

PERLAKUAN NAUNGAN DAN PEMBERIAN NaCl UNTUK MENGHAMBAT PERTUMBUHAN BATANG BAWAH KARET (*HEVEA BRASILIENSIS* MUELL ARG.)

*Treatment of Shading and NaCl Application
to Inhibit Growth of Rubber Rootstock (Hevea brasiliensis Muell Arg.)*

Lestari ADMOJO*, Mudita Oktorina NUGRAHANI, dan Nur Eko PRASETYO

Balai Penelitian Getas, Pusat Penelitian Karet
Jalan Pattimura KM 6 PO BOX 804, Salatiga 50702 Jawa Tengah

*Email : tariadmojo@gmail.com

Diterima : 17 April 2018 / Disetujui : 31 Mei 2018

Abstract

The problem of rubber seed storage could be overcome by seedling storage where growth of seedling is inhibited through application of shading and NaCl treatment. The research aims to understand the effect of shading duration and NaCl application on rubber rootstock. Each treatment repeated 3 times with 30 seeds for each replication. Observation had been done to root growth, shoot height, stem diameter and plant height. The results showed that 0,5% NaCl and 96% shading treatment significantly inhibited growth of rubber rootstock shoot height up to 43% – 60% and stem diameter up to 41% – 65%, but not for root length. The growth inhibition continued into seven months after transplanting, where the growth inhibition reached 13% – 36% for stem diameter and 20% – 39% for plant height. One month shading treatment showed the highest result for stem diameter reached 5.88 mm and budding success reached 50% at seven months after transplanting.

Keywords : Growth inhibition; NaCl; rootstock; rubber seedling; shading

simpan *seedling* terhadap pertumbuhan batang bawah karet. Masing-masing perlakuan diulang tiga kali dengan tiga puluh bibit setiap ulangan. Pengamatan meliputi panjang akar, tinggi tunas, diameter batang dan tinggi tanaman, baik saat di rumah kaca maupun setelah pindah lapang. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan naungan 96% dan penyemprotan NaCl 0,5% di bawah naungan nyata menghambat pertumbuhan tunas hingga 43-60% dan diameter batang hingga 41-63%, namun tidak menghambat pemanjangan akar. Hambatan pertumbuhan berlanjut hingga tujuh bulan setelah pindah lapang, mencapai 13-36% untuk diameter batang dan 20-39% untuk tinggi tanaman. Perlakuan lama naungan satu bulan menunjukkan nilai tertinggi untuk diameter batang dan tingkat keberhasilan okulasi, yaitu 5,88 mm dan 50% pada umur tujuh bulan setelah pindah lapang.

Kata kunci : Batang bawah; hambatan pertumbuhan; NaCl; naungan; *seedling* karet

PENDAHULUAN

Abstrak

Masalah penyimpanan biji pada tanaman karet antara lain dapat diatasi dengan penyimpanan *seedling* dengan cara menghambat pertumbuhannya. Hambatan tersebut dapat dilakukan dengan aplikasi naungan dan pemberian NaCl. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama naungan dan pemberian NaCl pada

Biji tanaman karet mengalami penurunan viabilitas yang cepat dalam beberapa hari, sehingga penyimpanan biji masih menjadi kendala utama saat ini. Penyimpanan semaian biji (*seedling*) menggunakan metode penghambatan pertumbuhan diharapkan mampu menjadi alternatif untuk mempertahankan ketersediaan batang bawah tanpa kehilangan kemampuan tumbuh setelah

masa simpan. Metode penghambatan pertumbuhan pada prinsipnya adalah menekan pertumbuhan *seedling* selama masa penyimpanan dengan memanipulasi kondisi lingkungan tempat simpan atau pemberian zat penghambat pertumbuhan tertentu dengan tetap mempertahankan daya hidupnya (Krishnapillay *et al.*, 1999). Salah satu cara untuk memanipulasi kondisi lingkungan adalah dengan penempatan *seedling* di bawah naungan. Tanaman karet termasuk tanaman yang membutuhkan intensitas cahaya penuh untuk pertumbuhannya, sehingga perlakuan naungan dapat menjadi faktor penghambat pertumbuhan. Selain penempatan di bawah naungan, aplikasi penyemprotan NaCl juga diharapkan mampu menekan pertumbuhan dalam penyimpanan.

Sodium chloride atau NaCl adalah zat yang memiliki tingkat osmotik yang tinggi, sehingga dapat berfungsi sebagai medium inhibitor dalam proses metabolisme tanaman. Penyimpanan *seedling* dengan aplikasi penyemprotan NaCl di bawah naungan berhasil dilakukan pada beberapa tanaman berkayu, seperti pada tanaman kayu bawang (*Dysoxylum moliscimum*) pada konsentrasi NaCl 0,5% (Syamsuwida & Aminah, 2011), tanaman *Agathis loranthifolia* pada konsentrasi NaCl 5% (Satjapradja, Setyaningsih, Syamsuwida, & Rahmat, 2006), tanaman mimba (*Azadirachta indica*) (Syamsuwida, Aminah & Ateng, 2010), dan tanaman *Shorea selanica* (Suminta, 2004). Mekanisme penyerapan tanaman terhadap larutan garam yang diberikan pada media serupa pada larutan garam yang disemprotkan ke arah daun dimana garam yang terlarut dalam air dapat masuk ke ruang inter selular melalui lubang stomata. NaCl konsentrasi rendah dapat memicu stres garam pada tanaman sehingga diharapkan dapat menekan pertumbuhan tanaman, namun tidak sampai meracuni tanaman dan menyebabkan kematian.

Mekanisme hambatan pertumbuhan yang diakibatkan oleh NaCl dapat terjadi melalui: (1) Menurunkan potensial air, sehingga sel tanaman sulit menyerap air dari luar. (2) Stres NaCl menginduksi Reaktif Oksigen Spesi (ROS), yang memicu stres oksidatif sekunder, mengganggu

homeostatis redoks selular dan merusak komponen sel dan strukturnya. (3) Stres garam memberi pengaruh negatif terhadap rekonstruksi dinding sel dan re-sintesis yang mengganggu pemanjangan dan pembelahan sel-sel akar (Bina & Bostani, 2017).

Pada *seedling* jambu mete (*Anacardium occidentale*) mekanisme hambatan pertumbuhan akibat stres garam berhubungan dengan hambatan pengurangan cadangan makanan pada kotiledon. Mobilisasi lipid dihambat oleh NaCl akibat pengurangan aktivitas lipase saat awal kemunculan dan perkembangan *seedling*. Hal tersebut juga menghambat akumulasi pati pada kotiledon yang berhubungan dengan rendahnya aktivitas sintase pati yang menghambat aktivitas amilolitik dan fosforilase pati saat perkembangan *seedling*. Mobilisasi protein dihambat oleh NaCl, yang teramati dengan adanya akumulasi asam amino dan hambatan aktivitas proteolitik pada *seedling* yang mengalami stres garam (Marques, de Freitas, Nara, Prisco & Gomes-Filho, 2013).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penyemprotan NaCl 0,5% dan lama naungan yang berbeda terhadap pertumbuhan akar, tinggi tunas dan diameter batang setelah perlakuan dan pertumbuhan lanjutannya setelah pindah lapang pada *seedling* tanaman karet.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca dan persemaian lapangan, Balai Penelitian Getas pada bulan Maret 2016 hingga Maret 2017. Bahan yang digunakan berupa kecambah klon PB 260 stadium jarum, larutan NaCl 0,5%, fungisida Dythane M-45, pupuk NPK dan media serbuk gergaji lembab 100%. Alat yang digunakan adalah akuarium dengan ukuran 40 x 40 x 60 cm, *roottrainer*, lux meter, timbangan, alat okulasi, semprotan, gembor, gunting, ember, cangkul, meteran, dan jangka sorong.

Perlakuan dalam Penelitian

Penelitian terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah perlakuan penyemprotan NaCl 0,5%, dan faktor kedua

adalah lama naungan. Penelitian terdiri dari 7 kombinasi perlakuan, meliputi :

- K0 : Kontrol (tanpa naungan dan tanpa NaCl)
- K1 : Naungan 96% selama 1 bulan
- K2 : Naungan 96% selama 2 bulan
- K3 : Naungan 96% selama 3 bulan
- P1 : Penyemprotan NaCl 0,5% + naungan 96% selama 1 bulan
- P2 : Penyemprotan NaCl 0,5% + naungan 96% selama 2 bulan
- P3 : Penyemprotan NaCl 0,5% + naungan 96% selama 3 bulan

Semaian biji stadium pancing sebanyak tiga puluh kecambah per ulangan perlakuan dipindahkan ke dalam media serbuk gergaji lembab (cukup basah) dengan ketebalan \pm 45 cm di bawah intensitas naungan 96%. Intensitas naungan 96% dengan menempatkan perlakuan di dalam rumah kaca dengan penambahan paranet pada bagian atas dan samping. Intensitas cahaya selanjutnya diukur menggunakan lux meter, dan menunjukkan persentase intensitas cahaya masuk sebanyak 3,85% (580-970 lux). Naungan 96% dipilih karena diduga bisa berperan dalam menghambat pertumbuhan *seedling* secara signifikan. Kecambah stadium pancing ditanam dengan perlakuan jarak tanam rapat (\pm 2 cm). Penyemprotan dengan NaCl 0,5% dilakukan pada rentang waktu satu minggu sekali.

Selanjutnya pada 1, 2 dan 3 bulan setelah perlakuan, masing-masing sebanyak 20 tanaman dipindah tanam di lahan persemaian untuk melihat pertumbuhan lanjutannya. Sebelum dipindah ke lapangan, *seedling* dipindah ke dalam *roottrainer* dengan media tanam menggunakan *top soil* dan *cocopeat* dengan perbandingan 2 : 1, daun dipangkas setengahnya dan dibiarkan dalam *roottrainer* selama satu hari. Pemeliharaan di lapangan meliputi penyiraman, pemupukan dan pengendalian penyakit. Okulasi dilakukan setelah umur bibit mencapai 6-7 bulan di lapangan.

Parameter Pengamatan dan Analisis Data

Pengamatan terhadap tanaman di rumah kaca dilakukan dengan mengukur panjang akar, panjang tunas dan diameter batang. Panjang akar dihitung dari leher akar hingga ujung akar tunggang,

sedangkan panjang tunas diamati dari pangkal tunas hingga titik tumbuh tunas. Diameter batang diukur pada ketinggian 5 cm dari leher akar.

Pengamatan terhadap tanaman setelah pindah lapang terdiri dari pertumbuhan tanaman, persentase tingkat kematian dan persentase tingkat keberhasilan okulasi. Pertumbuhan tanaman meliputi tinggi tanaman dan diameter batang yang diamati setiap bulan hingga bulan ketujuh. Tinggi tanaman diukur dari pangkal batang di atas permukaan tanah hingga titik tumbuh tunas, sedangkan diameter batang diukur pada ketinggian 5 cm di atas permukaan tanah. Okulasi dilakukan pada saat batang bawah berumur 6-7 bulan. Setelah okulasi dilakukan pengamatan tingkat keberhasilan okulasi di lapangan. Batang bawah persemaian lapangan digunakan sebagai tanaman kontrol.

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan sidik ragam dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dua faktor dan uji lanjut menggunakan Uji *Tukey* untuk data yang berbeda nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Panjang Akar, Tinggi Tunas dan Diameter Batang setelah Perlakuan

Tabel 1 menunjukkan hasil sidik ragam pengaruh perlakuan pemberian NaCl dan lama naungan terhadap parameter pengamatan panjang akar, tinggi tunas dan diameter batang. Penyemprotan NaCl memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap peubah panjang akar, berpengaruh nyata terhadap peubah tinggi tunas dan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap peubah diameter batang. Lama naungan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap peubah panjang akar, tinggi tunas maupun diameter batang. Interaksi antara pemberian NaCl dan lama naungan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap peubah panjang akar, namun pengaruhnya tidak nyata terhadap peubah tinggi tanaman dan diameter batang.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil sidik ragam pengaruh perlakuan terhadap peubah panjang akar, tinggi tunas, dan diameter batang *seedling* karet
 Table 1. Analysis of variances summary for root length, shoot height, and stem diameter of rubber seedling

Perlakuan <i>Treatments</i>	Panjang akar <i>Root length</i> (cm)	Tinggi tunas <i>Shoot height</i> (cm)	Diameter batang <i>Stem diameter</i> (mm)
A	8,79**	5,09*	2,54
B	100,52**	137,49**	28,31**
A*B	9,41**	2,03	1,37

Keterangan (*Remarks*) :

** = nyata pada taraf 1% (*significant at 1% level*)

* = nyata pada taraf 5% (*significant at 5% level*)

A = penyemprotan NaCl di bawah naungan (*NaCl under shading treatment*)

B = lama naungan (*shading duration*)

A*B = interaksi antara penyemprotan NaCl di bawah naungan dan lama naungan (*interaction between NaCl under shading treatment and shading duration*)

Hasil uji beda nyata dari peubah panjang akar, tinggi tunas dan diameter batang disajikan dalam Tabel 2. Rata-rata panjang akar menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar perlakuan. Pada perlakuan naungan saja, perbedaan lama naungan tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata yaitu 20,15 cm pada lama naungan satu bulan, 17,60 cm pada lama naungan dua bulan dan 16,96 cm pada lama naungan tiga bulan. Panjang akar pada lama naungan satu bulan nyata lebih tinggi dibandingkan kontrol yang hanya mencapai 12,92 cm, namun pada lama naungan tiga bulan, panjang akar nyata lebih rendah daripada kontrol yang mencapai 22,54 cm. Pada perlakuan penyemprotan NaCl di bawah naungan, panjang akar menunjukkan nilai yang nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan lama naungan saja maupun kontrol. Berturut-turut yaitu 24,98 cm pada lama naungan satu bulan, 25,70 cm pada lama naungan dua bulan dan 29,50 cm pada lama naungan tiga bulan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penyemprotan NaCl di bawah naungan hingga tiga bulan tidak menghambat pemanjangan akar *seedling* karet.

Pada beberapa tanaman, pengaruh dari keracunan NaCl akan berdampak pada pengurangan panjang akar. Hal ini disebabkan sel-sel meristem akar sensitif terhadap mineral garam di mana pembelahan sel secara mitosis berlangsung

sangat tinggi dalam pertumbuhan akar (Kusumiyati, Onggo & Habibah, 2017). Pada penelitian ini menunjukkan hasil yang sebaliknya, dimana perlakuan NaCl di bawah naungan menunjukkan panjang akar yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Hal ini diduga konsentrasi NaCl belum cukup efektif untuk menghambat pemanjangan akar, disamping naungan dapat memberi pengaruh yang positif terhadap pemanjangan akar. Pacholczak dan Szydlo (2010) dalam Pey (2012) juga membuktikan bahwa naungan memberikan pengaruh yang positif pada perakaran *Cornus alba* L. Stres garam juga mampu memicu pemanjangan akar tunggang pada simpan *seedling* kayu bawang (Hendromono, 2001). Pengaruh NaCl dapat menurunkan kadar air di dalam tanaman, sehingga akar merespon dengan memperluas daerah penyerapan air dengan cara memanjangkan sel-sel epidermis (Muzzayyanah, 2017). Selain konsentrasi NaCl, faktor lain mungkin berpengaruh yang menyebabkan hambatan pemanjangan akar tidak terjadi. Wahid *et al.* (1999) dalam Marques *et al.* (2013) menyatakan bahwa intensitas pengaruh stres garam terhadap hambatan pertumbuhan *seedling* tergantung beberapa faktor, yaitu asal biji (vigor, bentuk dan morfologi testa), kadar garam (konsentrasi dan waktu pelepasan) dan kondisi lingkungan sekitar biji (suhu, intensitas cahaya, kadar oksigen dan kelembaban).

Tabel 2. Rata-rata panjang akar, tinggi tunas dan diameter batang pada setiap perlakuan
Table 2. Average of root length, shoot height and stem diameter on each treatments

Perlakuan Treatments	Umur (bulan) Age (months)	Rata-rata panjang akar Average of root length (cm)	Rata-rata tinggi tunas Average of shoot height (cm)	Rata-rata diameter batang Average of stem diameter (mm)
Naungan	1	20,15 ^b	9,11 ^b	1,98 ^{ab}
	2	17,60 ^b	8,28 ^b	1,35 ^c
	3	16,96 ^b	11,77 ^b	2,24 ^a
NaCl+Naungan	1	24,98 ^a	10,10 ^b	1,79 ^{ab}
	2	25,70 ^a	12,25 ^{ab}	1,54 ^c
	3	29,50 ^{bc}	15,30 ^a	2,19 ^a
Kontrol	1	12,92 ^c	19,69 ^{ac}	3,36 ^b
	2	20,03 ^b	21,23 ^{ac}	3,67 ^b
	3	22,54 ^a	28,91 ^c	3,78 ^{bc}

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

Remaks : Figures followed by the same letter at the same column were not significantly different at 5 %.

Rata-rata tinggi tunas diantara perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda, dan masih nyata lebih rendah dibandingkan kontrol. Hambatan tinggi tunas pada perlakuan lama naungan satu bulan mencapai 54% (9,11 cm), lama naungan dua bulan mencapai 61% (8,28 cm) dan lama naungan tiga bulan mencapai 60% (11,77 cm). Pada perlakuan penyemprotan NaCl di bawah naungan juga mengalami hambatan pertumbuhan tunas, dimana rata-rata persentase hambatan lebih rendah dibandingkan perlakuan lama naungan saja. Hasilnya berturut-turut adalah 49% pada lama naungan satu bulan (10,10 cm), 43% pada lama naungan dua bulan (12,25 cm) dan 48% pada lama naungan tiga bulan (15,30 cm). Hasil tersebut menunjukkan bahwa lama naungan dan penyemprotan NaCl sangat menekan pertumbuhan tunas *seedling* karet. Hasil tersebut sejalan pada tanaman *Agathis loranthifolia*, dimana perlakuan naungan lebih menekan pertumbuhan tinggi tanaman dibandingkan perlakuan NaCl saja (Satjapradja *et al.*, 2006). Perlakuan naungan berat (lebih dari 75%) juga menghambat pertumbuhan tunas pada tanaman *Shorea selanica*, mencapai 59% lebih rendah dibandingkan kontrol tanpa naungan (Panjaitan, Wahyuningtyas, & Ambarwati, 2011).

Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa perlakuan naungan dan penyemprotan NaCl lebih menghambat tinggi tunas dibandingkan dengan panjang akar. Perlakuan NaCl 40 dS·m⁻¹ juga terbukti lebih berpengaruh terhadap panjang batang dibandingkan panjang akar pada tanaman cengkeh (*Caryophyllus aromaticus* L.) dan isabgol (*Plantago ovata* L.) (Bina & Bostani, 2017). Tanaman *C. innophyllum* yang disemaikan pada intensitas cahaya 650 lux, proses fotosintesis masih dapat berlangsung namun tidak maksimal sehingga menyebabkan hambatan pertumbuhan tinggi tanaman (Aminah & Syamsuwida, 2010). Selain naungan, cekaman salinitas juga dapat menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Chaves, Flexas, & Pinheiro, 2009). Hambatan tinggi tanaman kemungkinan juga berhubungan dengan pengaruh NaCl terhadap sintesis giberelin. Menurut Hawley (1981), NaCl tersusun dari Na⁺ dan Cl⁻ yang mana ion Cl⁻ nya secara analogis mempunyai sifat mekanisme yang sama dengan ion Cl yang terdapat dalam paklobutrazol, karena Cl merupakan elektrolit kuat sehingga dapat menimbulkan stres pada biosintesa giberelin. Giberelin merupakan hormon yang salah satunya berperan dalam pertumbuhan tanaman.

Rata-rata diameter batang menunjukkan hasil yang nyata lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Diameter batang menunjukkan pola yang sama antara perlakuan naungan dan penyemprotan NaCl di bawah naungan, dimana nilai keduanya tidak berbeda nyata. Hambatan tersebut pada perlakuan lama naungan satu bulan mencapai 41% (1,98 mm), lama naungan dua bulan mencapai 63% (1,35 mm) dan lama naungan tiga bulan mencapai 41% (2,24 mm). Hambatan diameter batang pada perlakuan NaCl mencapai 47% (1,79 mm) pada lama naungan satu bulan, 58% (1,54 mm) pada lama naungan dua bulan dan 43% pada lama naungan tiga bulan (2,19 mm). Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan naungan dan penyemprotan NaCl nyata menekan pertumbuhan diameter batang *seedling* karet. *Seedling* pada

tanaman kayu bawang juga menunjukkan hasil senada, bahwa perlakuan zat penghambat tumbuh pada umur simpan yang lebih lama menghasilkan nilai pertambahan diameter batang yang kecil (Syamsuwida & Aminah, 2011). Naungan berat juga mampu menekan pertumbuhan tinggi, diameter, berat kering pucuk dan berat kering akar pada tanaman *Shorea assamica* (Irawan & Darwo, 2017). Terhambatnya pertumbuhan diameter batang disebabkan hasil fotosintesis dan spektrum cahaya matahari kurang merangsang aktivitas hormon dalam proses pembentukan sel meristematik ke arah diameter batang, terutama pada intensitas cahaya rendah (Daniel, Helms & Baker, 1997). Gambar 1 menunjukkan perbedaan perakaran *seedling* karet setelah perlakuan.



Keterangan (remarks):

K1 : Naungan 96% selama 1 bulan (*One month of 96% shading*)

K2 : Naungan 96% selama 2 bulan (*Two months of 96% shading*)

K3 : Naungan 96% selama 3 bulan (*Three months of 96% shading*)

P1 : Penyemprotan NaCl 0,5% + naungan 96% selama 1 bulan (*NaCl 0.5% under one month of 96% shading*)

P2 : Penyemprotan NaCl 0,5% + naungan 96% selama 2 bulan (*NaCl 0.5% under two months of 96% shading*)

P3 : Penyemprotan NaCl 0,5% + naungan 96% selama 3 bulan (*NaCl 0.5% under three months of 96% shading*)

Gambar 1. Panjang akar dan tinggi tunas setelah perlakuan
Figure 1. Root length and shoot height after treatments

B. Diameter Batang dan Tinggi Tanaman Setelah Pindah Lapang

Tabel 3 menunjukkan hasil sidik ragam pengaruh perlakuan pemberian NaCl dan lama naungan terhadap parameter diameter batang dan tinggi tanaman pada umur enam dan tujuh bulan setelah pindah lapang. Data bulan keenam dan ketujuh ditampilkan sebagai perbandingan usia batang bawah umumnya siap diokulasi. Perlakuan penyemprotan NaCl maupun interaksinya dengan lama naungan sangat nyata berpengaruh pada peubah diameter batang baik pada umur enam maupun tujuh bulan setelah pindah lapang. Pada peubah tinggi tanaman umur enam dan tujuh bulan setelah pindah lapang, penyemprotan NaCl dan interaksinya dengan lama naungan berpengaruh nyata, sedangkan lama naungan tidak memberikan pengaruh yang nyata.

Hasil uji beda nyata dari peubah diameter batang dan tinggi tanaman pada umur enam dan tujuh bulan setelah pindah lapang disajikan dalam Tabel 4. Seluruh perlakuan menunjukkan hasil yang nyata lebih rendah dibandingkan kontrol, baik pada peubah diameter batang maupun

tinggi tanaman. Perlakuan lama naungan satu bulan menunjukkan hambatan diameter batang mencapai 13% (5,88 mm), lama naungan dua bulan mencapai 22% (5,27 mm) dan lama naungan tiga bulan mencapai 23% (4,93) pada umur tujuh bulan setelah pindah lapang dibandingkan dengan kontrol. Hambatan tinggi tanaman pada perlakuan lama naungan satu bulan mencapai 25% (43,17 cm), lama naungan dua bulan mencapai 31% (39,57 cm) dan lama naungan tiga bulan mencapai 39% (35,02 cm). Perlakuan NaCl di bawah naungan menunjukkan nilai rata-rata yang nyata lebih rendah untuk peubah diameter batang, dan nyata lebih tinggi untuk peubah tinggi tanaman dibandingkan perlakuan lama naungan saja pada umur tujuh bulan setelah pindah lapang. Hambatan diameter batang untuk perlakuan NaCl dengan lama naungan satu bulan mencapai 23% (5,25 mm), lama naungan dua bulan mencapai 36% (4,34 mm) dan lama naungan tiga bulan mencapai 35% (4,42 mm) pada umur tujuh bulan setelah pindah lapang dibandingkan dengan kontrol. Hambatan tinggi tanaman pada perlakuan NaCl dengan lama naungan satu bulan mencapai 24% (44,11 cm), lama naungan dua bulan mencapai 20% (46,23 cm) dan lama naungan tiga bulan mencapai 34% (38,06 cm).

Tabel 3. Rekapitulasi hasil sidik ragam pengaruh perlakuan terhadap diameter batang dan tinggi tanaman pada umur enam dan tujuh bulan setelah pindah lapang.

Table 3. Analysis of variances summary for stem diameter and plant height at sixth and seventh months after transplanting

Perlakuan Treatments	Diameter batang	Diameter batang	Tinggi tanaman	Tinggi tanaman
	bulan 6	bulan 7	bulan 6	bulan 7
	<i>Stem diameter</i>	<i>Stem diameter</i>	<i>Plant height</i>	<i>Plant height</i>
	6 months old	7 months old	6 months old	7 months old
	(mm)	(mm)	(cm)	(cm)
A	9,24**	10,66**	3,71*	4,09*
B	0,59	0,75	0,55	0,51
A*B	4,05**	4,71**	1,82*	1,94*

Keterangan (Remarks) :

** = nyata pada taraf 1% (significant at 1% level)

* = nyata pada taraf 5% (significant at 5% level)

A = penyemprotan NaCl dibawah naungan (*NaCl under shading treatment*)

B = lama naungan (*shading duration*)

A*B = interaksi antara penyemprotan NaCl dibawah naungan dan lama naungan (*interaction between NaCl under shading treatment and shading duration*)

Tabel 4. Rata-rata diameter batang dan tinggi tunas pada umur 6 dan 7 bulan setelah pindah lapang
 Table 4. Average of stem diameter and shoot height at 6 and 7 months after transplanting

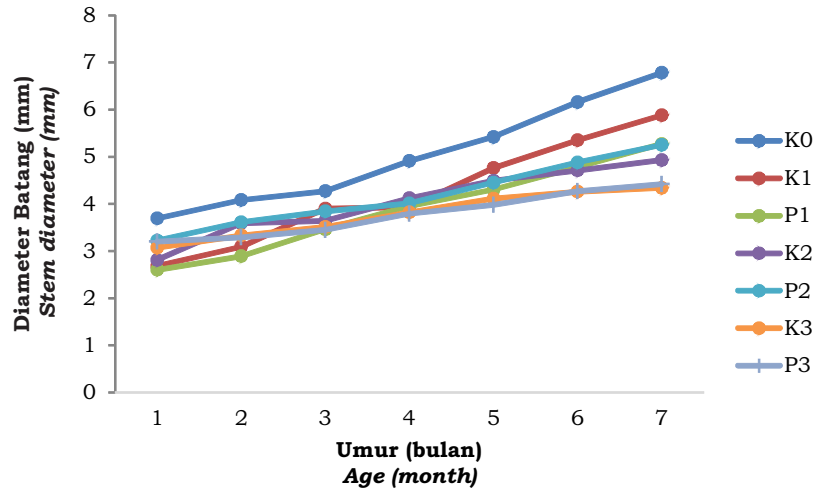
Perlakuan Treatments	Lama naungan (bulan) Shading Duration (months)	Diameter batang bulan 6 Stem diameter 6 month old (mm)	Diameter batang bulan 7 Stem diameter 7 month old (mm)	Tinggi tanaman bulan 6 Plant height 6 month old (cm)	Tinggi tanaman bulan 7 Plant height 7 month old (cm)
Naungan	1	5,35	5,88 ^b	36,37 ^b	43,17 ^b
	2	4,78	5,27 ^{bc}	36,73 ^b	39,57 ^{bc}
	3	4,71	4,93 ^{cd}	34,45 ^b	35,02 ^c
NaCl+Naungan	1	4,88	5,25 ^{bc}	42,21 ^{ab}	44,11 ^b
	2	4,26	4,34 ^d	45,47 ^{ab}	46,23 ^{ab}
	3	4,27	4,42 ^d	37,84 ^b	38,06 ^{bc}
Kontrol	0	6,16	6,78 ^a	51,06 ^a	57,75 ^a

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 5%.

Remarks : Figures followed by the same letter at the same column were not significantly different at 5%.

Pola perubahan diameter batang pada seluruh perlakuan sejak umur 1-7 bulan setelah pindah tanam ditunjukkan pada Gambar 2. Pola perubahan diameter batang setiap bulan cenderung lebih lambat pada seluruh perlakuan dibandingkan

dengan kontrol. Pola perubahan juga cenderung mengikuti nilai diameter batang sejak bulan pertama, jadi jika pada bulan pertama diameter batang sudah menunjukkan angka yang tinggi, bulan selanjutnya pertambahannya cenderung



Keterangan (Remarks):

K0 : Kontrol (Control)

K1 : Naungan 96% selama 1 bulan (One month of 96% shading)

K2 : Naungan 96% selama 2 bulan (Two months of 96% shading)

K3 : Naungan 96% selama 3 bulan (Three months of 96% shading)

P1 : Penyemprotan NaCl 0,5% + naungan 96% selama 1 bulan (NaCl 0.5% under one month of 96% shading)

P2 : Penyemprotan NaCl 0,5% + naungan 96% selama 2 bulan (NaCl 0.5% under two months of 96% shading)

P3 : Penyemprotan NaCl 0,5% + naungan 96% selama 3 bulan (NaCl 0.5% under three months of 96% shading)

Gambar 2. Pola perubahan diameter batang setiap bulan hingga bulan ketujuh setelah pindah lapang

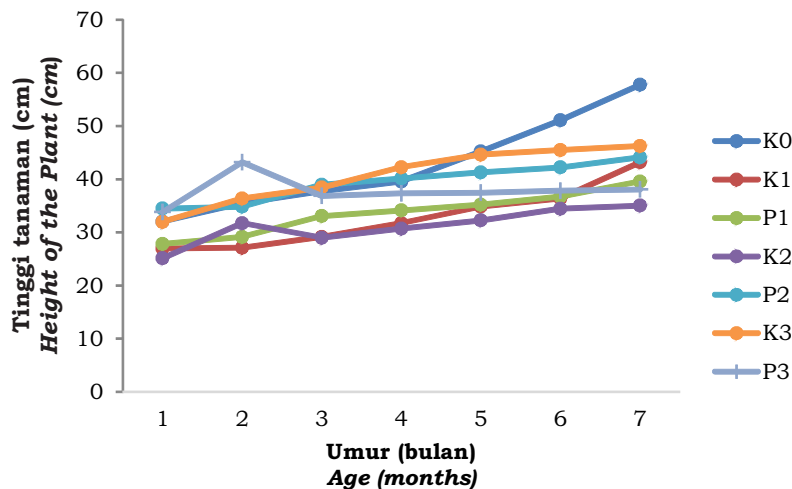
Figure 2. Stem diameter pattern of changes in every months up to seven months after transplanting

mengikuti. Perlakuan penyemprotan NaCl pada naungan yang lebih lama, cenderung menunjukkan pola pertambahan diameter yang melambat dari bulan pertama hingga bulan ketujuh, sehingga setelah bulan kelima nilainya cenderung lebih rendah dibandingkan perlakuan naungan saja.

Gambar 3 menunjukkan pola perubahan tinggi tanaman pada seluruh perlakuan sejak umur 1-7 bulan setelah pindah lapang. Tinggi tanaman seluruh perlakuan terhambat, dan nyata lebih rendah dibandingkan tanaman kontrol. Pola perubahan tinggi tanaman menunjukkan kecepatan yang hampir sama hingga lima bulan pengamatan diantara kontrol dan seluruh perlakuan. Pada bulan keenam dan ketujuh, kecepatan perubahan tinggi tanaman pada tanaman kontrol menunjukkan hasil yang nyata lebih cepat yang melampaui hasil seluruh perlakuan. Nilai tinggi tanaman di bulan pertama (setelah perlakuan) juga cenderung mempengaruhi nilai tinggi tanaman pada bulan-bulan selanjutnya. Nilai pada awal bulan yang tinggi, pada bulan-bulan

selanjutnya cenderung akan tetap semakin tinggi karena kecepatan perubahannya tidak jauh berbeda.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa hambatan pertumbuhan tetap berlanjut hingga tanaman pindah lapang. Munns dan Tester (2008) dalam Petrovic *et al.* (2016) menyatakan bahwa hambatan pertumbuhan akibat akumulasi garam pada awal perkembangan *seedling* adalah konsekuensi sebagai akibat potensial osmotik yang diinduksi oleh kadar garam. Pada tahap selanjutnya, pengaruh toksik dari ion Na^+ yang terakumulasi pada organ daun juga menjadi faktor yang akan menghambat pertumbuhan tanaman selanjutnya. Stres garam juga menyebabkan penurunan aktivitas lipase yang selanjutnya memicu pengurangan akumulasi pati akibat rendahnya aktivitas sintase pati pada tahap awal perkembangan. Pada tahap selanjutnya akan menghambat aktivitas fosforilase pati yang berdampak pada hambatan perkembangan *seedling* (Marques *et al.*, 2013).



Keterangan (Remarks):

K0 : Kontrol (Control)

K1 : Naungan 96% selama 1 bulan (One month of 96% shading)

K2 : Naungan 96% selama 2 bulan (Two months of 96% shading)

K3 : Naungan 96% selama 3 bulan (Three months of 96% shading)

P1 : Penyemprotan NaCl 0,5% + naungan 96% selama 1 bulan (NaCl 0.5% under one months of 96% shading)

P2 : Penyemprotan NaCl 0,5% + naungan 96% selama 2 bulan (NaCl 0.5% under two months of 96% shading)

P3 : Penyemprotan NaCl 0,5% + naungan 96% selama 3 bulan (NaCl 0.5% under three months of 96% shading)

Gambar 3. Pola perubahan tinggi tanaman setiap bulan hingga tujuh bulan setelah pindah lapang

Figure 3. Plant height pattern of changes in every months up to seven months after transplanting

C. Tingkat Kematian dan Keberhasilan Okulasi

Tabel 5 menunjukkan hasil persentase tingkat kematian *seedling* pasca pindah lapang, dan persentase tingkat keberhasilan okulasi pada bulan keenam dan ketujuh. Rata-rata persentase kematian mencapai 20,83%. Tingkat kematian pada masa simpan satu bulan cenderung tinggi, mencapai 35% karena pada saat tanaman dipindah ke dalam *roottrainer* diinkubasi di rumah kaca hanya sekitar dua jam sebelum pindah lapang. Ternyata masa inkubasi yang singkat masih menunjukkan tingkat kematian yang cukup tinggi, sehingga pada perlakuan berikutnya tanaman diinkubasi selama satu hari di rumah kaca sebelum dipindah ke lapangan.

Pada batang bawah umur 6-7 bulan dilakukan okulasi dengan tingkat keberhasilan rata-rata 40%. Keberhasilan okulasi yang rendah diduga dipengaruhi oleh kondisi tanaman, dimana rata-rata diameter batang masih kurang dari 5 mm. Batang bawah karet sekalipun dapat diokulasi pada usia kurang dari empat bulan dengan diameter 4-5 mm, namun pada

praktiknya tidak mudah dilakukan. Rendahnya keberhasilan okulasi, termasuk pada tanaman kontrol juga diduga akibat pengaruh iklim dimana okulasi dilakukan pada kondisi curah hujan tinggi, sekitar bulan Desember-Januari. Cuaca turut menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan okulasi. Kumar (2001) menyatakan bahwa beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan okulasi antara lain keterampilan okulator, kompatibilitas antara batang bawah-batang atas, suhu, cuaca, umur jaringan tanaman, orientasi batang atas, kelembaban tanah dan kesehatan tanaman.

Sebelum dipindah lapang, dianjurkan *seedling* dipindah dalam *roottrainer* dan diinkubasi di rumah kaca lebih lama untuk mencegah stres pemindahan dan mengurangi tingkat kematian. Perlu penelitian dan pengamatan lanjutan dengan umur okulasi setelah tujuh bulan (diameter batang >6 mm) hingga seberapa lama usia batang bawah mencapai keberhasilan okulasi yang optimal. Perlu juga diamati pertumbuhan tanaman pasca okulasi.

Tabel 5. Persentase tingkat kematian dan keberhasilan okulasi pada bulan keenam hingga ketujuh

Table 5. Achievement of budding success and death percentage level since the sixth month until the seventh month

Hasil pengamatan (%)	Kontrol Control	Perlakuan Treatment						Rata-rata Average
		Lama naungan (bulan) Shading duration (month)			NaCl+Naungan (bulan) NaCl+Shading (month)			
Observation result (%)		1	2	3	1	2	3	
Tingkat kematian	0	35	15	20	25	15	15	20,83
Keberhasilan okulasi	65	50	40	35	45	35	35	40,00

KESIMPULAN

Perlakuan naungan 96% dan penyemprotan NaCl 0,5% di bawah naungan nyata menghambat pertumbuhan tunas hingga 43-60% dan diameter batang hingga 41-63%, namun tidak menghambat pemanjangan akar pada *seedling* tanaman karet hingga umur tiga bulan setelah perlakuan. Hambatan pertumbuhan berlanjut hingga tujuh bulan setelah pindah lapang, mencapai 13-36% untuk diameter batang dan 20-39% untuk tinggi tanaman. Perlakuan lama naungan satu bulan menunjukkan nilai tertinggi untuk diameter batang dan tingkat keberhasilan okulasi, yaitu 5,88 mm dan 50% pada umur tujuh bulan setelah pindah lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, A., & Syamsuwida, D. (2010). Pemberian bahan pengatur tumbuh untuk menghambat pertumbuhan semai nyamplung. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian* (p. 114-121). Bandung, Indonesia.
- Bina, F., & Bostani, A. (2017). Effect of salinity (NaCl) stress on germination and early seedling growth of three medicinal plant species. *Advancements in Life Sciences*, 4(3), 77-83.
- Chaves M. M., Flexas, J., & Pinheiro, C. (2009). Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*, 103(4), 551-560. Doi : 10.1093/aob/mcn125
- Daniel, T. W., Helms J.A., & Baker F.S. (1997). *Prinsip-prinsip silvikultur*. Edisi Kedua. Yogyakarta, Indonesia : Gadjah Mada University Press.
- Hawley, G.G. (1981). *Condenses Chemical Dictionary 10th ed.* New York, US : Nostrand Reihold. Co
- Hendromono. (2001). *Batas toleransi bibit Gmelina (Roxb.) dan Mahoni (King) terhadap kandungan garam air penyiraman.* *Buletin Penelitian Hutan.* Bogor, Indonesia : Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam.
- Irawan, A., & Darwo. (2017). Respon pertumbuhan semai *Shorea assamica* Dyer terhadap tingkat naungan dan perlakuan bahan penghambat tumbuh. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 6(1), 21-29. Doi : 10.18330/jwallacea.2017.vol6iss1pp21-29
- Krishnapillay, B., Tsan, F. Y., Marzalina, M., Jayanthi, N., & Nashatul, Z. (1999). Slow growth as a method to ensure continuous supply of planting materials for recalcitrant seed species. Marzalina, M.; K.C Khoo; Jayanthi N.; Tsan F. Y. and B. Krishnapillay (eds). *Proc. IUFRO Seed Symposium 1998 'Recalcitrant Seeds* (Pp. 280-285). Kuala Lumpur, Malaysia : Forest Research Institute Malaysia
- Kumar, G.N.M. (2011). *Propagation of plants by grafting and budding.* Washington, US : Pacific Northwest Extension Publication.
- Kusumiyati., Onggo, T.M., & Habibah, F.A. (2017). Pengaruh konsentrasi larutan garam NaCl terhadap pertumbuhan dan kualitas bibit lima kultivar asparagus. *Jurnal Hortikultura*, 27(1), 79-86. Doi : 10.21082/jhort.v27n1.2017.p79-86
- Marques, E.C., Freitas, P.A.F., Nara, L.M., Prisco, A.J.T., & Gomes-Filho, E. (2013). Increased Na⁺ and Cl⁻ accumulation induced by NaCl salinity inhibits cotyledonary reserve mobilization and alters the source-sink relationship in establishing dwarf cashew seedlings. *Acta Physiologia Plantarum*, 35(7), 2171-2182. Doi : 10.1007/s11738-013-1254-5.

- Muzzayyanah, P.M. (2017). *Respon empat genotipe hotong terhadap cekaman salinitas di kultur hara*. (Skripsi), Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Indonesia.
- Panjaitan, S., Wahyuningtyas., R.S., & Ambarwati, D. (2011). Pengaruh naungan terhadap proses ekofisiologi dan pertumbuhan semai *Shorea selanica* (DC.) Blume di persemaian. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 5(2), 73-82. Doi : 10.20886/jped.2011.5.2.73-82
- Petrovic, G., Jovicic, D., Nikolic, Z., Tamindic, G., Ignjatov, M., Milosevic, D., & Milosevic, B. (2016). Comparative study of drought and salt stress effects on germination and seedling growth of pea. *Genetika*, 48(1), 373-381. Doi :10.2298/GENSR1601373P
- Pey, S. C. (2012). *Effect of shading on srowth of stock plants and subsequent rooting of cuttings of Aquilaria microcarpa Baill.* (Thesis), Faculty of Resource Science and Technology, University Malaysia Sarawak, Malaysia.
- Satjapradja, O., Setyaningsih, L., Syamsuwida D., & Rahmat, A. (2006). Kajian penggunaan paclobutrazol terhadap pertumbuhan semai *Agathis loranthifolia*. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 12(1), 63-73.
- Suminta, I. (2004). *Pengaruh paclobutrazol dan NaCl terhadap pertumbuhan semai Agathis selanica Blume pada beberapa periode dan kondisi simpan*. (Skripsi), Fakultas MIPA, Universitas Pakuan, Indonesia
- Syamsuwida, D., Aminah, A., & Ateng, R.H. (2010). Pemberian zat pengatur tumbuh untuk menghambat pertumbuhan semai mimba (*Azadirachta indica*) selama penyimpanan. 2011. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(1), 23-31. Doi : 10.20886/jpht.2010.7.1.23-31.
- Syamsuwida, D., & Aminah, A. (2011). Teknik penyimpanan semai kayu bawang (*Dysoxylum moliscimum*) melalui pemberian zat penghambat tumbuh dan pengaturan naungan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 8(3), 147 - 153 . Doi : 10.20886/jpht.2011.8.3.147-153.