

Pengaruh Tingkat Penggenangan terhadap Pertumbuhan Semai Pedada (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engler) di Kawasan Mangrove Tol Sedyatmo Angke Kapuk, Jakarta Utara

Influence of Inundation Level Toward The Growth of Pedada Seedling (Sonneratia caseolaris (L.) Engler) in Mangrove Area Tol Sedyatmo Angke Kapuk, North Jakarta.

Yuda Purnama¹, Iwan Hilwan¹ dan Cecep Kusmana¹

¹Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Global warming that causing the melting of iceberg in the pole have an impact on rising of level sea which impact on mangrove forest ecosystems. So that, we need to know the information about species of mangroves that can be adapted to increasing sea level and also species that can support for mangrove rehabilitation. Purpose of this research is to elaborate the effect of inundation on seedling growth and determine the level of inundation that support the good seedling growth. This research used randomized block design with inundation level as a treatment. There were three treatments consisting of inundation until the limit of the root neck, inundation between $\frac{1}{4}$ stem height and $\frac{1}{2}$ stem height, and inundation between $\frac{1}{2}$ stem height and $\frac{3}{4}$ stem height. Mangrove species that is used in this research is 2 and 4 months years old seedling of *S. caseolaris*. The research results showed that the level of inundation of the root neck gives the best effect to seedling growth. However, *S. caseolaris* can adapt and having good growth at inundation up to $\frac{1}{2}$ stem height. In general, the influence of inundation level give effect to the growth variable responses, except in height, length of internode, and height increment of seedling.

Keywords: *inundation, mangrove, seedling, S. caseolaris*

PENDAHULUAN

Peranan hutan sebagai penyerap karbon menjadi sorotan pada saat bumi dihadapkan pada persoalan efek rumah kaca, berupa kecenderungan peningkatan suhu udara atau biasa disebut sebagai pemanasan global. Penyebab terjadinya pemanasan global adalah adanya peningkatan konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer dimana peningkatan ini menyebabkan keseimbangan radiasi berubah dan suhu bumi menjadi lebih panas. Gas Rumah Kaca adalah gas-gas di atmosfer yang memiliki kemampuan menyerap radiasi gelombang panjang yang dipancarkan kembali ke atmosfer oleh permukaan bumi. Diantara GRK penting yang diperhitungkan dalam pemanasan global adalah karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dan nitrous oksida (N₂O) (Suriani 2009). Hasil inventarisasi dari identifikasi lahan kritis mangrove (Ditjen RLPS, 2008) dapat ditemukan bahwa luas potensial hutan mangrove Indonesia adalah 9.361.957,59 ha. Berdasarkan kondisinya 2.567.103,42 ha (27%) dalam kondisi baik, 4.632.919,38 ha (48%) dalam kondisi rusak sedang dan 2.161.934,79 ha (23%) kondisi rusak. Menyadari akan kondisi lahan mangrove di Indonesia yang buruk, maka perlu adanya kesadaran akan nilai dan fungsi mangrove serta perlu upaya rehabilitasi mangrove yang serius. Adanya peningkatan muka air laut akibat dari pemanasan global (*global warming*) menyebabkan zona mangrove pinggir laut (*seaward mangrove*) 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 terjadi pergeseran zonasi dan perubahan komposisi jenis mangrove di sepanjang gradien lingkungan tersebut (Kusmana 2010). Ellison dan Stoddart (1991) dalam Saenger (2000) mengatakan, mangrove menjadi stress oleh peningkatan permukaan air laut antara 8-9 cm/100 tahun dan kenaikan di atas 12 cm/100 tahun mangrove akan hilang.

Sonneratia memiliki peran ekologi utama dalam formasi mangrove dan termasuk dalam kelompok mangrove utama yang dapat membentuk tegakan murni (Kusmana *et al.* 2005). Pedada merupakan salah satu jenis tumbuhan mangrove yang mempunyai letak habitat di tepi sungai estuaria yang terkena dampak dari peningkatan muka air laut.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh penggenangan terhadap pertumbuhan semai pedada dan mengetahui tingkat penggenangan yang mendukung semai pertumbuhan anakan pedada yang baik. Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat untuk rehabilitasi kawasan mangrove dengan menggunakan jenis pedada sehubungan dengan adanya peningkatan muka air laut.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat. Penelitian dilaksanakan selama 4 bulan pada bulan Juli-Oktober 2011. Lokasi

penelitian, di Kawasan Mangrove Tol Sedyatmo KM 22-23, Angke Kapuk, Jakarta Utara.

Alat dan Bahan. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: cangkul, meteran jahit, polybag, mistar, jangka sorong, refraktometer, spidol permanen, timbangan, paku, palu dan kamera. Bahan-bahan yang digunakan diantaranya yaitu: lumpur (media tanam), bambu, bibit Pedada (*Sonneratia caseolaris*) umur 4 bulan dan 2 bulan.

Persiapan Percobaan

Persiapan sandaran semai. Persiapan sandaran meliputi pengukuran kedalaman air di lokasi peletakan sandaran dengan mengatur tingkat kedalaman penggenangan. Pengukuran perencanaan panjang dan lebar sandaran untuk menampung bibit (8 semai x 3 perlakuan x 2 blok). Penentuan lokasi peletakan sandaran, yaitu lokasi dengan area yang terkena cahaya penuh. Pembagian blok didasarkan pada umur semai, blok satu untuk semai pedada berumur dua bulan dan blok dua untuk semai pedada berumur empat bulan.

Persiapan Semai. Semai yang dipakai ialah semai berumur 2 bulan dan 4 bulan dengan tinggi tanaman yang relatif seragam dan ditempatkan di dalam polybag berukuran 30 cm x 30 cm, dengan volume tanah yang dimasukkan ke dalam polybag sekitar 3/4 luas polybag. Bibit diletakkan di dua blok dalam sandaran yang telah tersedia pada kondisi ketinggian air yang berbeda. Semai pada sandaran diikat dengan tali rafia agar semai kokoh tidak terbawa arus.

Metode Pengamatan. Pengamatan dan pengukuran dilakukan satu kali pengamatan setiap minggunya selama tiga bulan. Variabel yang diamati adalah sebagai berikut:

Tinggi semai. Tinggi semai diukur dari pangkal batang hingga tajuk teratas dibawah bakal buku dengan menggunakan alat bantu mistar.

Diameter batang. Diameter batang diukur pada posisi tinggi 1 cm dari pangkal batang, diukur diameternya dengan menggunakan jangka sorong.

Jumlah daun. Jumlah daun pada seluruh semai dihitung selama pengamatan penelitian secara visual dan dicatat pada *tally sheet*.

Jumlah buku. Jumlah buku pada seluruh semai dihitung selama pengamatan penelitian secara visual dan dicatat pada *tally sheet*.

Jumlah cabang. Dihitung jumlah cabang pada seluruh semai selama pengamatan penelitian secara visual dan dicatat pada *tally sheet*.

Biomassa anakan. Biomassa anakan diukur pada pengamatan terakhir, dengan pengambilan dua sampel dari setiap perlakuan. Adapun yang diukur sebagai berikut:

- Berat basah
Ditimbang akar, batang, cabang dan daun setelah dibersihkan dari lumpur.
- Berat Kering Total
Ditimbang setelah anakan (akar, batang, cabang dan daun) dikeringkan pada suhu sekitar 105⁰ C selama 24 jam.

Persentase tumbuh. Jumlah semai yang hidup dan mati di kedua blok percobaan dihitung setiap minggu pengamatan.

Rancangan Percobaan. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan perlakuan berupa tingkat penggenangan. Perlakuan tersebut terbagi menjadi tiga taraf perlakuan, yaitu:

- a= Penggenangan sampai batas leher akar (a),
t= Penggenangan sampai interval ketinggian 1/4 < x ≤ 1/2 tinggi batang (t),
b= Penggenangan sampai interval ketinggian 1/2 < x ≤ 3/4 tinggi batang (b).

Setiap taraf perlakuan terdiri dari delapan individu semai yang diletakkan dalam dua blok umur, yakni blok 1 (umur 2 bulan) dan blok 2 (umur 4 bulan).

Analisis Data

Riap pertumbuhan pedada. Perhitungan riap pertumbuhan pedada, yaitu:

- a. Rata-rata ukuran respon pertumbuhan pedada,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij}}{n}$$

Keterangan: $\sum_{i=1}^n x_{ij}$ = jumlah rata-rata respon pertumbuhan semai individu ke-i pada respon pertumbuhan/minggu ke-j; n = jumlah individu semai.

- b. Riap respon pertumbuhan pedada

- Riap mingguan: $\Delta x = \frac{x_n - x_{n-1}}{t_n - t_{n-1}}$

- Riap rata-rata mingguan: $\Delta x = \frac{x_n}{t_n}$

Keterangan: x_{n-1} = diameter/tinggi (cm)/biomassa (gram) sebelum minggu ke n; x_n = diameter/tinggi (cm)/biomassa pada minggu ke n; t_n = umur semai (minggu ke-n)

Penentuan Biomassa. Penentuan kadar biomassa dapat dihitung melalui pengukuran persen kadar air dan berat kering. Adapun perhitungannya menurut Haygreen dan Bowyer (1989), yaitu:

$$\text{Persen kadar air \% : KA} = \frac{\text{BBc} - \text{BKTc}}{\text{BKTc}} \times 100\%$$

$$\text{Berat kering tanur: BKT} = \frac{\text{BB}}{1 + \frac{\% \text{KA}}{100}}$$

Keterangan: BBc=berat basah contoh (gram); BKTc=berat kering tanur contoh (gram); BB=berat basah (gram).

Data hasil pengukuran dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA), apabila terdapat pengaruh yang nyata pada variabel percobaan, maka dilanjutkan dengan uji Duncan. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dan *software SAS (Statistical Analysis System) 9.1.3*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil sidik ragam pada seluruh variabel percobaan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil sidik ragam pertumbuhan semai pedada

Variabel	F Hitung
	Tingkat Penggenangan
Tinggi Semai	tn
Diameter Batang	**
Jumlah Daun	**
Jumlah Cabang	**
Jumlah Buku	*
Panjang Buku	tn
BKT	*
% Tumbuh	*
Riap Tinggi Semai	tn
Riap Diameter Batang	**
Riap Biomassa	*

Keterangan : tn : tidak berbeda nyata, * : berbeda nyata ($p < 0.05$), ** : sangat nyata ($p < 0.01$).

Berdasarkan hasil sidik ragam (Tabel 1), selama pengamatan 12 minggu, perlakuan penggenangan tidak memengaruhi variabel tinggi, panjang buku dan riap tinggi semai pedada, sebaliknya berpengaruh terhadap respon pertumbuhan lainnya.

Tinggi Semai

Berdasarkan nilai rata-rata tinggi semai pedada blok 2 (umur 4 bulan) memberikan rata-rata pertumbuhan tinggi tertinggi yaitu 82,27 cm dibandingkan pertumbuhan semai pedada pada blok 1 (umur 2 bulan) yang memiliki rata-rata pertambahan tinggi sebesar 48,41 cm (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata tinggi semai pedada berumur 2 dan 4 bulan

Blok	Rata-rata Pertumbuhan Tinggi semai (cm)
Blok 1 (umur 2 bulan)	48,21
Blok 2 (umur 4 bulan)	82,27

Diameter Batang

Berdasarkan uji lanjut Duncan, semai pedada di blok 2 (umur 4 bulan) memberikan rata-rata pertumbuhan diameter tertinggi yaitu 0,98 cm dibandingkan pertumbuhan semai pedada di blok 1 (umur 2 bulan) yang memiliki rata-rata pertumbuhan diameter sebesar 0,74 cm (Tabel 3).

Tabel 3. Rata-rata diameter batang semai pedada berumur 2 dan 4 bulan

Blok	Rata-rata Diameter (cm)
Blok 1 (umur 2 bulan)	0,74
Blok 2 (umur 4 bulan)	0,98

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa tingkat penggenangan sebatas leher akar (a) memberikan rata-rata diameter batang tertinggi (1,02 cm) dibandingkan tingkat penggenangan $1/4 < x \leq 1/2$ batang (0,78 cm) dan penggenangan $1/2 < x \leq 3/4$ batang (0,79 cm) (Tabel 4).

Tabel 4. Uji lanjut Duncan pengaruh penggenangan terhadap rata-rata diameter batang semai pedada selama periode pengamatan

Perlakuan (Tingkat Penggenangan)	Rata-rata diameter (cm)
Penggenangan (batas leher akar) (a)	1,02a
Penggenangan ($1/4 < x \leq 1/2$ batang) (t)	0,78b
Penggenangan ($1/2 < x \leq 3/4$ batang) (b)	0,79b

Keterangan : huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata

Jumlah Daun

Berdasarkan uji lanjut Duncan, pertambahan jumlah daun pada semai yang tergenang sampai batas leher akar lebih banyak (86 helai) dibandingkan dengan pertambahan jumlah daun pada semai dengan perlakuan tingkat penggenangan lainnya (Tabel 5). Disamping itu, semai berumur 4 bulan (blok 2) mempunyai pertambahan jumlah daun (48 helai) lebih banyak dari semai berumur 2 bulan (34 helai) (Tabel 6).

Tabel 5. Uji lanjut Duncan pertambahan daun semai pedada selama periode pengamatan

Perlakuan (Tingkat Penggenangan)	Rataan (helai)
Penggenangan (batas leher akar) (a)	86a
Penggenangan ($1/4 < x \leq 1/2$ batang) (t)	21b
Penggenangan ($1/2 < x \leq 3/4$ batang) (b)	16b

Keterangan : huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata

Tabel 6. Rata-rata jumlah daun pada semai pedada berumur 2 dan 4 bulan

Blok	Rataan (helai)
Blok 1 (umur 2 bulan)	34
Blok 2 (umur 4 bulan)	48

Jumlah Buku

Berdasarkan uji lanjut Duncan, pertambahan jumlah buku pada semai yang tergenang sampai $1/2$ tinggi batang lebih sedikit (28 buku) dibandingkan dengan pertambahan jumlah buku pada semai dengan perlakuan tingkat penggenangan lainnya (Tabel 7). Disamping itu,

semai berumur 4 bulan (blok2) mempunyai pertambahan jumlah buku (35 buku) lebih banyak dari semai berumur 2 bulan (26 buku) (Tabel 8).

Tabel 7. Uji lanjut Duncan pertambahan jumlah buku semai pedada selama periode pengamatan

Perlakuan (Tingkat Penggenangan)	Rataan (jumlah buku)
Penggenangan (batas leher akar) (a)	35a
Penggenangan($1/4 < x \leq 1/2$ batang) (t)	28b
Penggenangan ($1/2 < x \leq 3/4$ batang) (b)	32a

Keterangan : huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata

Tabel 8. Rata-rata jumlah buku pada semai pedada berumur 2 dan 4 bulan

Blok	Rataan (jumlah buku)
Blok 1 (umur 2 bulan)	26
Blok 2 (umur 4 bulan)	35

Jumlah Cabang

Berdasarkan uji lanjut Duncan, pertambahan jumlah cabang pada semai yang tergenang sampai batas leher akar lebih banyak (23 cabang) dibandingkan dengan pertambahan jumlah cabang pada semai dengan perlakuan tingkat penggenangan lainnya (Tabel 9). Disamping itu, semai berumur 4 bulan (blok 2) mempunyai pertambahan jumlah cabang (14 cabang) lebih banyak dari semai berumur 2 bulan (10 helai) (Tabel 10).

Tabel 9. Uji lanjut Duncan pertambahan cabang semai pedada selama periode pengamatan

Perlakuan (Tingkat Penggenangan)	Rataan (cabang)
Penggenangan (batas leher akar) (a)	23a
Penggenangan($1/4 < x \leq 1/2$ batang) (t)	8b
Penggenangan ($1/2 < x \leq 3/4$ batang) (b)	6b

Keterangan : huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata

Tabel 10. Rata-rata jumlah cabang pada semai pedada berumur 2 dan 4 bulan

Blok	Rataan (cabang)
Blok 1 (umur 2 bulan)	10
Blok 2 (umur 4 bulan)	14

Panjang Buku

Berdasarkan hasil uji Duncan, perlakuan penggenangan tidak berpengaruh terhadap pertambahan panjang buku. Adapun selama periode pengamatan semai berumur 2 bulan mempunyai panjang buku rata-rata (1,57 cm) yang lebih pendek dibandingkan semai berumur 4 bulan (2,44 cm) (Tabel 11).

Tabel 11. Rata-rata pertambahan panjang buku semai pedada berumur 2 dan 4 bulan

Blok	Rataan (cm)
Blok 1 (umur 2 bulan)	1,57
Blok 2 (umur 4 bulan)	2,44

Berat Kering Total (BKT)

Biomassa semai dengan perlakuan sebatas leher akar lebih tinggi (65,9 g) dibandingkan biomassa semai dengan perlakuan penggenangan lainnya (Tabel 12). Disamping itu, tampak bahwa biomassa semai berumur 4 bulan lebih tinggi (57,93 g) dibandingkan biomassa semai berumur 2 bulan (22,8 g) (Tabel 13).

Tabel 12. Uji lanjut Duncan Berat Kering Total semai pedada selama periode pengamatan

Perlakuan (Tingkat Penggenangan)	Rataan (g)
Penggenangan (batas leher akar) (a)	65,91a
Penggenangan($1/4 < x \leq 1/2$ batang) (t)	32,25bb
Penggenangan ($1/2 < x \leq 3/4$ batang) (b)	22,95b

Keterangan : huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata

Tabel 13. Rata-rata berat kering total pada semai pedada berumur 2 dan 4 bulan

Blok	Rataan (g)
Blok 1 (umur 2 bulan)	22,81
Blok 2 (umur 4 bulan)	57,93

Riap Tinggi, Diameter dan BKT

Hasil sidik ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa tingkat penggenangan tidak berpengaruh terhadap riap tinggi semai mingguan, tetapi riap tinggi semai tersebut berbeda antara semai berumur 2 bulan dan 4 bulan. Adapun, semai pedada pada blok 1 (umur 2 bulan) memberikan rata-rata riap tinggi semai tertinggi yaitu 0,50 cm/minggu dibandingkan riap tinggi semai pedada pada blok 2 (umur 4 bulan) yang memiliki rata-rata riap tinggi sebesar 0,40 cm/minggu (Tabel 14).

Tabel 14. Rata-rata riap tinggi semai pedada selama periode pengamatan

Blok	Rataan riap tinggi (cm/minggu)
Blok 1 (umur 2 bulan)	0,50
Blok 2 (umur 4 bulan)	0,40

Hasil uji lanjut Duncan, tingkat penggenangan sebatas leher akar (a) memberikan rata-rata riap diameter batang semai tertinggi (0,027 cm/minggu) dibandingkan tingkat penggenangan lainnya (Tabel 15).

Tabel 15. Uji lanjut Duncan pengaruh penggenangan terhadap riap diameter batang semai pedada selama periode pengamatan

Perlakuan (Tingkat Penggenangan)	Rata-rata riap(cm/minggu)
Penggenangan (batas leher akar) (a)	0,027a
Penggenangan($1/4 < x \leq 1/2$ batang) (t)	0,014b
Penggenangan ($1/2 < x \leq 3/4$ batang) (b)	0,010b

Keterangan : huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata

Berdasarkan hasil uji Duncan, rata-rata riap biomassa semai yang batangnya tergenang sebatas leher akar lebih tinggi (2,62 g/minggu) dibandingkan dengan riap biomassa semai dengan perlakuan tingkat penggenangan lainnya (Tabel 16). Sementara itu, rata-rata riap biomassa semai blok 2 (umur 4 bulan) lebih tinggi 2,07 g/minggu dibandingkan blok 1 (umur semai 2 bulan) (1,14 g/minggu) (Tabel 17).

Tabel 16. Uji lanjut Duncan riap rata-rata mingguan berat kering total semai pedada

Perlakuan (Tingkat Penggenangan)	Rataan (g/minggu)
Penggenangan (batas leher akar) (a)	2,62a
Penggenangan ($1/4 < x \leq 1/2$ batang) (t)	1,33b
Penggenangan ($1/2 < x \leq 3/4$ batang) (b)	0,87b

Keterangan : huruf yang berbeda menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata

Tabel 17. Rata-rata riap berat kering total semai pedada berumur 2 dan 4 bulan

Blok	Rataan (g/minggu)
Blok 1 (umur 2 bulan)	1,14
Blok 2 (umur 4 bulan)	2,07

Persentase Tumbuh

Semai pedada tumbuh dengan baik pada tingkat penggenangan sebatas leher akar (a) pada blok 1 maupun blok 2, sedangkan untuk tingkat penggenangan (t) $1/4 < x \leq 1/2$ batang mengalami penurunan persentase hidup pada blok 1 maupun blok 2. Tingkat penggenangan (b) $1/2 < x \leq 3/4$ batang, mengalami penurunan persentase tumbuh pada blok 2 (Tabel 18).

Tabel 18. Persentase tumbuh semai pedada selama periode pengamatan

Blok	Penggenangan	Jumlah Semai	Minggu Pengukuran												% Tumbuh
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Blok 1 (Umur 2 bulan)	a	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	100%
	b	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	100%
	t	8	8	8	8	8	8	8	8	8	7	7	7	7	87,50%
Blok 2 (Umur 4 bulan)	a	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	100%
	b	8	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6	5	5	62,50%
	t	8	8	8	8	8	8	8	6	6	6	5	5	5	62,50%

Pembahasan

Peningkatan paras muka air laut yang disebabkan oleh pemanasan global membuat kelangsungan hidup habitat mangrove terancam, terutama pada tingkat semai. Hasil dari penelitian ini salah satunya berguna untuk solusi penanaman dan restorasi mangrove secara tepat dengan menggunakan jenis yang adaptif terhadap penggenangan. Taniguchi *et al.* (1999) dalam Kusmana *et al.* (2009), menyimpulkan bahwa pemilihan spesies terbaik diperoleh dengan mula-mula mengidentifikasi jenis yang cocok dengan tinggi permukaan tanahnya, dengan mengacu kepada permukaan air pasang tertinggi dan permukaan air pasang terendah atau bisa disebut dengan tingkat penggenangan.

Pedada termasuk ke dalam jenis pioner yang tersebar di setiap pulau di Indonesia dan termasuk ke dalam kelompok mangrove utama dan umumnya digunakan sebagai restorasi hutan mangrove (Kusmana *et al.* 2005). Berdasarkan hasil sidik ragam (Tabel 1) selama pengamatan 12 minggu, perlakuan penggenangan tidak mempengaruhi variabel tinggi, panjang buku dan riap tinggi semai pedada, sebaliknya berpengaruh terhadap respon pertumbuhan lainnya. Hasil uji lanjut Duncan dari perlakuan tingkat penggenangan yang memberikan pengaruh respon berdasarkan hasil sidik ragam menjelaskan bahwa pedada memberikan respon pertumbuhan dengan nilai rata-rata paling tinggi pada tingkat penggenangan sebatas leher akar. Secara umum, tingkat penggenangan (t) ($1/4 < x \leq 1/2$ batang) memberikan respon yang tidak jauh berbeda dengan tingkat penggenangan sebatas

leher akar. Semai pada tingkat penggenangan (b) ($1/2 < x \leq 3/4$ batang) menunjukkan nilai rata-rata variabel pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan kedua tingkat penggenangan lainnya. Hal ini terkait dengan ekologi pedada yang tumbuh terutama disepanjang sungai, pasang surut yang rendah, di bagian mangrove yang salinitasnya relatif rendah, dan lebih menyukai salinitas rendah dengan masukan air tawar (Kusmana *et al.* 2009).

Pengukuran riap pertumbuhan dilakukan pada variabel tinggi, diameter, dan biomassa (BKT). Pertumbuhan riap tinggi semai dengan tingkat penggenangan sebatas leher akar menghasilkan nilai rata-rata riap tinggi semai paling baik (0,570 cm/minggu) dibandingkan dengan penggenangan lainnya, dan semai berumur 2 bulan (blok 1) mempunyai rata-rata riap tinggi yang lebih tinggi (0,502 cm/minggu) dibandingkan semai berumur 4 bulan. Pertambahan riap diameter batang semai menunjukkan tingkat penggenangan sebatas leher akar memberikan rata-rata diameter batang tertinggi (0,027 cm/minggu). Riap biomassa rata-rata mingguan tertinggi ditunjukkan oleh tingkat penggenangan sebatas leher akar pada semai berumur 4 bulan dengan riap sebesar 2,62 g/minggu. Secara keseluruhan rata-rata riap biomassa semai berumur 4 bulan lebih tinggi dibandingkan semai umur 2 bulan.

Perbedaan respon terhadap variabel pertumbuhan diperkirakan karena kurangnya ketersediaan oksigen yang disebabkan oleh tingginya penggenangan. Dalam menghadapi habitatnya berupa substrat lumpur dan selalu tergenang (reaksi anaerob), flora mangrove harus mampu beradaptasi dengan membentuk akar khusus

untuk dapat tumbuh dengan kuat dan membantu mendapatkan oksigen (Kusmana *et al.* 2009), dalam hal ini akar pasak (*pneumatophore*). Akar pasak pada semai mengalami kesulitan dalam penyerapan oksigen, dimana akar pasak semai belum mampu mencapai tinggi genangan air sehingga ketersediaan oksigen dalam tanaman tidak dapat dipenuhi. Selain itu, lamanya penggenangan diduga akan semakin menyulitkan semai untuk mendapatkan oksigen. Oleh karena itu, tingkat penggenangan yang semakin tinggi seperti pada perlakuan (b) ($1/2 < x \leq 3/4$ batang) menyebabkan respon pertumbuhan pedada yang kurang optimal dengan persentase hidup yang lebih rendah. Proses adaptasi perlu dilakukan oleh tanaman mangrove guna mendapatkan pasokan oksigen dari atmosfer dengan membentuk akar pada batang (akar gantung). Pembentukan akar gantung pada batang terjadi pada tingkat penggenangan (t) ($1/4 < x \leq 1/2$ batang) dan tingkat penggenangan (b) ($1/2 < x \leq 3/4$ batang) pada blok 1 (umur 2 bulan). Pembentukan akar pada batang menjadi salah satu tindakan adaptasi semai pedada terhadap tingkat penggenangan. Akar gantung adalah akar yang tidak bercabang yang muncul dari batang atau cabang bagian bawah tetapi biasanya tidak mencapai substrat. Akar gantung terdapat pada *Rhizophora*, *Avicennia* dan *Acanthus* (Kusmana *et al.* 2005).

Pengukuran biomassa total tanaman merupakan parameter yang paling baik digunakan sebagai indikator pertumbuhan tanaman, sebab biomassa total tanaman adalah bahan kering tanaman sebagai manifestasi dari semua proses dan peristiwa yang terjadi dalam pertumbuhan tanaman. Karena itu parameter ini dapat digunakan sebagai ukuran global pertumbuhan tanaman dengan segala peristiwa yang dialaminya (Sitompul dan Guritno, 1995). Tingkat penggenangan dan blok menyebabkan terjadinya respon terhadap berat kering total tanaman. Nilai rata-rata berat kering total terbesar ditunjukkan pada tingkat penggenangan sebatas leher akar, yang artinya pada penggenangan sebatas leher akar terjadi proses metabolisme yang paling baik dibandingkan dengan tingkat penggenangan lainnya. Biomassa pada bagian akar memiliki nilai tertinggi dari bagian tanaman lainnya pada kedua blok percobaan. Kandungan biomassa semai dipengaruhi oleh kadar karbohidrat semai. Organ-organ penyimpan karbohidrat dengan proporsi besar berada di organ di bawah permukaan tanah (Bliss 1975 dalam Fitter dan May 1992). Pohon dan organisme fotoautotrof lainnya melalui proses fotosintesis menyerap CO₂ dari atmosfer dan mengubahnya menjadi karbon organik (karbohidrat) dan menyimpannya dalam biomassa tubuhnya seperti batang, daun, akar, umbi, buah, dan lainnya (Sutaryo 2009).

Variabel persentase tumbuh menunjukkan indikator ketahanan tanaman terhadap perlakuan penggenangan. Berdasarkan hasil persentase tumbuh semai, tingkat penggenangan sebatas leher akar memiliki persentase tumbuh paling tinggi (100 %) dari tingkat penggenangan lainnya. Tingkat penggenangan $1/4 < x \leq 1/2$ batang pada blok 1 (umur semai 2 bulan) maupun blok 2 (umur semai 4 bulan) mempunyai persentase tumbuh yang cukup besar 87,50% dan

62,50%. Hal ini membuktikan bahwa pedada di dua blok dapat tumbuh dengan optimal pada tingkat penggenangan sebatas leher akar, dan pedada juga dapat tumbuh optimal pada tingkat penggenangan (t) ($1/4 < x \leq 1/2$ batang) dengan kondisi semai berumur 2 dan 4 bulan. Sayed (1995) dalam Kathiresan dan Bingham (2001) melaporkan bahwa semai *Avicennia marina* yang ditanam pada pot yang direndam dengan level air yang lebih tinggi menunjukkan banyak penutupan pada stomata, kehilangan kecerahan klorofil, dan sedikit penurunan kandungan potensial daun. Namun setelah perendaman pemulihan pertumbuhan relatif cepat, sehingga yang bersangkutan memprediksi bahwa *A. marina* dapat mengkolonisasi daratan supratidal bila muka air laut naik.

Pengaruh tingkat penggenangan yang tinggi juga terjadi pada jenis lainnya seperti *Bruguiera gymnorhiza* dan *R. mucronata*. Permatasari (2011) melaporkan, dalam periode waktu selama 12 minggu menunjukkan bahwa semai *B. gymnorhiza* menghasilkan respon yang berbeda-beda terhadap tingkat penggenangan baik pada kondisi naungan maupun naungan. Tingkat penggenangan sebatas leher akar pada kondisi naungan maupun tanpa naungan memberikan pengaruh paling baik terhadap pertumbuhan optimal *B. gymnorhiza*. Selain itu, jenis ini juga mampu beradaptasi dan tumbuh dengan baik hingga penggenangan batas $1/2$ tinggi bebas cabang (tbc) semai. Ambaraji (2011) juga melaporkan, dalam periode waktu selama 12 minggu telah membuktikan pertumbuhan *Rhizophora mucronata* dipengaruhi oleh tingkat kedalaman penggenangan air dan umur semai. Semai *R. mucronata* (bakau) berumur 7 bulan yang tergenang oleh air masin setinggi setengah dari batang semai tersebut menunjukkan respon pertumbuhan yang terbaik dibandingkan dengan umur semai lainnya (umur 2 dan 3 bulan). Hal ini menunjukkan bahwa jenis mangrove seperti *S. caseolaris*, *A. marina*, *B. gymnorhiza* dan *R. mucronata* tidak tahan dengan tingkat penggenangan yang tinggi. Oleh karena itu, peningkatan muka air laut akibat pemanasan global akan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan anakan mangrove.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah perlakuan tingkat penggenangan berpengaruh signifikan terhadap respon pertumbuhan semai *S. caseolaris*, kecuali terhadap tinggi batang, panjang buku, dan riap tinggi semai. Berdasarkan variabel pengujian, tingkat penggenangan sebatas leher akar pada semai umur 2 bulan dan 4 bulan memberikan pengaruh pertumbuhan paling baik. Selain itu, jenis pedada juga dapat tumbuh dengan baik hingga tingkat penggenangan $1/4 < x \leq 1/2$ batang pada umur 2 dan 4 bulan.

Saran

Penanaman semai *S. caseolaris* sebaiknya dilakukan pada penggenangan hingga batas leher akar.

Penanaman *S. caseolaris* dapat dilakukan pada daerah pasang surut dengan tinggi penggenangan maksimal hingga batas 1/2 tinggi batang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambaraji H. 2011. Pengaruh Umur dan Tingkat Penggenangan terhadap Pertumbuhan Semai Bakau (*Rhizophora mucronata* Lamk.) di Kawasan Ekowisata Mangrove Muara Angke, Jakarta Utara [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- [DRLPS] Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. 2008. Hutan mangrove Indonesia? Kondisi, Manfaat dan Pengelolaannya. <http://simrlps.dephut.go.id/mangrove/>. [16 Oktober 2011].
- Fitter AH, May RKM. 1992. *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kathiresan K, Bingham BL. 2001. *Biology of Mangrove and Mangrove Ecosystems*. USA: Center of Advanced Study in Marine Biology, Annamalai University, Parangipettai 608502 and Huxley College of Environmental Studies, Western Washington University, Bellingham, WA 98225.
- Kusmana C, Istomo, Wibowo C, Siregar IZ, Wilarso S, Tiryana T, Sukardjo S. 2009. *Manual Silvikultur Mangrove di Indonesia*. Jakarta: KOICA.
- Kusmana C, Wilarso S, Hilwan I, Pamoengkas P, Wibowo C, Tiryana T, Triswanto A, Yunasfi, Hamzah. 2005. *Teknik Rehabilitasi Mangrove*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Kusmana C. 2010. Respon Mangrove terhadap Perubahan Iklim Global: Aspek Biologi dan Ekologi Mangrove. Makalah disampaikan pada: *Lokakarya Nasional Peran Mangrove dalam Mitigasi Bencana dan Perubahan Iklim, KKP*; Jakarta, 14–15 Des 2010.
- Permatasari I. 2011. Respon Pertumbuhan Semai Tancang (*Bruguiera gymnorizha* Lamk) terhadap Tingkat Penggenangan di Kawasan Ekowisata Mangrove, Jakarta Utara [skripsi]. Bogor: Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Saenger P. 2000. *Mangrove Ecology, Silviculture and Conservation*. London: Kluwer Academic Publisher.
- Sitompul SM, Guritno B. 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suriani M. 2009. Hutan Mangrove Sebagai Penyerap Karbon Dalam Penanganan Penurunan Pemanasan Global. Di dalam: Sugiharto, Suriani M, editor. *Enlarging Teacher's Perspective On Global Warming Issues, To Prepare Student's Global Mindset: Carbon Trade and CCB (Climate, Community, and Biodiversity)*; Medan, 25 Apr 2009. Medan: USU Press, hlm 173–179.
- Sutaryo D. 2009. *Perhitungan Biomassa (Sebuah Pengantar untuk Studi Karbon dan Perdagangan Karbon)*. Bogor: Wetlands International Indonesia Programme.