

**PERTUMBUHAN ANAKAN MANGROVE PADA BERBAGAI JARAK TANAM
DAN TINGKAT PENGGENANGAN AIR LAUT DI PEMALANG,
JAWA TENGAH*)**
*(The Growth of Mangrove Seedlings Planted at Various Spacing and Tidal Inundation
Treatments in Pemalang, Central Java)*

Oleh/By:

Chairil Anwar

Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam

Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165; Telp. 0251-633234, 7520067; Fax 0251-638111 Bogor

*) Diterima : 16 April 2007; Disetujui : 12 Juli 2007

ABSTRACT

*One of influencing factors in unsuccessfully mangrove rehabilitation is unsuitable site species selection. It is correlated with the tidal inundation. This planting research was conducted to determine the effect of various spacing and tidal inundation treatments to the growth parameter of *Rhizophora mucronata* Lamk. and *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. seedlings, planted in Mojo, Ulujami, Pemalang, Central Java Province. Tidal inundation treatments of the study consisted of planting mangrove seedlings on 0.4 m; 0.6 m; 0.8 m; and 1.0 m ground height water level (measured from the maximum spring tide). Spacing planting treatments of the study consisted of 1 m x 1 m; 1 m x 0.5 m; 1 m x 1 m zigzag; and 1 m x 0.5 m zigzag. Research results of 2.5 years old mangrove seedlings showed that the tidal inundation treatments significantly affected on the survival rates and the height growth of both of mangrove seedlings, and to the stem diameter of *A. marina*, but it did not significantly effect on the stilt-roots number of *R. mucronata*. The higher the tidal inundation, the tendentiously smaller the survival rates of mangrove seedlings. Nevertheless, *R. mucronata* seedlings still could grow at 1.0 m ground height water level, while *A. marina* seedlings grew only up to 0.6 m ground height water level. Spacing only significantly affected on the survival rate of *R. mucronata* seedlings, and tended to be higher in accordance with the narrower of plant spacing.*

Key words: Rhizophora, Avicennia, tidal inundation, spacing, Mojo-Pemalang

ABSTRAK

Salah satu faktor penyebab kegagalan dalam penanaman mangrove adalah kurang sesuai pemilihan jenis mangrove, yang ada kaitannya dengan frekuensi penggenangan oleh air laut. Penelitian penanaman ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang pengaruh berbagai tingkat penggenangan dan jarak tanam terhadap parameter pertumbuhan anakan *Rhizophora mucronata* Lamk. dan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. yang ditanam di desa Mojo, Kecamatan Ulujami, Kabupaten Pemalang. Perlakuan tingkat penggenangan terdiri atas penanaman pada tapak sedalam 0,4 m; 0,6 m; 0,8 m; dan 1,0 m dari batas air pasang maksimum, sedangkan perlakuan jarak tanam terdiri atas 1 m x 1 m; 1 m x 0,5 m; 1 m x 1 m berseling; dan 1 m x 0,5 m berseling. Hasil penelitian setelah 2,5 tahun penanaman menunjukkan bahwa tingkat penggenangan berpengaruh nyata terhadap persen tumbuh dan pertambahan tinggi kedua jenis mangrove serta terhadap diameter batang anakan untuk *A. marina*. Tingkat penggenangan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah akar penunjang pada *R. mucronata*. Persen tumbuh cenderung mengecil dengan makin dalam atau tingginya frekuensi penggenangan. Walaupun demikian, *R. mucronata* masih dapat tumbuh baik pada kedalaman 1,0 m, sedangkan *A. marina* hanya sampai kedalaman 0,6 m. Perbedaan jarak tanam hanya berpengaruh nyata terhadap persen tumbuh anakan *R. mucronata* dengan kecenderungan meningkat dengan makin rapatnya jarak tanam.

Kata kunci: *Rhizophora, Avicennia, penggenangan, jarak tanam, Mojo-Pemalang*

I. PENDAHULUAN

Keberadaan ekosistem mangrove di Indonesia saat ini benar-benar telah pada posisi yang sangat mengkhawatirkan, mengingat untuk pemenuhan keragaman kebutuhan penduduk yang jumlahnya makin bertambah pesat telah pula merebak ke wilayahnya. Kehidupan modern dan kemudahan aksesibilitas hasil produksi ekosistem mangrove ke pasaran serta pemanfaatan yang berlebihan tanpa memperhatikan kaidah kelestarian lingkungan telah mengakibatkan penurunan kuantitas maupun kualitasnya. Padahal ekosistem mangrove merupakan mintakat peralihan antara daratan dan lautan yang mempunyai perbedaan sifat lingkungan tajam dan kelestariannya sangat rentan terhadap perubahan lingkungan (Tomlinson, 1986).

Berdasarkan data tahun 1984, Indonesia diyakini masih memiliki hutan mangrove seluas 4,25 juta ha, kemudian berdasar hasil interpretasi citra *landsat* (1992) luasnya tersisa 3,812 juta ha (Direktorat Jenderal Intag dalam Martodiwirjo, 1994). Namun berdasarkan data Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan (1999), luas mangrove Indonesia dalam kawasan hutan hanya seluas 3,7 juta ha, itupun sekitar seluas 1,6 juta ha (43,2 %)-nya dalam kondisi rusak. Kecepatan rusaknya selama 16 tahun, dengan demikian, mencapai lebih dari 134.000 ha per tahun.

Upaya merehabilitasi daerah pesisir pantai dengan penanaman jenis mangrove sebenarnya sudah dimulai sejak tahun sembilan-puluhan. Data penanaman mangrove oleh Departemen Kehutanan sejak tahun 1999 hingga 2003 baru terealisasi seluas 7.890 ha dari rencana penanaman 9.407 ha atau dengan laju penanaman seluas lebih kurang 1.578 ha/tahun (Departemen Kehutanan, 2004), itupun dengan tingkat keberhasilan yang sangat rendah. Untuk wilayah Sulawesi Selatan saja, persentase keberhasilannya hanya sekitar 24,3 % (BRLKT Jeneberang Wallanae, 1999). Salah satu penyebab

kekurang-berhasilan penanaman mangrove ini adalah kurang sesuai pemilihan jenis dalam kaitannya dengan frekuensi penggenangan oleh air laut.

Tulisan ini merupakan hasil percobaan penanaman jenis *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. dan *Rhizophora mucronata* Lamk. dalam empat perlakuan tingkat penggenangan dan empat jarak tanam. Diharapkan hasil penelitian ini dapat meningkatkan pemahaman proses-proses yang terjadi pada ekosistem mangrove dan melengkapi paket teknologi rehabilitasi mangrove, yang pada gilirannya akan mendukung tercapainya pengelolaan ekosistem mangrove secara lestari.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari September 2003 sampai dengan Maret 2006 di areal penanaman mangrove di Kampung Mojo, Desa Mojo, Kecamatan Ulujami, Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah. Tapak penelitian merupakan hamparan pantai landai berlumpur menghadap ke utara. Secara geografis, lokasi penelitian ini terletak pada koordinat 109°31'39"-109°31'42" Lintang Utara dan 6°48'32"-6°48'33" Bujur Timur. Temperatur rata-rata hariannya berkisar antara 21°C-32°C dengan curah hujan rata-rata tahunannya sekitar 2.000 mm.

B. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah propagul *R. mucronata* dan anakan *A. marina*. Propagul *R. mucronata* diperoleh dari kawasan mangrove Suwung, Bali, sedangkan anakan *A. marina* merupakan cabutan dari tegakan *A. marina* yang berada di sekitar Desa Mojo, Pemalang, Jawa Tengah.

C. Cara Kerja

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Faktorial dengan perlakuan jarak

tanam (J) yang terdiri atas empat perlakuan: (a) J₁ (1 m x 1 m, berbanjar); (b) J₂ (1 m x 1 m berselang-seling atau *untu walang*); (c) J₃ (1 m x 0,5 m berbanjar); dan (d) J₄ (1 m x 0,5 m berselang-seling) serta perlakuan tingkat penggenangan (P) yang terdiri atas empat perlakuan: (a) P₁ (tapak tanam pada kedalaman 0,4 m); (b) P₂ (0,6 m); (c) P₃ (0,8 m); dan (d) P₄ (1,0 m). Untuk menetapkan lokasi tapak tanam, terlebih dahulu dilakukan dengan pembuatan garis berupa tali, horizontal setinggi batas pasang air laut maksimum dengan bantuan selang kecil berisi air dan galah. Tapak tanam kemudian ditetapkan dengan mengukur sedalam 40 cm, 60 cm, 80 cm, dan 100 cm dari garis horizontal tersebut. Satuan percobaan terdiri atas 30 anakan atau propagul dengan masing-masing perlakuan diulang sebanyak empat kali.

Untuk menguatkan tegaknya propagul, maka dibantu dengan ajir sebagai tiang tempat pengikatnya. Pengamatan dilakukan terhadap persen tumbuh, pertumbuhan tinggi, diameter, dan jumlah akar tunjang yang keluar pada anakan *R. mucronata*. Ulangan dilakukan sebanyak empat kali untuk setiap unit percobaan.

Parameter pertumbuhan yang diukur adalah persen tumbuh, penambahan tinggi, dan diameter batang. Khusus untuk anakan *R. mucronata*, dilakukan pula pengamatan penambahan jumlah akar

yang tumbuh pada batang. Hasil data pengamatan dianalisis dengan sidik keragaman (anova) untuk melihat pengaruh nyata dari masing-masing perlakuan. Sedangkan untuk melihat perbedaan antara sepasang data pengamatan dilakukan melalui Uji Beda Nyata Tukey (Steel and Torrie, 1987).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pertumbuhan Anakan *R. mucronata*

Hasil pertumbuhan anakan *R. mucronata* selama 2,5 tahun di Kampung Mojo, Desa Mojo, Kecamatan Ulujami, Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1.

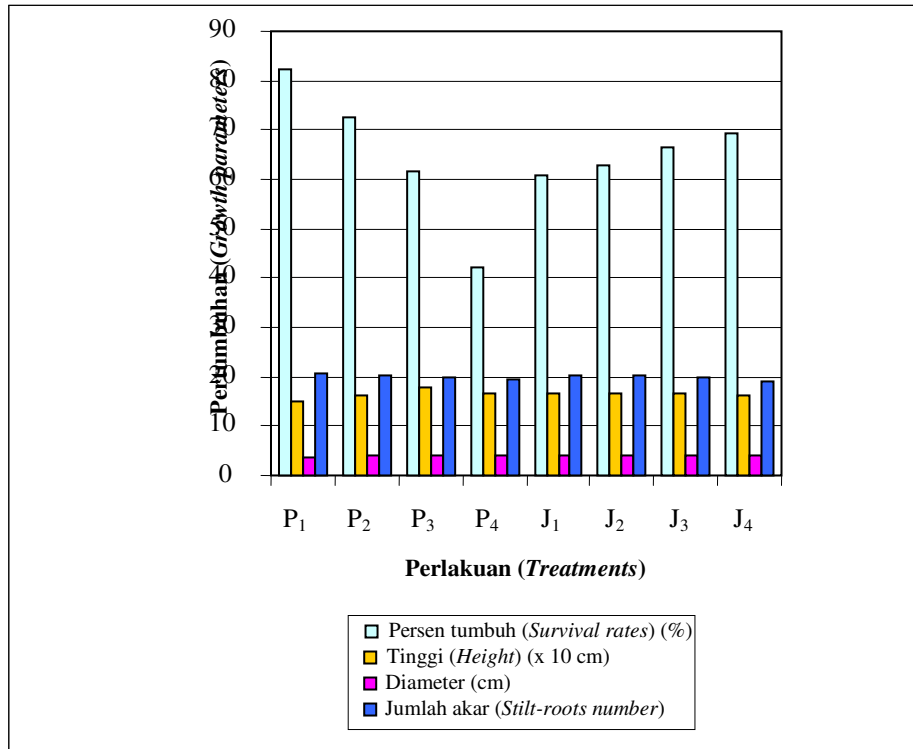
1. Pengaruh Perlakuan terhadap Persen Tumbuh *R. mucronata*

Berdasar data pada Tabel 1 dapat ditunjukkan bahwa persen tumbuh rata-rata anakan *R. mucronata* selama 2,5 tahun pengamatan adalah 64,79 %. Persen tumbuh pada berbagai perlakuan tingkat penggenangan berkisar antara 42,29 % (P₄ atau pada kedalaman 1,0 m di bawah batas pasang tertinggi) hingga 82,50 % (P₁ atau pada kedalaman 0,4 m di bawah

Tabel (Table) 1. Persen tumbuh, tinggi, diameter, dan jumlah akar rata-rata anakan *R. mucronata* usia 2,5 tahun pada berbagai perlakuan penanaman di Mojo, Pemalang (*Survival rates, growth height, diameter, and averages number stilt-roots of R. mucronata seedlings 2.5 years old on various planting treatments in Mojo, Pemalang*)

Perlakuan penanaman (Planting treatments)	Parameter pertumbuhan (Growth parameter)			
	Persen tumbuh (Survival rates) (%)	Tinggi (Height) (cm)	Diameter (Diameter) (cm)	Jumlah akar (Stilt-roots number)
Tingkat genangan (Tidal inundation)				
P ₁ (0,4 m)	82,50	151,63	3,80	20,76
P ₂ (0,6 m)	72,71	160,79	3,89	20,24
P ₃ (0,8 m)	61,67	178,31	4,08	20,06
P ₄ (1,0 m)	42,29	166,16	4,15	19,26
Jarak tanam (Plant spacing)				
J ₁ (1 m x 1 m)	60,63	164,41	3,93	20,19
J ₂ (1 m x 1 m seling)	62,71	165,78	3,92	20,45
J ₃ (1 m x 0,5 m)	66,46	166,18	4,02	19,75
J ₄ (1 m x 0,5 m seling)	69,38	160,53	4,05	19,23

Rata-rata (Averages)	64,79	164,22	3,98	20,08
----------------------	-------	--------	------	-------



Gambar (Figure) 1. Pertumbuhan anakan *R. mucronata* usia 2,5 tahun pada berbagai perlakuan tingkat penggenangan dan jarak tanam di Mojo, Pemalang (Growth parameter of *R. mucronata* seedlings 2.5 years old planted on various spacing and tidal inundation treatments in Mojo, Pemalang)

batas pasang tertinggi). Persen tumbuh pada berbagai perlakuan jarak tanam berkisar antara 60,63 % (J₁ atau 1 m x 1 m) hingga 69,38 % (J₄ atau 1 m x 0,5 m seling). Secara keseluruhan, data persen tumbuh terendah adalah 26,67 % (P₄J₁), sedangkan persen tumbuh tertinggi adalah 96,67 % (P₁J₄).

Hasil sidik ragam pengaruh perlakuan terhadap persen tumbuh anakan *R. mucronata* (digunakan data ArcSin akar Persen Tumbuh) hingga usia 2,5 tahun sebagaimana tercantum pada Lampiran 1a, menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan tingkat penggenangan berpengaruh sangat nyata terhadap persen tumbuh, sedangkan perbedaan jarak tanam berpengaruh nyata terhadap persen tumbuh anakan *R. mucronata*. Terdapat kecenderungan bahwa persen tumbuh akan mengecil dengan makin dalamnya tapak tanam terhadap batas air pasang tertinggi. Persen tumbuh rata-rata pada kedalaman

0,4 m atau P₁ (82,50 %) makin mengecil hingga 42,29 % (pada kedalaman 1,0 m atau P₄). Persen tumbuh anakan juga cenderung membesar dengan makin sempitnya jarak tanam. Persen tumbuh rata-rata dengan perlakuan jarak tanam J₁ adalah 60,63 % makin besar menjadi 62,71 % (J₂ atau 1 m x 0,5 m). Demikian pula untuk jarak tanam 1 m x 1 m berseling atau J₃ (66,46 %) dengan jarak tanam 1 m x 0,5 m berseling atau J₄ (69,38 %). Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Tukey untuk persen tumbuh dengan nilai sebesar 5,48 (p < 0,01) memperlihatkan adanya perbedaan yang sangat nyata antar perlakuan tingkat penggenangan, sedangkan perlakuan jarak tanam memberikan perbedaan yang nyata untuk jarak tanam 1 m x 1 m dengan 1 m x 0,5 m berseling saja.

2. Pengaruh Perlakuan terhadap Pertambahan Tinggi *R. mucronata*

Berdasar data pada Tabel 1 dapat ditunjukkan bahwa pertambahan tinggi rata-rata anakan *R. mucronata* selama 2,5 tahun pengamatan adalah 164,22 cm. Pertambahan tinggi pada berbagai perlakuan tingkat penggenangan berkisar antara 151,63 cm (P_1) hingga 178,31 cm (P_3). Pertambahan tinggi anakan pada berbagai perlakuan jarak tanam berkisar antara 160,55 cm (J_4) hingga 166,18 cm (J_3). Secara keseluruhan, data pertambahan tinggi terkecil adalah 130,42 cm (P_1J_1), sedangkan pertambahan tinggi terbesar adalah 208,35 cm (P_3J_1). Penampilan tinggi anakan *R. mucronata* berusia 2,5 tahun, dapat dilihat pada Gambar 2a.

Hasil sidik ragam pengaruh perlakuan terhadap pertambahan tinggi anakan *R. mucronata* hingga usia 2,5 tahun sebagaimana tercantum pada Lampiran 1b, menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan tingkat penggenangan berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan tinggi, sedangkan perbedaan jarak tanam tidak berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi anakan *R. mucronata*. Terdapat kecenderungan bahwa tinggi anakan akan bertambah dengan makin dalamnya tapak

tanam terhadap batas air pasang tertinggi. Pertambahan tinggi rata-rata pada kedalaman P_1 (151,63 cm) makin meninggi hingga 178,31 cm (P_3) dan 166,16 cm (P_4). Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Tukey untuk pertambahan tinggi dengan nilai sebesar 14,25 cm ($p < 0,01$) memperlihatkan adanya perbedaan yang sangat nyata antar perlakuan P_1 dengan P_3 dan P_4 , sedangkan antar perlakuan P_4 dan P_2 tidak berbeda nyata.

3. Pengaruh Perlakuan terhadap Diameter Batang *R. mucronata*

Berdasar data pada Tabel 1 dapat ditunjukkan bahwa diameter batang rata-rata anakan *R. mucronata* selama 2,5 tahun pengamatan adalah 3,98 cm. Diameter batang anakan pada berbagai perlakuan tingkat penggenangan berkisar antara 3,80 cm (P_1) hingga 4,15 cm (P_4).

Diameter batang anakan pada berbagai perlakuan jarak tanam berkisar antara 3,92 cm (J_2) dan 3,93 cm (J_1) hingga 4,02 cm (J_3) dan 4,05 cm (J_4).



Gambar (Figure) 2. Penampilan anakan mangrove berusia 2,5 tahun yang ditanam di Desa Mojo, Ulujami, Pemalang: a. Pengukuran tinggi *R. mucronata*, b. Penampilan tegakan *A. marina* pada perlakuan P_1 , c. Penampilan batang *A. marina* (Performance of mangrove seedlings)

2.5 years old planted in Desa Mojo, Ulujami, Pemalang: a. Height measuring of *R. mucronata*, b. Performance of *A. marina* stand by P_1 treatment, c. Performance of *A. marina* stem)

Secara keseluruhan, data diameter batang anakan terkecil adalah 3,11 cm (P_2J_2), sedangkan diameter batang anakan terbesar adalah 5,01 cm (P_4J_1).

Hasil sidik ragam pengaruh perlakuan terhadap diameter batang anakan *R. mucronata* hingga usia 2,5 tahun sebagaimana tercantum pada Lampiran 1c, menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan tingkat penggenangan maupun perbedaan jarak tanam tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang anakan *R. mucronata*. Walaupun demikian, terdapat kecenderungan bahwa diameter batang anakan akan membesar dengan makin dalamnya tapak tanam terhadap batas air pasang tertinggi. Diameter batang anakan rata-rata pada kedalaman 0,4 m atau P_1 (3,80 cm) makin membesar hingga 4,14 cm (pada kedalaman 1,0 m atau P_4).

4. Pengaruh Perlakuan terhadap Jumlah Akar *R. mucronata*

Berdasar data pada Tabel 1 dapat ditunjukkan bahwa jumlah akar rata-rata anakan *R. mucronata* selama 2,5 tahun pengamatan adalah 20,08 buah. Jumlah akar anakan pada berbagai perlakuan tingkat penggenangan berkisar antara 19,26 buah (P_4) hingga 20,76 buah (P_1). Jumlah akar anakan pada berbagai perlakuan jarak tanam berkisar antara 19,75 buah (J_3) hingga 20,45 buah (J_2). Secara

keseluruhan, data jumlah akar anakan terkecil adalah 16,10 buah (P_1J_4 dan P_1J_3) dan 16,30 buah (P_4J_4), sedangkan jumlah akar anakan terbesar adalah 24,30 buah (P_1J_2) dan 25,20 buah (P_2J_4).

Hasil sidik ragam pengaruh perlakuan terhadap jumlah akar anakan *R. mucronata* hingga usia 2,5 tahun sebagaimana tercantum pada Lampiran 1d, menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan tingkat penggenangan dan perbedaan jarak tanam tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah akar anakan *R. mucronata*. Terdapat kecenderungan bahwa diameter jumlah akar akan makin sedikit dengan makin dalamnya tapak tanam terhadap batas air pasang tertinggi. Jumlah akar anakan rata-rata pada kedalaman 0,4 m (20,76 buah) makin sedikit hingga 19,26 buah (pada kedalaman 1,0 m).

B. Pertumbuhan Anakan *A. marina*

Hasil pertumbuhan anakan *A. marina* selama 2,5 tahun di Kampung Mojo, Desa Mojo, Kecamatan Ulujami, Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

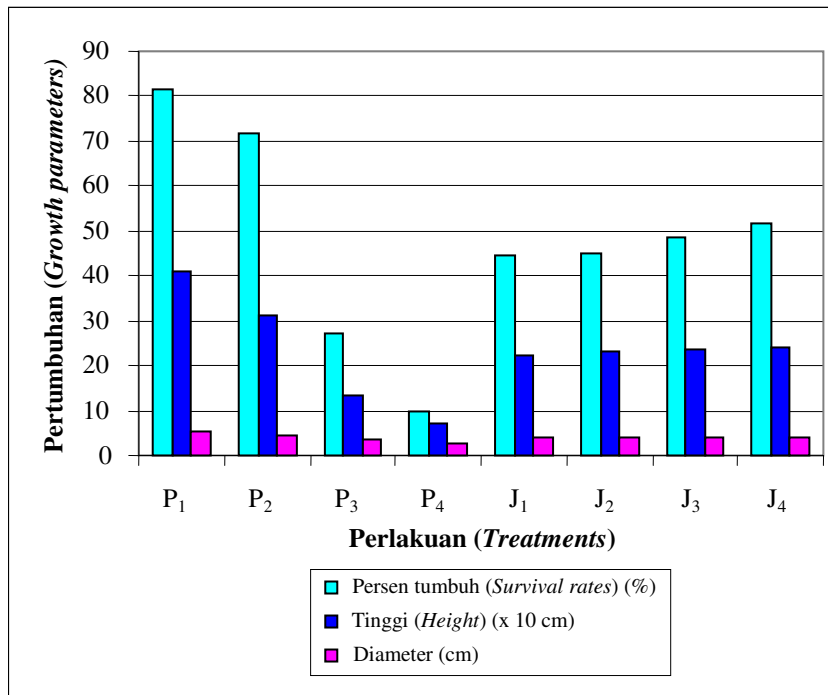
1. Pengaruh Perlakuan terhadap Persen Tumbuh *A. marina*

Berdasar data pada Tabel 2 dapat ditunjukkan bahwa persen tumbuh rata-rata anakan *A. marina* selama 2,5 tahun

Tabel (Table) 2. Persen tumbuh, tinggi, dan diameter rata-rata anakan *A. marina* usia 2,5 tahun pada berbagai perlakuan di Mojo, Pemalang (Survival rates, growth height, and averages diameter of *A. marina* seedlings 2.5 years old on various planting treatments in Mojo, Pemalang)

Perlakuan penanaman (Planting treatments)	Parameter pertumbuhan (Growth parameter)		
	Persen tumbuh (Survival rates) (%)	Tinggi (Height) (cm)	Diameter (Diameter) (cm)
Tingkat genangan (Tidal inundation)			
P_1 (0,4 m)	81,46	410,33	5,17
P_2 (0,6 m)	71,67	311,53	4,37
P_3 (0,8 m)	27,08	135,03	3,74
P_4 (1,0 m)	9,58	72,89	2,88
Jarak tanam (Planting space)			
J_1 (1 m x 1 m)	44,58	223,38	3,83
J_2 (1 m x 1 m seling)	44,79	229,63	3,97

J ₃ (1 m x 0,5 m)	48,54	235,58	4,20
J ₄ (1 m x 0,5 m seling)	51,88	241,19	4,15
Rata-rata (Averages)	47,45	232,41	4,04



Gambar (Figure) 3. Pertumbuhan anakan *A. marina* usia 2,5 tahun pada berbagai perlakuan tingkat penggenangan (P) dan jarak tanam (J) di Mojo, Pemalang (*Growth parameter of A. marina seedlings 2.5 years old planted on various spacing and tidal inundation treatments in Mojo, Pemalang*)

pengamatan adalah 47,45 %. Persen tumbuh pada berbagai perlakuan tingkat penggenangan berkisar antara 9,58 % (P₄) hingga 81,46 % (P₁). Persen tumbuh pada berbagai perlakuan jarak tanam berkisar antara 44,58 % (J₁) hingga 51,88 % (J₄). Secara keseluruhan, data persen tumbuh terendah adalah 0 % (P₄J₁, P₄J₂, P₄J₃, dan P₄J₄) dan 3,33 % (P₄J₁ dan P₄J₃), sedangkan persen tumbuh tertinggi adalah 96,67 % (P₁J₄, P₁J₃, dan P₂J₄).

Hasil sidik ragam pengaruh perlakuan terhadap persen tumbuh anakan *A. marina* (digunakan data ArcSin akar Persen Tumbuh) hingga usia 2,5 tahun sebagaimana tercantum pada Lampiran 2a, menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan tingkat penggenangan berpengaruh sangat nyata terhadap persen tumbuh, sedangkan perbedaan jarak tanam tidak berpengaruh nyata terhadap persen tumbuh anakan *A. marina*. Terdapat kecende-

runan bahwa persen tumbuh akan mengecil dengan makin dalamnya tapak tanam terhadap batas air pasang tertinggi. Persen tumbuh rata-rata pada kedalaman 0,4 m (81,46 %) makin mengecil hingga 9,58 % (pada kedalaman 1,0 m). Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Tukey untuk persen tumbuh dengan nilai sebesar 9,16 ($p < 0,01$) memperlihatkan adanya perbedaan yang sangat nyata antar perlakuan tingkat penggenangan.

2 Pengaruh Perlakuan terhadap Pertambahan Tinggi *A. marina*

Berdasar data pada Tabel 2 dapat ditunjukkan bahwa pertambahan tinggi rata-rata anakan *A. marina* selama 2,5 tahun pengamatan adalah 232,44 cm. Pertambahan tinggi pada berbagai perlakuan tingkat penggenangan berkisar antara 72,89 cm (P₄) hingga 410,33 cm (P₁). Pertambahan tinggi anakan pada berbagai perlakuan jarak tanam berkisar antara

223,38 cm (J_1) hingga 241,19 cm (J_4). Secara keseluruhan, data pertambahan tinggi terendah selain 0 cm (P_4J_1 , P_4J_2 , P_4J_3 , dan P_4J_4) adalah 64,30 cm (P_4J_4), sedangkan pertambahan tinggi tertinggi adalah 479,40 cm (P_1J_4). Penampilan tinggi anakan *A. marina* usia 2,5 tahun, dapat dilihat pada Gambar 2b dan Gambar 2c. Pertumbuhan tinggi anakan *A. marina* ini jauh lebih tinggi daripada anakan *R. mucronata* yang diperlihatkan pada Gambar 2a.

Hasil sidik ragam pengaruh perlakuan terhadap pertambahan tinggi anakan *A. marina* hingga usia 2,5 tahun sebagaimana tercantum pada Lampiran 2b, menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan tingkat penggenangan berpengaruh sangat nyata terhadap pertambahan tinggi, sedangkan perbedaan jarak tanam tidak berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi anakan *A. marina*. Terdapat kecenderungan bahwa tinggi anakan akan berkurang dengan makin dalamnya tapak tanam terhadap batas air pasang tertinggi. Pertambahan tinggi rata-rata pada kedalaman 0,4 m (410,33 cm) makin berkurang hingga 72,89 cm (pada kedalaman 1,0 m). Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Tukey untuk pertambahan tinggi dengan nilai sebesar 37,90 cm ($p < 0,01$) memperlihatkan adanya perbedaan yang sangat nyata antar masing-masing perlakuan tingkat penggenangan.

3. Pengaruh Perlakuan terhadap Diameter Batang *A. marina*

Berdasar data pada Tabel 2 dapat ditunjukkan bahwa diameter batang rata-rata anakan *A. marina* selama 2,5 tahun pengamatan adalah 4,04 cm. Diameter batang anakan pada berbagai perlakuan tingkat penggenangan berkisar antara 2,88 cm (P_4) hingga 5,17 cm (P_1). Diameter batang anakan pada berbagai perlakuan jarak tanam berkisar antara 3,83 cm (J_1) hingga 4,20 cm (J_3). Secara keseluruhan, data diameter batang anakan ter-kecil selain 0 cm adalah 3,06 cm (P_4J_2), sedangkan diameter batang

anakan ter-besar adalah 6,12 cm (P_1J_3) dan 6,13 cm (P_1J_4).

Hasil sidik ragam pengaruh perlakuan terhadap diameter batang anakan *A. marina* hingga usia 2,5 tahun sebagaimana tercantum pada Lampiran 2c, menunjukkan bahwa perlakuan perbedaan tingkat penggenangan berpengaruh sangat nyata terhadap diameter batang anakan, sedangkan perbedaan jarak tanam tidak berpengaruh nyata terhadap diameter batang anakan *A. marina*. Terdapat kecenderungan bahwa diameter batang anakan akan mengecil dengan makin dalamnya tapak tanam terhadap batas air pasang tertinggi. Diameter batang anakan rata-rata pada kedalaman 0,4 m (5,17 cm) makin mengecil hingga 2,88 cm (pada kedalaman 1,0 m).

Dari hasil pengamatan nampak bahwa kedua jenis ini memberikan respon yang berbeda terhadap perlakuan tingkat penggenangan dan jarak tanam. Pensen tumbuh cenderung mengecil dengan makin dalamnya atau tingginya frekuensi penggenangan. Namun *R. mucronata* masih dapat tumbuh baik pada kedalaman 1,0 m (82,50 % pada kedalaman 0,4 m dan 42,29 % pada kedalaman 1,0 m), sedangkan *A. marina* hanya sampai kedalaman 0,6 m (81,46 % pada kedalaman 0,4 m; 27,08 % pada kedalaman 0,8 m; dan 9,58 % pada kedalaman 1,0 m). Hal ini masih sejalan dengan hasil penelitian Widarta dan Hamada (1995). Dari pengamatan mereka dengan penanaman *R. mucronata*, *R. apiculata*, *R. Stylosa*, dan *Bruguiera gymnorrhiza* pada berbagai kondisi penggenangan dan tanah di Gili Petagan (NTT) menunjukkan bahwa *R. mucronata* (58 %) dan *R. apiculata* (50 %) lebih mampu untuk dapat hidup apabila dibandingkan dengan *B. gymnorrhiza*, *R. stylosa* yang pensen tumbuhnya di bawah 35 %. Hasil pengamatan Anwar dan Subiandono (1997) serta Taniguchi *et al.* (1999) menyimpulkan pula bahwa jenis *R. mucronata* memiliki rentang penanaman pada berbagai kedalaman yang lebih panjang dibandingkan dengan *A. marina*. Dari ha-

sil penanaman beberapa jenis mangrove pada petak-petak bekas tambak di Suwung, Bali menunjukkan adanya peningkatan persen tumbuh apabila memperhatikan ketinggian tapak tanam yang dikaitkan dengan frekuensi perendaman air lautnya. Rata-rata penambahan persen tumbuhnya meningkat dari 54,80 % hingga 84,64 % (Anwar dan Subiandono, 1997).

Anakan *R. mucronata* cenderung makin tinggi dengan makin dalamnya tapak penanaman (157,63 cm pada kedalaman 0,4 m dan 178,31 cm pada kedalaman 0,8 m), sedangkan anakan *A. marina* sebaliknya (72,89 cm pada kedalaman 1,0 m dan 410,33 cm pada kedalaman 0,4 m). Hal ini dapat difahami mengingat *R. mucronata* dapat tumbuh pada selang atau rentang perbedaan kedalaman penanaman yang lebih lebar. Namun secara fisiologis, anakan *R. mucronata* yang ditanam di tapak yang lebih dalam akan tetap berusaha untuk tidak terendam terlalu lama dengan pasangannya air laut, sehingga cenderung untuk mempercepat pertumbuhan tingginya. Kondisi ini didukung pula oleh hasil pengamatan Triswanto (2000) yang memperoleh adanya korelasi positif antara tinggi anakan *R. mucronata* (T), tingkat kedalaman tapak (G), dan umur anakan (U) dengan persamaan $T = 274,26 + 1439,24 G^2 + 2761,21 U^4G + 2128,79 U^4G^3$; $r^2 = 0,67$.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasar hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Belum ada indikasi bahwa jarak tanam berpengaruh nyata terhadap aspek pertumbuhan (pertambahan tinggi, pertambahan helai daun, dan persen tumbuh) *Rhizophora mucronata* Lamk. serta pertambahan tinggi dan persen tumbuh *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.

2. Tingkat penggenangan belum menunjukkan indikasi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi, pertambahan jumlah daun serta persen tumbuh anakan *Rhizophora mucronata* Lamk. serta pertambahan tinggi anakan *A. marina* (Forsk.) Vierh.. Namun terdapat kecenderungan bahwa *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. akan berkurang persen tumbuhnya dengan makin tingginya tingkat penggenangannya.

B. Saran

1. Penelitian yang sama untuk jenis mangrove lainnya perlu dilakukan untuk mengetahui kesesuaian jenis mangrove pada tapak yang berbeda dalam tingkat penggenangannya.
2. Penanaman jenis *Rhizophora mucronata* Lamk., khususnya di sekitar Pemalang masih dapat ditanam hingga kedalaman satu meter di bawah batas pasang maksimum, namun jenis *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. mulai berkurang persen tumbuhnya pada kedalaman 0,6 m di bawah batas pasang maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, C. dan E. Subiandono. 1997. Rehabilitasi Mangrove di Areal Bekas Tambak Suwung, Bali. Prosiding Diskusi Hasil-Hasil Penelitian: Penerapan Hasil Litbang Konservasi SDA untuk mendukung Pengelolaan Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya. Bogor, 20-21 Maret 1997. Pusat Litbang Hutan Konservasi Alam, Bogor. Hal. 105-118.
- BRLKT Jeneberang Wallanae. 1999. Data Informasi Kerusakan dan Upaya-upaya Rehabilitasi yang Dilaksanakan. BRLKT Jeneberang Wallanae, Ujung Pandang (tidak diterbitkan).
- Departemen Kehutanan. 2004. Statistik Kehutanan Indonesia, Forestry Statistics of Indonesia 2003. Badan

- Planologi Kehutanan, Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. 1999. Inventarisasi dan Identifikasi Hutan Bakau (Mangrove) yang Rusak di Indonesia. PT Insan Mandiri Konsultan. Jakarta (tidak diterbitkan).
- Martodiwirjo, S. 1994. Kebijakan Pengelolaan dan Rehabilitasi Hutan Mangrove dalam Pelita VI. Bahan Diskusi Panel Pengelolaan Hutan Mangrove, Mangrove Center. Denpasar, 26-28 Oktober 1994 (tidak diterbitkan).
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach. Second Edition. McGraw-Hill Publishing Company. New York.
- Taniguchi, K., S. Takashima and O. Suiko. 2000. The Silviculture Manual for Mangroves: In Bali & Lombok. Indonesian Ministry of Forestry and Estate Crops and JICA. Jakarta.
- Triswanto, A. 2000. Pengaruh Kedalaman Air Pasang dan Umur Tanaman terhadap Keberhasilan Penanaman *Rhizophora mucronata* Lamk. (Studi Kasus Rehabilitasi Pulau-pulau Kecil di Gili Petagan, Nusa Tenggara Barat). Tesis Program Pasca Sarjana IPB (tidak dipublikasikan).
- Tomlinson, P.B. 1986. The Botany of Mangroves. Cambridge University Press.
- Widatra, IGM. dan S. Hamada. 1995. Uji Coba Penanaman Pohon Mangrove di Gili Petagan. Prosiding Seminar V Ekosistem Mangrove. Jember, 3-6 Agustus 1994. Kontribusi Mab Indonesia No. 72 : 86-93. LIPI.

Lampiran (Appendix) 1. Sidik ragam parameter pertumbuhan anakan *R. mucronata* yang ditanam di Desa Mojo, Pemalang pada berbagai tingkat penggenangan dan jarak tanam (*Analysis of variance for growth parameter of R. mucronata seedling planted in Desa Mojo, Pemalang on various spacing and tidal inundation treatments*)

a. Sidik ragam untuk ArcSin√ (persen tumbuh) {ANOVA for ArcSin√ (survival rates)}

Sumber (Source)	db (df)	JK (SS)	KT (MS)	F
Perlakuan (Treatment)	15	6.397,50	426,50	12,80**
Tingkat genangan (Tidal inundation level)	3	5.691,64	1.897,21	56,96**
Jarak tanam (Spacing) (B)	3	353,79	117,93	3,54*
AB	9	352,07	39,12	1,17
Galat (Error)	48	1.598,81	33,31	1,00
Total	63	7.996,32		

Keterangan (Remark) : * = nyata pada tingkat 95 % (significant at 95 % level)

** = nyata pada tingkat 99 % (significant at 99 % level)

b. Sidik ragam untuk pertambahan tinggi (ANOVA for heighth growth)

Sumber (Source)	db (df)	JK (SS)	KT (MS)	F
Perlakuan (Treatment)	15	8.391,06	559,40	2,49*
Tingkat genangan (Tidal inundation level)	3	5.962,94	1.987,65	8,83**
Jarak tanam (Spacing) (B)	3	318,36	106,12	0,47
AB	9	2.109,76	234,42	1,04
Galat (Error)	48	10.804,58	225,10	1,00
Total	63	19.195,64		

Keterangan (Remark) : * = nyata pada tingkat 95 % (significant at 95 % level)

** = nyata pada tingkat 99 % (significant at 99 % level)

c. Sidik ragam untuk diameter (ANOVA for diameter)

Sumber (Source)	db (df)	JK (SS)	KT (MS)	F
Perlakuan (Treatment)	15	2,60	0,17	0,88
Tingkat genangan (Tidal inundation level)	3	1,23	0,41	2,08
Jarak tanam (Spacing) (B)	3	0,20	0,07	0,34
AB	9	1,17	0,13	0,66
Galat (Error)	48	9,47	0,20	1,00
Total	63	12,07		

Keterangan (Remark) : * = nyata pada tingkat 95 % (significant at 95 % level)

** = nyata pada tingkat 99 % (significant at 99 % level)

d. Sidik ragam untuk jumlah akar (ANOVA for stilt-roots number)

Sumber (Source)	db (df)	JK (SS)	KT (MS)	F
Perlakuan (Treatment)	15	183,97	12,26	5,48**
Tingkat genangan (Tidal inundation level)	3	18,61	6,20	2,77
Jarak tanam (Spacing) (B)	3	4,52	1,51	0,67
AB	9	160,83	17,87	7,99
Galat (Error)	48	107,42	2,24	1,00
Total	63	291,38		

Keterangan (Remark) : ** = nyata pada tingkat 99 % (significant at 99 % level)

Lampiran (Appendix) 2. Sidik ragam parameter pertumbuhan anakan *A. marina* yang ditanam di Desa Mojo, Pemalang pada berbagai tingkat penggenangan dan jarak tanam (*Analysis of variance for growth parameter of A. marina seedling planted in Desa Mojo, Pemalang on various spacing and tidal inundation treatments*)

a. Sidik ragam untuk ArcSin√ (persen tumbuh) {ANOVA for ArcSin√ (survival rates)}

Sumber (Source)	db (df)	JK (SS)	KT (MS)	F
Perlakuan (Treatment)	15	27.699,32	1.846,62	19,84**
Tingkat genangan (Tidal inundation level)	3	27.176,50	9.058,83	97,32**
Jarak Tanam (Spacing) (B)	3	440,11	146,70	1,58
AB	9	82,70	9,19	0,10
Galat (Error)	48	4.468,13	93,09	1,00
Total	63	32.167,45		

Keterangan (Remark) : ** = nyata pada tingkat 99 % (significant at 99 % level)

b. Sidik ragam untuk pertambahan tinggi (ANOVA for height growth)

Sumber (Source)	db (df)	JK (SS)	KT (MS)	F
Perlakuan (Treatment)	15	1.175.219,12	78.347,94	49,19**
Tingkat genangan (Tidal inundation level)	3	1.165.490,99	388.497,00	243,92**
Jarak Tanam (Spacing) (B)	3	2.820,75	940,25	0,59
AB	9	6.907,37	767,49	0,48
Galat (Error)	48	76.450,06	1592,71	1,00
Total	63	1.251.669,18		

Keterangan (Remark) : ** = nyata pada tingkat 99 % (significant at 99 % level)

c. Sidik ragam untuk diameter (ANOVA for diameter)

Sumber (Source)	db (df)	JK (SS)	KT (MS)	F
Perlakuan (Treatment)	15	48,12	3,21	2,72**
Tingkat genangan (Tidal inundation level)	3	45,34	15,11	12,80**
Jarak Tanam (Spacing) (B)	3	1,39	0,46	0,39
AB	9	1,39	0,15	0,13
Galat (Error)	48	56,69	1,18	1,00
Total	63	104,81		

Keterangan (Remark) : ** = nyata pada tingkat 99 % (significant at 99 % level)