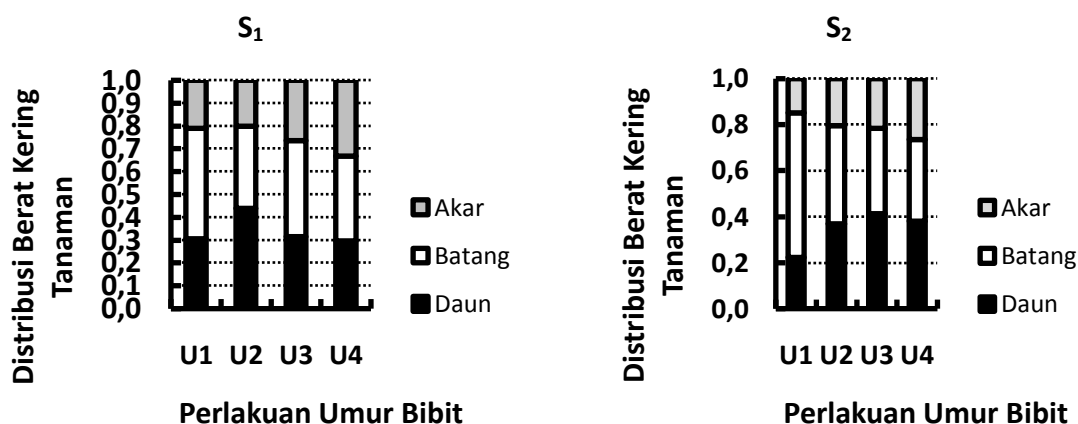
Tabel 3. Pengaruh umur bibit terhadap berat kering tanaman (g) dari dua jenis mangrove pada akhir periode pengamatan

Jenis Mangrove (S)	Umur Bibit (U)				Rerata S
	0 bulan (U_1)	2 bulan (U_2)	3 bulan (U_3)	4 bulan (U_4)	
<i>R. Apiculata</i> (S_1)	5,53a	7,11a	18,45bc	19,76c	12,71p
<i>R. mucronata</i> (S_2)	16,87b	19,1bc	23,71d	32,15d	22,95q
Rerata U	11,20A	13,11B	21,08C	25,92D	
BNT _{0,05} SU = 2,61 BNT _{0,05} U = 1,31 BNT _{0,05} S = 1,85					

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata.

Terdapat perbedaan distribusi berat kering tanaman mangrove setelah ditanam di lapang selama tiga bulan (Gambar 5). Perbedaan distribusi tersebut terlihat baik antara tanaman mangrove jenis *Rhizophora apiculata* dengan jenis *Rhizophora mucronata*, maupun karena pengaruh dari umur bibit. Pada kedua jenis mangrove, makin tua umur bibit maka proporsi bagian akar tanaman cenderung akan semakin besar. Pada tanaman mangrove jenis *Rhizophora mucronata*, proporsi bagian daun juga meningkat dengan makin tua umur bibit. Pada tanaman *Rhizophora apiculata*, proporsi berat kering bagian batang hampir tidak mengalami perubahan untuk keempat perlakuan bibit. Lopez-Hoffman *et al.* (2007) menyebutkan bahwa berat kering tanaman dan laju pertumbuhannya dipengaruhi juga oleh intensitas cahaya dan salinitas. Rasio akar-daun menjadi lebih tinggi pada salinitas tinggi. Kemampuan hidup bibit akan lebih tinggi pada salinitas lebih rendah dan akan makin meningkat kemampuannya dengan ketersediaan cahaya yang optimum. Munandar *et al.* (2009) menyebutkan bahwa pertumbuhan mangrove dapat diukur melalui kapasitas fiksasi CO₂ dan analisis kurva tumbuh.

Menurut Onrizal (2005), hampir semua jenis mangrove mengandung konsentrasi garam yang tinggi pada jaringannya. Pada salinitas yang tinggi, ion-ion Na⁺ dan Cl⁻ mendominasi komposisi ion jaringan. Secara umum konsentrasi ion-ion anorganik yang diperlukan oleh mangrove di dalam mengatur potensial osmotik antar sel, agar lebih rendah dari potensi air dalam tanah. Banyaknya jumlah genangan air akan mempengaruhi pertumbuhan mangrove dalam hal ini adaptasi fisiologis dalam menjaga keseimbangan air, seperti perilaku stomata, tingkat osmotik, dan pengeluaran garam.



Gambar 5. Distribusi berat kering bagian-bagian tanaman *Rhizophora apiculata* (S₁) dan *Rhizophora mucronata* (S₂) pada akhir periode pengamatan untuk keempat perlakuan umur bibit

Pemahaman tentang bagaimana perbedaan antar spesies mangrove memberikan respon terhadap pengaruh faktor global dan regional akan sangat bermanfaat dalam mengamati tingkat keberhasilan pertumbuhan tanaman baik yang tumbuh secara alami maupun buatan (Krauss *et al.*, 2008). Dalam konteks tersebut, pemahaman tentang interkoneksi antara perubahan iklim dan kondisi fisiko-kimia lokal menjadi sangatlah penting untuk meningkatkan keberhasilan pertumbuhan bibit mangrove.

Berdasarkan hasil penelitian tampak bahwa jenis *Rhizophora mucronata* lebih cepat beradaptasi dari pada jenis *Rhizophora apiculata*. Hal ini menunjukkan bahwa jenis *Rhizophora mucronata* lebih menunjukkan daya adaptasi pertumbuhan yang lebih baik di Muara Sungai Musi. Keunggulan *Rhizophora mucronata* diduga antara lain karena adanya perbedaan morfologi yang dipengaruhi oleh genetik masing-masing jenis. Panjang propagul *Rhizophora apiculata* ± 20 cm dan kotiledon berwarna merah kekuningan, sedangkan *Rhizophora mucronata* ± 50 cm dan kotiledon berwarna kuning. Bentuk adaptasi morfologis *Rhizophora* terhadap kondisi lingkungan yang memiliki radiasi sinar dan suhu udara tinggi ditunjukkan dengan anatomi daun yang

membatasi kehilangan air. Dalam hal ini mencakup ketebalan kutikula, lapisan lilin dan stomata yang tersembunyi. Genangan air membuat keadaan tanah menjadi jenuh air sehingga tanah memiliki sedikit oksigen, hal ini direspon mangrove dengan memiliki perakaran yang khas dan lentisel pada bagian permukaan sehingga memungkinkan penyerapan udara terjadi. Perakaran ini berfungsi sebagai alat bantu nafas dan penopang pertumbuhan. Menurut Nontji (1987), adaptasi mangrove terhadap salinitas, perairan berlumpur tebal, dan anaerobik akan membuat tanaman beradaptasi. Adaptasi tersebut dapat terlihat pada sistem perakaran yang khas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa daya adaptasi dan kemampuan tumbuh awal tanaman mangrove di muara Sungai Musi sangat dipengaruhi oleh jenis mangrove dan umur bibit yang digunakan. Penggunaan bibit tanaman yang lebih tua tampak masih lebih baik dalam menghasilkan tinggi tanaman, diameter batang, dan jumlah daun sampai tiga bulan pengamatan di lapang. Namun demikian, tanaman yang berasal dari bibit propagul memiliki laju pertumbuhan tinggi tanaman dan diameter batang yang lebih besar. Untuk penanaman mangrove di muara Sungai Musi, *Rhizophora mucronata* menunjukkan daya adaptasi yang lebih baik dibandingkan dengan *Rhizophora apiculata*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeel, Z. dan R. Pomeroy. 2002. Assessment and management of mangrove ecosystems in developing countries. *Trees* (16):235–238.
- Clarke, P.J., R.A. Kerrigan, and C.J. Westphal. 2001. Dispersal potential and early growth in 14 tropical mangroves: do early life history traits correlate with patterns of adult distribution? *J Ecol.* (89):648–659.
- Dahdouh-Guebas, F., Verneirt, M., Tack, J.F., Van Speybroeck, D., and N. Koedam. 1998. Propagule predators in Kenyan mangroves and their possible effect on regeneration. *Marine Freshwater Research* 49: 345-350.
- Daniel, T.W., J.A. Helms, dan F.S. Baker. 1987. Prinsip-Prinsip Silvikultur. Gajah Mada University Press.
- Depatemen Kehutanan. 1997. Strategi Nasional Pengelolaan Mangrove Di Indonesia. Departemen Kehutanan RI. Jakarta.
- Dietrich, G. B. 2000. Pedoman Teknis Pengenalan Dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Penerbit PKSPL-IPB. Bogor
- Duarte, C.M., O. Geertz-Hansen, U. Thampanya, J. Terrados, M.D. Fortes, L. Kamp-Nielsen, J. Borum, and S. Boromthanasat. 1998. Relationship between sediment conditions and mangrove *Rhizophora apiculata* seedling growth and nutrient status. *Mar. Ecol Prog. Ser.* (175):277–283.
- Ellison, A.M. and E.J. Farnsworth. 1993. Seedling survivorship, growth, and response to disturbance in Belizean mangal. *Am J Bot.*(80):1137–1145.
- Kitamura, S, Anwar. C, Chaniago. A, dan Baba. S. 2003. Buku Panduan Mangrove di Indonesia. Departemen Kehutanan RI dan Japan International Cooperation Agency.
- Kaswadji, R. 2001. Keterkaitan Ekosistem Di Dalam Wilayah Pesisir. Sebagian bahan kuliah SPL.727 (Analisis Ekosistem Pesisir dan Laut). Fakultas Perikanan dan Kelautan IPB. Bogor, Indonesia.
- Koch, M.S. and S.C. Snedaker. 1997. Factors influencing *Rhizophora mangle* L. seedling development in Everglades carbonate soils. *Aquat. Bot.* (59):87–98.
- Krauss, K.W., C. E. Lovelock, K. L. McKee, L. Lo´pez-Hoffman, S. M.L. Ewe, W. P. Sousa. 2008. Environmental drivers in mangrove establishment and early development: A review. *Aquatic Botany* (89): 105–127.

- Lopez-Hoffman, L., N.P.R. Anten, M. Martínez-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.
- McGuinness, K.A. 1997. Dispersal, establishment and survival of *Ceriops tagal* propagules in a north Australian mangrove forest. *Oecologia* (109):80–87.
- Munandar, R.A. Suwignyo, and Sarno. 2009. An estimation of CO₂ fixation capacity in mangrove forest by using methods of CO₂ gas exchange and growth curve analysis. Paper presented at Bilateral Exchange Program, JSPS-DGHE Joint Research Project 2008-2009. Directorate of Human Resources, DGHE Indonesia and JSPS Japan. Mei 2009.
- Nontji, A. 1987. Laut Nusantara (Marine Nusantara). Djambatan. Jakarta, Indonesia.
- Onrizal. 2005. Adaptasi Tumbuhan Mangrove pada Lingkungan Salin dan Jenuh Air. Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Sofyan, A., dan S. Islam. 2006. Pengaruh Umur semai Terhadap Pertumbuhan Bibit Suren di Persemaian. Konservasi dan Rehabilitasi Sumberdaya Hutan. Padang.
- Suwignyo, R.A., Munandar dan Sarno. 2008. Konservasi *Kandelia candel* sebagai upaya menjaga biodiversitas hayati mangrove. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Biodiversitas II. Departemen Biologi, FMIPA Universitas Airlangga. Surabaya 19 Juli 2008.
- Tamai, S. and P. Iampa. 1988. Establishment and Growth of Mangrove Seedlings in Mangrove Forests of Southern Thailand. *Ecol. Res.* (3): 227-238.
- Taniguchi, K., S. Takashima, O. Suko. 1999. Manual Silvikultur Mangrove Untuk Bali dan Lombok. Departemen Kehutanan dan Perkebunan Republik Indonesia and Japan International Cooperation Agency. Bali.
- Youssef, T. and P. Saenger. 1998. Photosynthetic gas exchange and accumulation of phytotoxins in mangrove seedlings in response to soil physico-chemical characteristics associated with waterlogging. *Tree Physiol.* (18):317–324.