

PENGARUH PERLAKUAN CEKAMAN KEKERINGAN TERHADAP PERTUMBUHAN SEMAI CEMPACA WASIAN, NANTU, DAN MAHONI

(Effect of Drought Stress Treatment Towards Growth of Seedlings of Cempaka Wasian, Nantu, and Mahoni)

Arif Irawan,^{1*} Hanif Nurul Hidayah,¹ dan Nina Mindawati²

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manado
Jl. Tugu Adipura Raya Kel. Kima Atas Kec. Mapanget Kota Manado, Sulawesi Utara, 95259, Indonesia

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor, Jawa Barat, 16610, Indonesia

Article Info

Article History:

Received 29 June 2018;
received in revised
form 05 December
2018; accepted 06
December 2018.
Available online since
29 March 2019

Kata Kunci:

Cempaka wasian,
cekaman kekeringan,
pertumbuhan,
mahoni,
nantu

Keywords:

Cempaka wasian,
drought stress,
growth,
mahoni,
nantu

ABSTRAK

Perubahan iklim telah mempersingkat waktu musim penghujan dibandingkan musim kemarau di wilayah Sulawesi Utara. Fenomena *El Nino* yang terjadi tahun 2015 berdampak pada kematian tanaman cengkeh akibat kekeringan. Uji coba cekaman kekeringan pada beberapa jenis tanaman kehutanan di daerah Sulawesi Utara menjadi hal yang perlu dilakukan seiring dengan kondisi tersebut. Pengembangan hutan tanaman jenis cempaka wasian (*Magnolia tsiampaca* (Miq.) Dandy), nantu (*Palaquium obtusifolium* Burck), dan mahoni (*Swietenia macrophylla* King) telah dilakukan oleh masyarakat di Sulawesi Utara sejak lama dan memiliki prospek yang sangat baik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui respon pertumbuhan semai jenis cempaka wasian, nantu, dan mahoni akibat kondisi cekaman kekeringan. Penelitian dilakukan dengan melaksanakan uji coba simulasi pada tingkat semai dengan perlakuan yang akan diuji yaitu volume dan interval penyiraman. Volume penyiraman terdiri dari 3 tingkat, yaitu penyiraman 100%, 50%, dan 25% dari kapasitas lapang, sedangkan interval penyiramannya meliputi penyiraman 1 hari sekali, 3 hari sekali dan 5 hari sekali selama 18 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis tanaman nantu memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kondisi cekaman kekeringan dibandingkan dengan jenis tanaman mahoni dan cempaka wasian.

ABSTRACT

Climate change has shortened the rainy season compared to the dry season in North Sulawesi. The *El Nino* phenomenon occurred in 2015 had an impact on the death of clove plants due to drought. Drought stress testing on several types of forestry plants in the North Sulawesi area is a matter that needs to be done in line with these conditions. Development of cempaka wasian (*Magnolia tsiampaca* (Miq.) Dandy), nantu (*Palaquium obtusifolium* Burck), and mahoni (*Swietenia macrophylla* King) plantations have been carried out by communities in North Sulawesi for a long time and have very good prospects. The research was done by conducting a simulation test at seedling level with treatment to be tested on volume and interval of watering. The watering volume consists of 3 levels, i.e. 100%, 50%, and 25% watering of the field capacity, while the watering intervals included once-daily, 3-day and 5-day watering once for 18 weeks. The results showed that nantu species has better resistance to drought stress conditions compared with mahogany and cempaka wasian.

* Corresponding author. Tel: +62 85100666683
E-mail address: arif_net23@yahoo.com (A. Irawan)

I. PENDAHULUAN

Fenomena perubahan iklim telah memberi pengaruh yang cukup nyata terhadap makhluk hidup. Perubahan iklim merupakan suatu kondisi yang ditandai dengan berubahnya pola iklim dunia yang mengakibatkan cuaca tidak menentu (Hidayati & Suyanto, 2015) yang diakibatkan adanya akumulasi berlebihan dari gas rumah kaca yang terdapat di atmosfer dan dapat mengakibatkan terjadinya pergeseran musim, mempengaruhi anomali iklim dan memunculkan berbagai kondisi ekstrim, seperti kondisi kekeringan. Cekaman kekeringan dapat memberikan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman sehingga perlu dilakukan tindakan pencegahan agar tidak berdampak lebih besar. Pengaruh cekaman kekeringan tidak hanya menekan pertumbuhan dan hasil, bahkan menjadi penyebab kematian tanaman (Djazuli, 2010).

Kondisi kekeringan yang diakibatkan oleh adanya perubahan iklim telah mendorong penelitian untuk mengidentifikasi jenis tanaman yang mampu beradaptasi dengan baik. *Robinia pseudoacacia* merupakan salah satu jenis tanaman yang mampu bertahan pada kondisi cekaman kekeringan di Hungaria (Redei *et al.*, 2012); *Acer campestre* (L.), dan *A. platanoides* (L.) adalah jenis tanaman hutan yang memiliki tingkat kemampuan tinggi untuk bertahan dalam kondisi kekeringan di daerah Jerman (Kunz *et al.*, 2016); *Cedrela odorata* mampu mengalami periode gugur yang lebih pendek dalam uji kekeringan di hutan Bolivia (Poorter & Oliver, 2000); dan *Acacia* (*A. mangium* dan *A. auriculiformis*) termasuk ke dalam jenis toleran terhadap stres kekeringan dibandingkan jenis *Eucalyptus* (*E. camaldulensis*, *E. urophylla*, *E. grandis* dan *E. globulus*) di Saporu, Jepang (Novriyanti *et al.*, 2012).

Perubahan iklim telah mempersingkat waktu musim penghujan dibandingkan musim kemarau di wilayah Sulawesi Utara. Fenomena *El Nino* yang terjadi tahun 2015 berdampak pada kematian tanaman cengkeh akibat kekeringan. Uji coba cekaman kekeringan pada beberapa jenis tanaman kehutanan di daerah Sulawesi Utara menjadi hal yang perlu dilakukan seiring dengan terjadinya kejadian tersebut. Pengembangan hutan tanaman jenis cempaka wasian (*Magnolia tsiampaca*), nantu (*Palaquium obtusifolium*), dan mahoni (*Swietenia macrophylla*) telah lama dilakukan oleh masyarakat di Sulawesi Utara dan memiliki prospek yang sangat baik. Namun demikian, informasi terkait respon pertumbuhan dari ketiga jenis tanaman tersebut terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim khususnya yang memiliki ketersediaan air yang terbatas masih belum diketahui. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui respon pertumbuhan jenis cempaka wasian, nantu, dan mahoni akibat kondisi cekaman

kekeringan pada tingkat semai. Penelitian dilakukan dengan melaksanakan uji coba simulasi pada tingkat semai (rumah kaca) dari ketiga jenis tersebut untuk mengetahui respon ketahanannya terhadap kondisi cekaman kekeringan. Hal ini didasarkan adanya hubungan yang kuat antara hasil perlakuan cekaman pada percobaan di rumah kaca dan kondisi lapang untuk tanaman padi (Yullianida *et al.*, 2014).

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Juli 2017 di Persemaian Permanen Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (BPDASHL) Tondano Kima Atas yang berada di kompleks kantor Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Manado, Provinsi Sulawesi Utara.

B. Bahan dan Alat

Semai cempaka wasian, nantu, dan mahoni berasal dari Minahasa Selatan, Bolaang Mongondow, dan Gorontalo. Peralatan yang digunakan berupa polybag, media tanah, label, mistar, kaliper, timbangan digital, oven, dan alat tulis.

C. Prosedur Kerja

Semai setelah berumur 4 (empat) bulan dipilih dengan ukuran tinggi yang seragam yaitu sekitar 15 cm dan ditempatkan sesuai rancangan penelitian. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah acak lengkap yang disusun dengan pola faktorial, terdiri dari 2 (dua) faktor, yaitu: 1) volume penyiraman dan 2) interval penyiraman. Kegiatan penelitian ini dilakukan dalam rumah kaca sehingga air hujan tidak dapat masuk. Volume penyiraman terdiri dari 3 tingkat yakni penyiraman 25% dari kapasitas lapang atau disebut kekeringan (V1), penyiraman 50% dari kapasitas lapang atau disebut cukup air (V2) dan penyiraman 100% dari kapasitas lapang (KL) atau kondisi optimal (V3). Interval penyiraman terdiri dari 3 tingkat, yakni: penyiraman 1 hari sekali (I1), 3 hari sekali (I2), dan 5 hari sekali (I3) selama 18 minggu. Setiap perlakuan terdiri atas 3 ulangan, masing-masing sebanyak 10 (sepuluh) semai untuk semai cempaka wasian dan 5 (lima) semai untuk nantu dan mahoni. Parameter yang diamati adalah persen hidup, pertambahan tinggi dan diameter semai, berat kering daun, berat kering batang dan berat kering akar setelah penelitian berakhir. Uji sidik ragam digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diuji. Apabila menunjukkan pengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan volume dan intensitas penyiraman terhadap persen hidup semai, pertumbuhan tinggi dan diameter semai, berat kering daun, berat kering batang, dan berat kering akar untuk ketiga jenis tanaman yang diteliti disajikan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa terdapat interaksi antara volume air dan interval waktu yang diberikan untuk jenis cempaka wasian terhadap semua parameter, kecuali tinggi semai. Interaksi antara volume air dan interval waktu yang diberikan untuk jenis nantu dan mahoni hanya berpengaruh nyata terhadap persen tumbuh. Faktor tunggal volume air dan interval pemberiannya berpengaruh nyata pada semua respon yang diamati kecuali pada parameter berat kering tanaman (daun, batang dan akar) untuk jenis nantu serta berat kering batang dan akar untuk jenis mahoni. Uji lanjut baik faktor tunggal dan faktor interaksi pada respon yang diamati dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 (interaksi kedua faktor yang diuji) dapat diketahui bahwa perlakuan cekaman dengan volume penyiraman 25% kapasitas lapang dan interval waktu 5 hari sekali merupakan kombinasi perlakuan yang memberikan hasil persen hidup paling rendah dan berbeda secara statistik dengan interaksi perlakuan lainnya pada ketiga jenis tanaman yang diuji.

B. Pembahasan

Kemampuan dalam beradaptasi secara baik pada kondisi kekurangan air merupakan faktor utama yang digunakan dalam memilih suatu jenis tanaman untuk dapat dikembangkan pada lahan kering/ekstrim (Yulianti & Sudrajat, 2016). Hal ini dikarenakan tanaman akan memberikan respon yang beragam terhadap cekaman kekeringan berdasarkan tingkat ketahanannya (Ditmarova *et al.*, 2010). Hasil penelitian yang dilakukan pada cempaka wasian, nantu dan mahoni ini dapat diketahui bahwa perlakuan volume penyiraman 25% dari kapasitas lapang (KL) dengan intensitas penyiraman 5 hari sekali jika dibandingkan perlakuan lainnya memberikan pengaruh paling dominan terhadap perubahan kondisi daun. Perlakuan tersebut mengubah kondisi daun yang semula terlihat normal menjadi kering. Proses ini diawali dengan menggulungnya daun dan perubahan warnanya menjadi cokelat (Gambar 1). Hal ini diduga karena cekaman kekeringan perlakuan tersebut telah mengganggu proses metabolisme semai. Gejala penggulangan daun merupakan salah satu respon yang biasa dilakukan tanaman saat berada pada kondisi kekurangan air (Nio & Lenak, 2014). Terjadinya perubahan bentuk daun pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan mengindikasikan bahwa daun tidak dapat melakukan aktivitas metabolisme secara normal dan tidak dapat menyerap hara (Banyo *et al.*, 2013). Perlakuan cekaman menggunakan volume penyiraman 25% KL terhadap semai bambang lanang juga mengakibatkan sebagian daun menjadi layu dan

Tabel 1. Sidik ragam pengaruh perlakuan volume dan interval penyiraman terhadap persen hidup, pertumbuhan tinggi dan diameter, berat kering daun (BKD), berat kering batang (BKB), dan berat kering akar (BKA) semai cempaka wasian, nantu, dan mahoni pada umur 8 bulan.

Table 1. Analysis of variance on the effect of volume treatment and watering interval on percentage rate, height and diameter growth, leaf dry weight (LDW), stem dry weight (SDW), and roots dry weight (RDW) on cempaka wasian, nantu, dan mahoni at age of 8 months.

Sumber variasi (Source of variation)	db	Kuadrat tengah (Means square)					
		Persen (Percent)	Tinggi (Height)	Diameter (Diameter)	BKD (LDW)	BKB (SDW)	BKA (RDW)
Cempaka Wasian							
Volume (volume)	2	2137,03 **	33,34**	0,024**	1,10**	0,67**	2,34**
Interval (interval)	2	3803,70**	57,94**	0,023**	2,93**	0,56**	2,77**
Interaksi (interaction)	4	1259,25**	2,09ns	0,010**	0,23**	0,04*	0,28**
Nantu							
Volume (volume)	2	311,11**	8,62**	0,003*	0,02 ^{ns}	0,14*	0,10 ^{ns}
Interval (interval)	2	533,33**	21,14**	0,014**	0,02 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Interaksi (interaction)	4	311,11**	0,25 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}
Mahoni							
Volume (volume)	2	948,14**	14,54**	0,009**	0,19**	0,11 ^{ns}	0,16 ^{ns}
Interval (interval)	2	1792,59**	6,44**	0,003**	0,17**	0,12 ^{ns}	0,19 ^{ns}
Interaksi (interaction)	4	837,03**	2,33 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,16 ^{ns}

Keterangan: ** = Berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 99%, * = berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%; ns=tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

Remarks: **= Significantly different at 99% level; * = significantly different at 95% level, ns= non significantly different.

Tabel 2. Uji lanjut DMRT pengaruh tunggal perlakuan volume dan interval penyiraman terhadap pertambahan tinggi dan diameter, berat kering daun (BKD), dan berat kering batang (BKB) semai cempaka wasian, nantu, dan mahoni umur 8 bulan.

Table 2. DMRT for single volume treatment and watering interval on height and diameter growth, leaf dry weight (LDW), and stem dry weight (SDW), on cempaka wasian, nantu, dan mahoni at age of 8 months.

Perlakuan (Treatment)	Tinggi (Height) (cm)			Diameter (Diameter) (mm)		BKD (LDW) (g)	BKB (SDW) (g)
	Cempaka wasian	Nantu	Mahoni	Nantu	Mahoni	Mahoni	Nantu
Volume (Volume)							
V1	1,08c	0,83c	0,65b	0,03b	0,01b	0,24b	0,53a
V2	2,32b	1,18b	0,58b	0,03ab	0,03a	0,30b	0,43b
V3	3,03a	1,66a	1,72a	0,04a	0,04a	0,39a	0,43b
Interval (Inteval)							
I1	3,28a	1,96a	1,49a	0,05a	0,04a	0,39a	0,45
I2	2,18b	1,06b	0,92b	0,04b	0,03ab	0,28b	0,47
I3	1,66c	0,63c	0,56b	0,02c	0,02b	0,26b	0,47

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama dalam suatu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

Remarks: Value followed by the same letter on the same column indicate that there is no significant difference at 95% level.

berwarna coklat lalu mengering (Bramasto *et al.*, 2015).

Hasil analisis menggambarkan semai cempaka wasian dan mahoni tidak mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi kekeringan dibandingkan semai nantu. Parameter berat kering daun merupakan aktualisasi dari perkembangan organ daun dalam menghadapi uji coba cekaman kekeringan. Perbedaan yang nyata dari berat kering daun cempaka wasian dan mahoni mengindikasikan bahwa telah terjadi gangguan terhadap fungsi utama organ daun dalam mendukung proses fotosintesis dan transpirasi. Stomata merupakan bagian organ dalam daun yang berfungsi sebagai pintu keluarnya air dan penyerapan CO₂, sehingga cekaman kekeringan

menyebabkan distribusi air ke sel penjaga menurun dan terjadi penurunan tekanan turgor yang berdampak pada penutupan stomata, menurunkan pengambilan CO₂ dari udara, serta mengakibatkan penurunan laju fotosintesis (Anjum *et al.*, 2011). Sanches & Silva (2013) melaporkan bahwa kondisi cekaman kekeringan pada bibit *Bauhinia forficata* mampu menurunkan laju fotosintesis bersih sebanyak 61,8%. Cekaman kekeringan juga dapat menghambat produksi berat kering terutama melalui efek inhibitor dari perluasan dan pengembangan daun, sehingga menurunkan penangkapan cahaya. Menurut Akram *et al.* (2013) cekaman kekeringan menyebabkan laju fotosintesis menurun secara signifikan pada semua tahap pertumbuhan, selain

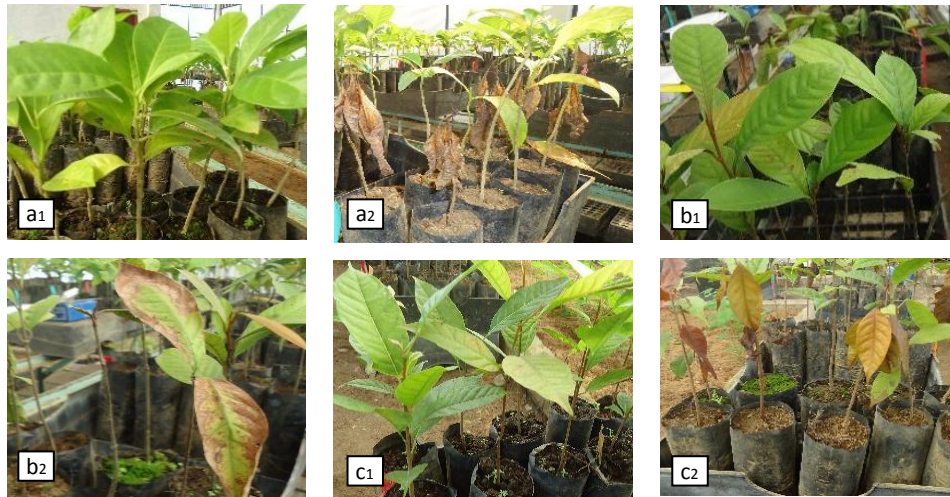
Tabel 3. Uji lanjut DMRT pengaruh interaksi perlakuan volume dan penyiraman terhadap persen hidup, pertambahan diameter, berat kering daun (BKD), berat kering batang (BKB), dan berat kering akar (BKA) semai cempaka wasian, nantu, dan mahoni umur 8 bulan.

Table 3. DMRT for volume treatment and watering on percent rate, height and diameter growth, leaf dry weight, stem dry weight, roots and dry weight on cempaka wasian, nantu, dan mahoni at age of 8 months.

Perlakuan (Treatment)		Persen hidup (Percentage rate) (%)			Diameter (Diameter) (mm)	BKD (LDW) (g)	BKB (SDW) (g)	BKA (RDW) (g)
Volume (Volume)	Interval (Inteval)	Cempaka wasian	Nantu	Mahoni	Cempaka wasian	Cempaka wasian	Cempaka wasian	Cempaka wasian
V1	I1	96,66a	100,00a	100,00a	0,07a	0,62a	0,44a	0,73a
	I2	90,00a	100,00a	93,33a	0,01b	0,21b	0,31b	0,44b
	I3	20,00c	66,66b	40,00b	0,02b	0,19b	0,24b	0,30b
V2	I1	100,00a	100,00a	93,33a	0,07a	0,70a	0,51a	0,92a
	I2	100,00a	100,00a	100,00a	0,05a	0,49a	0,43a	0,67a
	I3	70,00b	100,00a	93,33a	0,02b	0,25b	0,31b	0,45b
V3	I1	100,00a	100,00a	100,00a	0,07a	0,72a	0,54a	0,95a
	I2	100,00a	100,00a	100,00a	0,08a	0,58a	0,55a	0,77a
	I3	96,66a	100,00a	86,66a	0,06a	0,51a	0,44a	0,78a

Keterangan: Nilai yang diikuti dengan huruf yang sama dalam suatu kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

Remarks: Value followed by the same letter on the same column indicate that there is no significant difference at 95% level of confidence.



Gambar 1. Daun cempaka wasian (normal (a1), daun cempaka wasian akibat perlakuan cekaman (a2), daun nantu) normal (b1), daun nantu akibat perlakuan cekaman (b2), daun mahoni normal (c1), daun mahoni akibat perlakuan cekaman (c2).

Figure 1. Normal leaves of cempaka wasian (a1), leaf cempaka wasian due to the treatment of stress (a2), Normal leaves of nantu (b1), leaf nantu due to the treatment of stress (b2), Normal leaves of mahoni (c1), leaf mahoni due to the treatment of stress (c2).

itu laju transpirasi juga berkurang akibat cekaman kekeringan (Anggraeni *et al.*, 2015). Semakin rendah volume penyiraman dan semakin lama interval penyiraman yang diberikan (cekaman kekeringan) maka transpirasi juga akan semakin rendah. Zhu *et al.*, (2012) menyatakan bahwa terjadi penurunan laju transpirasi pada tanaman jagung (*Zea mays L.*) dalam kondisi kekeringan dibandingkan dengan kondisi cukup air. Subantoro (2014) juga menambahkan bahwa cekaman kekeringan menyebabkan proses pembelahan dan pembesaran sel terhambat sehingga menyebabkan penurunan jumlah daun dan luas daun pada pemberian air 50% - 25% kapasitas lapang.

Terganggunya perkembangan organ daun pada semai cempaka wasian yang diuji dalam penelitian ini juga mengakibatkan perkembangan organ lainnya mengalami hambatan. Sujinah & Jamil (2016) menyatakan bahwa kekeringan pada fase vegetatif menghambat pertumbuhan daun dan akar, dengan pengaruh yang tidak sama. Pertumbuhan daun menurun lebih besar daripada pertumbuhan akar sehingga terjadi penurunan nisbah tajuk-akar. Lebih lanjut Sujinah & Jamil (2016) juga melaporkan bahwa cekaman kekeringan akan mengubah partisi asimilat antar organ tanaman. Pertumbuhan bagian atas tanaman lebih banyak berkurang daripada bagian akar, karena bagian atas terjadi kekurangan air yang lebih besar. Hasil pengukuran berat kering batang dan akar pada jenis cempaka wasian memberikan perbedaan nilai yang nyata akibat perlakuan cekaman kekeringan (Tabel 3). Defisit air mengurangi jumlah daun per tanaman, ukuran

daun, dan umur daun dengan mengurangi potensi air tanah. Umumnya, ketika ketersediaan air terbatas, rasio akar-tunas tanaman meningkat karena akar menjadi kurang sensitif daripada tunas terhadap inhibitor pertumbuhan yaitu potensi air rendah (Li *et al.*, 2011). Cekaman kekeringan menyebabkan penurunan diameter akar, biomassa di atas tanah, biomassa di bawah tanah, biomassa total, panjang akar dan luas daun pada bibit jabon putih (Sudrajat *et al.*, 2015).

Pertumbuhan diameter dan tinggi semai ketiga jenis semai yang diuji menunjukkan nilai yang semakin rendah seiring dengan meningkatnya level kekeringan baik pada perlakuan volume penyiraman maupun interval penyiraman (Tabel 2 dan Tabel 3). Pertumbuhan tanaman yang melambat pada fase kekeringan pada dasarnya merupakan bentuk adaptasi untuk bertahan hidup. Anggraeni *et al.* (2015) menyatakan bahwa pertumbuhan akan melambat saat terjadi kekeringan, agar bibit tetap mampu mempertahankan fungsi fisiologisnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Yang *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa semakin sedikit air diberikan kepada bibit *black locust* (*Robinia pseudoacacia L.*) diketahui menghasilkan pertumbuhan diameter dan tinggi yang semakin rendah baik terhadap bibit yang diberikan perlakuan mikoriza maupun tanpa perlakuan mikoriza.

Cekaman kekeringan dengan perlakuan penyiraman 25% KL dan interval penyiraman waktu 5 hari sekali menghasilkan persen hidup terendah dibandingkan perlakuan lainnya untuk ketiga jenis semai yang diuji. Namun demikian, semai nantu memiliki persen hidup lebih baik jika

dibandingkan dengan semai cempaka wasian dan mahoni (Tabel 3). Hal ini diduga terdapat faktor internal berupa kandungan prolin yang dimiliki oleh semai nantu dibandingkan semai cempaka wasian dan mahoni. Singh dan Reddy (2011) menyatakan bahwa terdapat korelasi yang positif antara kandungan prolin yang dimiliki tanaman dengan kemampuannya untuk bertahan pada kondisi defisit air. Prolin adalah salah satu asam amino yang dihasilkan oleh tanaman saat mengalami stress abiotik (Barnett & Naylor, 1966). Prolin disintesis sebagai senyawa yang dapat menjaga tanaman tetap mempertahankan turgor sel (Kurnia & Suprihati, 2013) sehingga proses fisiologis dan biokimia tetap normal dalam keadaan cekaman kekeringan (Guo *et al.*, 2012). Kandungan prolin yang terdapat pada padi (Man *et al.*, 2011), karet (Rusli & Heryana, 2015) dan jabon putih (Sudrajat *et al.*, 2015) diketahui mampu memberikan pengaruh terhadap kemampuannya dalam beradaptasi pada kondisi kekeringan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pada tahap pertumbuhan semai, nantu merupakan jenis tanaman yang memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kondisi cekaman kekeringan dibandingkan jenis mahoni dan cempaka wasian hingga semai berumur 8 (delapan) bulan.

B. Saran

Uji coba pada tingkat lapang perlu dilakukan terhadap pertumbuhan nantu dalam kondisi kekeringan yang lebih nyata di alam terbuka sebagai kelanjutan dari hasil penelitian yang dilaksanakan pada tahap persemaian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kepala BP2LHK Manado, Ir. Dodi Garnadi, M.Si, Manajer dan Sekretaris Persemaian Permanen BPDASHL Tondano Kima Atas, Rudy Dapi, SP dan Prayitno, S.Hut serta Yeremias Kafiar (Teknisi Litkayasa) yang telah banyak memberikan bantuan selama pelaksanaan kegiatan penelitian ini hingga selesainya penulisan naskah.

DAFTAR PUSTAKA

Akram, H.M., Ali, A., Sattar, A., Rehman, H.S.U., Bibi, A. (2013). Impact of water deficit stress on various physiological and agronomic traits of three basmati rice *Iryza sativa* L.) cultivar. *The Journal Animal and Sciences*, 23(5), 1415-1423.

Anggraeni, N., Faridah, E., Indrioko, S. (2015). Pengaruh cekaman kekeringan terhadap perilaku fisiologis dan pertumbuhan black locust (*Robinia pseudoacacia*). *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 9(1), 40-56.

Anjum S.A., Xie X., Wang, L., Saleem, M.F., Man, C., Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*, 6(9), 2026-2032.

Banyo, Y.E., Ai, N.S., Siahaan, P., Tangapo, A.M. (2013). Konsentrasi klorofil daun padi pada saat kekurangan air yang diinduksikan dengan polietilen glikol. *Jurnal Ilmiah Sains*, 13(1), 1-8.

Barnett N.M., Naylor A.W. (1966). Amino acid and protein metabolism in Bermuda grass during water stress. *Plant Physiol.* 41: 1222-1230

Bramasto, Y., Rustam, E., Megawati, Mindawati, N. (2015). Respon pertumbuhan bibit bambang lanang (*Michelia champaca* L.) terhadap cekaman. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 12(3), 211-221.

Ditmarova L., Kurjak, D., Palmroth, S., Kmet, J., Sterlcova, K. (2010). Physiological responses of Norway spruce (*Picea abies*) seedling to drought stress. *Tree Physiol*, 30, 205-213.

Djazuli, M. (2010). Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan dan beberapa karakter morfo-fisiologis Tanaman Nilam. *Buletin Litro*, 21(1), 8-17.

Guo, R., Hao, W., Gong, D. (2012). Effect of water stress on germination and growth of linseed seedling (*Linum usitatissimum* L.) photosynthetic efficiency and accumulation of metabolites. *Journal of Agricultural Science*, 4(10), 253-265.

Hidayati, I.N., Suryanto. (2015). Pengaruh perubahan iklim terhadap produksi pertanian dan strategi adaptasi pada lahan kekeringan. *Jurnal Ekonomi Dan Studi Pembangunan*, 16(1), 42-52.

Kunz, J., Rader, A., Bahus, J. (2016). Effects of drought and rewetting on growth and gas exchange of minor european broadleaved tree species. *Forest*, 7(239), 2-25.

Kurnia, D.T., Suprihati. (2013). Proline sebagai penanda ketahanan kekeringan dan salinitas pada gandum. Prosiding seminar nasional "Akselerasi pembangunan pertanian berkelanjutan menuju kemandirian pangan dan energi." Universitas Sebelas Maret. Surakarta, 17 April 2013.

Li, F.L., Bao, W.K., Wu, N. (2011). Morphological, anatomical and physio-logical responses of *Campylotropis polyantha* (Franch.) Schindl. seedlings to progressive water stress. *Scientia Horticulturae*, 127(3), 436-443.

Man, D., Bao, X.Y., Han, L.B. (2011). Drought tolerance associate with proline and hormone metabolism in two tall fescue cultivars. *Hort Science*, 46(7), 1027-1032.

Nio, S.A., Lenak, A.A. (2014). Penggulungan daun pada tanaman monokotil saat kekurangan air. *Jurnal Bioslogos*, 4(2), 48-55.

Novriyanti, E., Watanabe, M., Makoto, K., Takeda, T., Hashidoko, Y., Koike, T. (2012). Photosynthetic nitrogen- and water-use efficiency of acacia and eucalypt seedlings as afforestation species. *Photosynthetica*, 50(2), 273-281.

Poorter, L., Oliver, Y.H. (2000). Effects of seasonal drought on gap and understorey seedlings in a

- bolivian moist forest. *Journal of Tropical Ecology*, 16, 481–498.
- Redei K., Csiha, I., Keseru, Z., Vegh, A.K., Gyori, J. (2012). The silviculture of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary: A Review. *SEEFOR*, 2(2), 101–107.
- Rusli., Heryana, N. (2015). Dampak dan antisipasi kekeringan pada tanaman karet. *SIRINOV*, 3(2), 83–92.
- Sanches R.F.E., Silva, E.A.D. (2013). Changes in leaf water potential and photosynthesis of *Bauhinia forficata* Link under water deficit and after rehydration. *Hoehnea*, 40(1), 181–190.
- Singh, S.K., Reddy, K.R. (2011). Regulation of photosynthesis, fluorescence, stomata conductance and water-use efficiency of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) under drought. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 105(1), 40–50.
- Subantoro, R. (2014). Pengaruh cekaman kekeringan terhadap respon fisiologis perkecambahan benih kacang tanah (*Arachis hypogaea* L). *MEDIAGRO*, 10(2), 32–44.
- Sudrajat, D.J., Iskandar, Z. Siregar, I.Z., Khumaida, N., Siregar, U.J., Mansur, I. (2015). Adaptability of white jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) seedling from 12 populations to drought and waterlogging. *AGRIVITA*, 37(2), 130–143.
- Sujinah., Jamil, A. (2016). Mekanisme respon tanaman padi terhadap cekaman kekeringan dan varietas toleran. *Iptek Tanaman Pangan*, 11(1), 1–8.
- Yang, Y., Tang, M., Sulpice, R., Chen, H.T.S., Ban, Y. (2014). Arbuscular mycorrhizal fungi alter fractal dimension characteristics of *Robinia pseudoacacia* L. seedlings through regulating plant growth, leaf water status, photosynthesis, and nutrient concentration under drought stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 33(3), 612–625.
- Yullianida, Suwarno, Ardie, S.W., Aswindinnoor, H. (2014). Uji cepat toleransi tanaman padi terhadap cekaman rendaman pada fase vegetatif. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 42(2):89-95.
- Yulianti., Sudrajat, D.J. (2016). Morphological responses, sensitivity and tolerance indices of four tropical trees species to drought and waterlogging. *Journal of Biological Diversity*, 17(1):110-115.
- Zhu X.C., Song, F.B., Liu, S.Q., Liu, T.D., Zhou, X. (2012). Arbuscular mycorrhizae improves photosynthesis and water status of *Zea mays* L. under drought stress. *Plant Soil Environ*, 58(4), 186–191.