

# RESPON PERTUMBUHAN SEMAI BAKAU (*Rhizophora mucronata* LAMK.) TERHADAP TINGKAT KEDALAMAN DAN LAMA PENGGENANGAN

*The Growth Responses of Bakau (Rhizophora mucronata Lamk.) Seedling on Various Inundations of Level and Duration*

**Cecep Kusmana dan Maulina Septiarie**

*Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB*

## ABSTRACT

*Bakau (R. mucronata) represents the type of mangrove plant that growing in a group, located closely or in tidal area. Global warming affected the rise of sea-level brought the longer and deeper inundate of tidal water to mangrove zone. This research aims to analyze the tolerance of bakau seedling from various inundations level and duration. This research was conducted factorial 3 x 3 in Randomize Complete Design with the first treatment is the inundation duration (3-6, 6-9 and 12-15 hours) and the second treatment is the inundation level (until the root neck, between 1/4 - 1/2 stem height and between 1/2 - 3/4 stem height). Results of this research clearly showed that inundation duration bring significant effect to height growth and amount of internodes. Inundation duration treatment on 3-6 hours and 6-9 hours gave better responses than 12-15 hours.*

**Keywords:** *inundation duration, inundation level, Rhizophora mucronata*

## PENDAHULUAN

Komponen perubahan iklim yang memberikan dampak terhadap ekosistem mangrove meliputi perubahan muka air laut, perubahan siklus hidrologi, badai, presipitasi, suhu dan konsentrasi CO<sub>2</sub> di udara. Dari sekian banyak dampak yang terjadi akibat adanya perubahan komposisi udara dan permukaan tanah, perubahan muka air laut dianggap sebagai salah satu ancaman terbesar (Field 1995 dalam Gilman 2008). Hasil penelitian Kusmana (2010), adanya peningkatan muka air laut akibat dari pemanasan global menyebabkan zona mangrove pinggir laut semakin lama dan dalam tergenang air pasang yang dapat menyebabkan kematian semai mangrove tersebut. Di lain pihak jangkauan pasang air laut akan menyebabkan mangrove menyebar jauh ke daratan, sehingga terjadi pergeseran zonasi dan perubahan komposisi jenis mangrove di sepanjang gradien lingkungan tersebut.

Bakau (*R. mucronata*) merupakan salah satu jenis tumbuhan mangrove yang mempunyai habitat dekat atau terletak pada pematang sungai pasang surut dan di muara sungai. Jenis ini masuk dalam flora mangrove inti yang mempunyai peran utama dalam formasi mangrove (Kusmana *et al.* 2003). Oleh karena itu, melalui penelitian ini diharapkan dapat diketahui daya toleransi pertumbuhan *R. mucronata* terhadap berbagai tingkat kedalaman dan lama penggenangan.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Laboratorium Ekologi Hutan Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan IPB dengan waktu pelaksanaan selama tiga bulan, yaitu 23 Oktober 2013-15 Januari 2014.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kaliper, kamera digital, mistar, oven, spidol permanen dan timbangan digital. Sedangkan bahan yang digunakan adalah kolam, media (campuran tanah, pasir dan kompos) dengan perbandingan 1:1:1, sandaran dan semai bakau (*R. mucronata*). Semai bakau yang digunakan berumur 1 bulan yang berasal dari Muara Angke, Jakarta Utara.

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan terdiri atas lima tahapan kegiatan yaitu:

#### 1) Persiapan kolam dan sandaran semai

Perlakuan yang diterapkan dalam penelitian adalah perlakuan tingkat kedalaman dan lama penggenangan yang berbeda. Oleh karena itu dibutuhkan kolam sejumlah tiga buah sesuai lama penggenangan. Ukuran kolam yang digunakan adalah 1.5 m x 1 m x 0.7 m. Sandaran yang diletakkan dalam kolam berbentuk seperti rak berfungsi sebagai tempat meletakkan semai. Sandaran tersebut diatur ketinggiannya sehingga

mampu menopang 15 semai tiap kolam dengan jarak 0.35 m antar *polybag*.

## 2) Pemilihan dan pengangkutan semai

Semai bakau (*R. mucronata*) yang dipilih adalah semai yang memiliki kenampakan fenotipe yang sehat dan memiliki tinggi rata-rata yang sama. Semai yang telah dipilih sejumlah 45 semai kemudian diangkut ke lokasi penelitian.

## 3) Persiapan semai

Semai yang telah sampai di rumah kaca selanjutnya dipindahkan ke *polybag* yang berukuran lebih besar (15 cm x 20 cm). Media yang digunakan pada *polybag* baru merupakan media tanam berupa campuran tanah, kompos dan pasir dengan perbandingan 1:1:1. Semai kemudian disusun pada sandaran dalam kolam. Perlakuan penggenangan dilakukan pada saat semai seminggu setelah pemindahan ke *polybag* baru. Hal ini dimaksudkan agar anakan harus melakukan adaptasi terlebih dahulu dengan lingkungan rumah kaca.

## 4) Pengamatan dan Pengukuran

Pengamatan dan pengukuran pada *R. mucronata* dilakukan untuk mengkaji ada tidaknya perubahan pada kondisi semai akibat pengaruh perlakuan perbedaan tingkat kedalaman dan lama penggenangan. Kegiatan ini dilakukan secara rutin, yakni satu kali pengamatan setiap minggu selama tiga bulan.

Variabel yang diukur dan diamati dalam penelitian ini adalah diameter, tinggi, jumlah daun, jumlah buku, berat kering total dan nisbah pucuk akar semai bakau. Adapun teknik pengambilan data pada tiap variabelnya adalah sebagai berikut:

### Tinggi semai

Tinggi batang semai diukur dari propagul hingga titik tumbuh. Pengukuran ini dilakukan dengan alat bantu penggaris.

### Diameter semai

Pengukuran diameter dilakukan bersamaan dengan pengukuran tinggi yaitu seminggu sekali. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan kaliper pada bagian batang yang telah ditandai menggunakan spidol permanen.

### Jumlah daun

Jumlah daun dihitung bersamaan dengan pengukuran diameter dan tinggi. Pada pengolahan data, jumlah daun yang digunakan adalah jumlah daun akhir dikurangi jumlah daun awal.

### Jumlah buku

Jumlah buku dihitung bersamaan dengan pengukuran diameter dan tinggi. Pada pengolahan data, jumlah buku yang digunakan adalah jumlah buku akhir dikurangi jumlah buku awal.

## Persentase hidup bibit

Perhitungan persentase hidup bibit dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Persentase hidup bibit} = \frac{\text{Jumlah bibit yang hidup}}{\text{Jumlah seluruh bibit yang ditanam}} \times 100\%$$

## Berat Kering Total

Pengukuran berat kering total dilakukan pada akhir penelitian atau tepatnya pada minggu ke-12. Pelaksanaannya adalah dengan memanen tiga sampel semai yang dianggap mewakili dari setiap perlakuan untuk kemudian dihitung berat kering totalnya. Jenis sampel yang dipilih merupakan sampel yang memiliki nilai diameter tertinggi, rata-rata dan terendah untuk tiap tingkat penggenangannya. Jadi total sampel yang diambil yaitu sebanyak 27 individu semai. Kemudian setiap sampel yang telah diambil dipisahkan dalam beberapa komponen yakni daun, batang, propagul dan akar. Tahap selanjutnya pengeringan dengan menggunakan oven selama 24 jam pada suhu 105°C (Sutaryo 2009). Sebelum dan sesudah dilakukan pengeringan, setiap sampel ditimbang untuk mendapatkan data berat basah dan berat kering.

Penentuan kadar berat kering total dapat dihitung melalui pengukuran persen kadar air dan berat kering tanur. Menurut Haygreen dan Bowyer (1989), perhitungan kadar air menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%KA = \frac{BBc - BKc}{BKc} \times 100\%$$

Keterangan:

%KA : persen kadar air

BBc : berat basah contoh (gram)

BKc : berat kering contoh (gram)

Sedangkan perhitungan berat kering tanur menggunakan rumus berikut:

$$BKT = \frac{BBc}{1 + \frac{\%KA}{100}}$$

Keterangan:

BKT : berat kering tanur (gram)

BBc : berat basah contoh (gram)

%KA : persen kadar air

## Nisbah pucuk akar (NPA)

Nisbah pucuk akar merupakan perbandingan antara berat kering bagian pucuk dengan berat kering bagian akar. Berat kering bagian pucuk terdiri dari batang, cabang dan daun yang ditimbang setelah dioven. Bagian akar diperoleh dengan menimbang bagian akar dan propagul semai setelah dioven. Pengukurannya dilakukan bersamaan dengan pengukuran berat kering total.

$$\text{Nisbah pucuk akar} = \frac{\text{Berat Kering Pucuk (gram)}}{\text{Berat Kering Akar (gram)}}$$

**Analisis Data**

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah percobaan faktorial 3 x 3 dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pada percobaan ini terdapat dua faktor yang diuji yaitu lama penggenangan (A) dan tingkat penggenangan (B) dengan masing-masing faktor terdapat tiga taraf. Taraf pada faktor lama penggenangan, yaitu 3-6 jam (a<sub>0</sub>), 6-9 jam (a<sub>1</sub>) dan 12-15 jam (a<sub>2</sub>). Taraf tingkat kedalaman penggenangan, yaitu penggenangan sampai batas leher akar (a<sub>0</sub>), penggenangan antara ¼ - ½ tinggi total (a<sub>1</sub>) dan penggenangan antara ½ - ¾ tinggi total (a<sub>2</sub>), sehingga terdapat sembilan kombinasi perlakuan:

1. a<sub>0</sub>b<sub>0</sub> : penggenangan selama 3-6 jam dengan tingkat kedalaman sampai batas leher akar.
2. a<sub>0</sub>b<sub>1</sub> : penggenangan selama 3-6 jam dengan tingkat kedalaman ¼ -½ tinggi batang.
3. a<sub>0</sub>b<sub>2</sub> : penggenangan selama 3-6 jam dengan tingkat kedalaman ½-¾ tinggi batang.
4. a<sub>1</sub>b<sub>0</sub> : penggenangan selama 6-9 jam dengan tingkat kedalaman sampai batas leher akar.
5. a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> : penggenangan selama 6-9 jam dengan tingkat kedalaman ¼ -½ tinggi batang.
6. a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> : penggenangan selama 6-9 jam dengan tingkat kedalaman ½-¾ tinggi batang.
7. a<sub>2</sub>b<sub>0</sub> : penggenangan selama 12-15 jam dengan tingkat kedalaman sampai batas leher akar.
8. a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> : penggenangan selama 12-15 jam dengan tingkat kedalaman ¼ -½ tinggi batang.
9. a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> : penggenangan selama 12-15 jam dengan tingkat kedalaman ½-¾ tinggi batang.

Masing-masing kombinasi perlakuan diulang lima kali sehingga secara keseluruhan terdapat 45 unit percobaan. Model persamaan linier dari percobaan faktorial dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) adalah sebagai berikut (Matjik dan Sumertajaya 2006):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

- Y<sub>ijk</sub> : Respon pertumbuhan terbaik dari semai ke-k yang dipengaruhi tingkat kedalaman ke-i dan lama penggenangan ke-j
- μ : Rataan umum
- α<sub>i</sub> : Pengaruh perlakuan dari tingkat kedalaman penggenangan ke-i
- β<sub>j</sub> : Pengaruh perlakuan dari lama penggenangan ke-j
- (αβ)<sub>ij</sub> : Pengaruh interaksi dari tingkat kedalaman penggenangan ke-i dan lama penggenangan ke-j
- ε<sub>ijk</sub> : Pengaruh acak percobaan dari semai ke-k yang dipengaruhi tingkat kedalaman penggenangan ke-i dan lama penggenangan ke-j
- i : 1,2,3
- j : 1,2,3
- k : 1,2,3,4,5

Apabila terdapat pengaruh yang nyata pada variabel percobaan, maka dilanjutkan dengan uji Duncan. Pengolahan data menggunakan software Microsoft Office Excel 2007 dan Statistical Analysis System (SAS) 9.1.3.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil**

Rekapitulasi sidik ragam pengaruh perlakuan tingkat kedalaman dan lama penggenangan terhadap pertumbuhan semai bakau disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rekapitulasi hasil sidik ragam respon pertumbuhan semai bakau terhadap perlakuan tingkat kedalaman dan lama penggenangan

Variabel	Fhitung		
	A	B	AxB
Tinggi semai	*	tn	tn
Diameter semai	tn	tn	tn
Jumlah daun	tn	tn	tn
Jumlah buku	*	tn	tn
Berat Kering Total (BKT)	tn	tn	tn
Nisbah Pucuk Akar (NPA)	tn	tn	tn
Persentase hidup bibit	tn	tn	tn

Keterangan: A = perlakuan lama penggenangan  
 B = perlakuan tingkat kedalaman  
 AxB = interaksi antara dua perlakuan  
 tn = tidak berbeda nyata  
 \* = berbeda nyata pada taraf uji 5%

Berdasarkan rekapitulasi hasil sidik ragam pada Tabel 1 tersebut diketahui bahwa lama penggenangan memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan jumlah buku semai bakau. Sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan terhadap dua variabel tersebut.

Hasil uji Duncan respon pertumbuhan tinggi semai bakau terhadap perlakuan lama penggenangan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil uji Duncan respon pertumbuhan tinggi semai bakau terhadap lama penggenangan

Lama penggenangan	Rata-rata pertumbuhan tinggi (cm)*
a <sub>0</sub>	13,433 <sup>a</sup>
a <sub>1</sub>	12,800 <sup>a</sup>
a <sub>2</sub>	10,367 <sup>b</sup>

Keterangan: \* = angka diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

Hasil uji Duncan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa a<sub>0</sub> (3-6 jam) dan a<sub>1</sub> (6-9 jam) memberikan pengaruh relatif sama, tetapi relatif lebih besar daripada perlakuan a<sub>2</sub> (12-15 jam).

Selain tinggi semai, perlakuan lama penggenangan berpengaruh terhadap penambahan jumlah buku semai bakau. Hasil uji Duncan respon pertumbuhan jumlah buku semai bakau terhadap perlakuan lama penggenangan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil uji Duncan respon jumlah buku semai bakau terhadap lama penggenangan

Lama penggenangan	Rata-rata pertumbuhan jumlah buku (cm)*
a <sub>0</sub>	1,8000 <sup>a</sup>
a <sub>1</sub>	1,8667 <sup>a</sup>
a <sub>2</sub>	1,4667 <sup>b</sup>

Keterangan: \* = angka diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

Hasil uji Duncan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa a<sub>0</sub> (3-6 jam) dan a<sub>1</sub> (6-9 jam) memberikan pengaruh relatif sama, tetapi relatif lebih besar daripada perlakuan a<sub>2</sub> (12-15 jam).

### Pembahasan

Ekosistem mangrove merupakan tipe ekosistem yang pertama terkena pengaruh berbagai dampak yang akan terjadi akibat perubahan iklim. Hal ini berkaitan dengan lokasi ekosistem yang berada di daerah peralihan antara laut dan darat. Komponen perubahan iklim yang memberikan dampak terhadap ekosistem mangrove meliputi perubahan muka air laut, perubahan siklus hidrologi, badai, presipitasi, suhu dan konsentrasi CO<sub>2</sub> di udara. Dari sekian banyak dampak yang terjadi, naiknya muka air laut dianggap salah satu ancaman terbesar (Field 1995 dalam Gilman 2008). Bakau merupakan jenis pioner yang banyak tumbuh di kawasan pesisir Indonesia dan umumnya digunakan untuk restorasi hutan mangrove (Kusmana *et al.* 2003).

Berdasarkan hasil sidik ragam (Tabel 1) selama pengamatan 12 minggu, perlakuan tingkat kedalaman dan interaksi dua perlakuan tidak mempengaruhi semua variabel yang diamati. Hal ini terkait dengan perlakuan tingkat kedalaman yang diberikan hanya mencapai ½ - ¾ tinggi total atau tidak sampai menyebabkan seluruh badan semai bakau terendam. Sehingga proses fotosintesis dan respirasi masih dapat berlangsung.

Selain itu, suplai bahan organik juga dirasa tercukupi meskipun tidak menggunakan substrat lumpur. Hal ini diduga karena media tanam berada dalam *polybag*, sehingga tidak dalam jumlah besar ikut terlarut saat perlakuan penggenangan. Menurut Kusmana (2010), mangrove akan terhindar dari kepunahan apabila laju deposisi sedimen dapat mengimbangi laju kenaikan muka air laut.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa lama penggenangan memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan jumlah buku semai bakau. Perlakuan lama penggenangan 3-6 jam (a<sub>0</sub>) dan 6-9 jam (a<sub>1</sub>) memberikan respon yang lebih baik dibandingkan lama penggenangan 12-15 jam (a<sub>2</sub>). Lebih tingginya pertumbuhan semai bakau yang diberi perlakuan lama penggenangan 3-6 jam (a<sub>0</sub>) dan 6-9 jam (a<sub>1</sub>) sesuai dengan lokasi tempat tumbuhnya yang berada pada tipe pasang *higher medium high tides*. Tipe pasang tersebut menyebabkan *Rhizophora* spp. mengalami durasi penggenangan 200-450 menit/penggenangan (Oostewaal 2010). Penelitian Hoppe-Speer (2011) melaporkan bahwa semai bakau menunjukkan respon pertumbuhan terbaik pada perlakuan lama penggenangan 3-9 jam. Karena proses

fotosintesis dan terbukanya stomata dapat berjalan maksimal. Elongasi batang biasanya terjadi sebagai respon semakin lamanya waktu penggenangan. Tanaman tumbuh lebih cepat untuk meningkatkan biomassa melebihi permukaan air. Pertambahan jumlah buku yang juga berarti pertambahan jumlah daun sebagai bentuk adaptasi agar daun tetap berada di permukaan air dan dapat berfungsi dengan baik. Menurut Tjitrosoepomo (2007), buku (*nodus*) merupakan bagian batang tempat melekatnya daun. Semakin banyak jumlah buku, maka semakin banyak jumlah daun dan sumber makanan untuk pertumbuhan semakin tinggi.

Perlakuan lama penggenangan 12-15 jam (a<sub>2</sub>) memberikan respon pertumbuhan terendah. Hal ini sejalan dengan Hoppe-Speer (2011) bahwa perlakuan lama penggenangan yang berkelanjutan akan mengakibatkan rendahnya proses fotosintesis dan terganggunya stomata. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa semai bakau mengalami stress/tekanan. Menurut Salisbury (1995), stomata pada tumbuhan umumnya membuka saat matahari terbit. Proses pembukaan membutuhkan waktu ± 1 jam dan penutupan berlangsung secara bertahap sepanjang sore. Semakin lama waktu penggenangan, maka proses metabolisme yang terjadi pada semai, seperti fotosintesis dan respirasi menjadi cepat.

Lama penggenangan 12-15 jam dianggap berpengaruh terhadap ketersediaan oksigen yang dibutuhkan tanaman. Pada tanah yang tergenang, pori-pori tanah tertutup oleh air sehingga konsentrasi oksigen dalam tanah sangat kecil (Hogart 2007). Kondisi ini menyebabkan kandungan oksigen terlarut menjadi rendah. Oksigen terlarut sangat penting bagi pertumbuhan mangrove karena berkaitan dengan proses fotosintesis dan respirasi. Konsentrasi oksigen terlarut harian tertinggi dicapai pada siang hari dan terendah pada malam hari. Menurut Nybakken (1992), kurangnya oksigen bagi tanaman juga disebabkan karena tanaman belum mempunyai akar tunjang yang akan membantu tanaman menyerap oksigen pada saat surut. Menurut Triswanto (2000), perakaran *R. mucronata* yang berbentuk melengkung dan tumbuh pada bagian bawah dari batang utama, selain berfungsi sebagai akar nafas, akar muda juga mengandung klorofil untuk proses fotosintesis. Lama penggenangan 12-15 jam dan belum adanya akar tunjang akan semakin menyulitkan tanaman dalam memperoleh oksigen.

### SIMPULAN DAN SARAN

#### Simpulan

Interaksi antara perlakuan tingkat kedalaman dan lama penggenangan tidak berpengaruh terhadap semua variabel pertumbuhan semai bakau. Adapun tinggi dan jumlah buku dipengaruhi oleh lama penggenangan. Dalam hal ini pertumbuhan tinggi dan jumlah buku terbesar diperoleh pada lama penggenangan 3-6 jam dan 6-9 jam.

## Saran

Penanaman semai bakau dapat ditanam pada semua tipe lahan tanpa memperhatikan tingkat kedalaman dan lama penggenangan. Namun, untuk memperoleh tinggi semai bakau yang cepat sebaiknya ditanam pada lokasi dengan lama penggenangan 3-6 jam dan 6-9 jam

## DAFTAR PUSTAKA

- Gilman EL, Ellison J, Duke CN, Field C. 2008. Threats to mangroves from climate change and adaptations options. *Aquatic botany* 89:237-250.
- Hoppe-Speer SCL, Adams JB, Rajkaran A, Bailey D. 2011. The response of the red mangrove *R. mucronata* Lam. to salinity and inundation in South Africa. *Aquatic Botany* 95:71-76.
- Kusmana C, Wilarso S, Hilwan I, Pamoengkas P, Wibowo C, Tiryan T, Triswanto A, Yunasfi, Hamzah. 2003. *Teknik Rehabilitasi Mangrove*. Bogor (ID): Fakultas Kehutanan IPB.
- Kusmana C. 2010. Respon mangrove terhadap perubahan iklim global: aspek biologi dan ekologi mangrove. *Lokakarya nasional peran mangrove dalam mitigasi bencana dan perubahan iklim*. KKP: Jakarta (ID) 14-15 Des 2010.
- Matjik AA, Sumertajaya IM. 2006. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor (ID): IPB Pr.
- Nybakken JW, Bertness MD. 1992. *Marine Biology: An Ecological Approach*. San Fransisco (US): Pearson Education.
- Oostewaal. 2010. Hydrological classification of mangrove forest in Mahakam Delta Indo [Tesis]. Wageningen (NL) : University Netherlands.
- Salisbury FB, Ross CW. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Diah R, Lukman S, penerjemah. Bandung (ID): ITB. Terjemahan dari: *Plant Physiology 2<sup>nd</sup> Edition*.
- Sutaryo D. 2009. *Penghitungan Biomassa, Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon*. Bogor (ID): Wetlands International Indonesia Programme; [diunduh 2013 Nov 21]. Tersedia pada <http://wetlands.or.id/PDF/buku/Penghitungan%20Biomassa.pdf>
- Tjitrosoepomo G. 2007. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Pr.
- Triswanto A. 2000. Pengaruh kedalaman air pasang dan umur tanaman terhadap keberhasilan penanaman *R. mucronata* (Studi kasus rehabilitasi pulau-pulau kecil di Gili Petagan, NTB) [Tesis]. Bogor (ID): Pascasarjana IPB.