

Pengaruh Boron dan Perendaman terhadap Perkecambahan Benih Cendana (*Santalum album* Linn.)

The Effect of Boron and Soaking on Germination of Sandalwood (Santalum album Linn.) Seed

Supriyanto^{1*}, Selly Maurina Amin¹, dan Benny Subandi²

¹Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan IPB

²Rumpin Seed Source and Nursery Center (RSNNC) Bogor

*Corresponding author: supriyanto@biotrop.org

ABSTRACT

Characteristic of sandalwood germination is very slow, it is due to seed coat thickness (seed coat dormancy). Boron is an important nutrient that is required to improve the seed germination and vigor. The aim of this research was to test the effectiveness of boron in various concentrations and period of soaking to speed up the seed germination. The experimental design of research was factorial in Completely Randomized Design (CRD). The results of this research showed that the initial treatment of sandalwood seed in boron soaking on 400 ppm concentration could accelerate the sandalwood seed germination one week earlier with 42% germination percentage while control was 34.6%. The optimal soaking of sandalwood seeds in boron was 24 hours.

Key words: boron, germination, growth, rice husk charcoal, sandalwood.

PENDAHULUAN

Cendana (*Santalum album* Linn.) adalah tumbuhan asli Provinsi Nusa Tenggara Timur yang tergolong kayu mewah. Hal tersebut menjadikan cendana memiliki nilai ekonomi tinggi sehingga keberadaannya di lapangan menjadi terancam (Damayanti dan Kurniaty 2008). Hal yang sama dinyatakan oleh Sukmadjaja (2005) bahwa cendana merupakan salah satu komoditas yang bernilai tinggi dan banyak terdapat di Nusa Tenggara Timur, namun populasinya cenderung menurun akibat tidak seimbang eksploitasi dan upaya pelestariannya. Menurut Rahayu *et al.* (2002) kepemilikan dan perdagangan cendana diatur dalam Peraturan Daerah No. 11/PD/1966 Pasal 1(1) karena nilai ekonominya yang tinggi. Peraturan tersebut dianggap sangat merugikan dan memberatkan masyarakat setempat, sehingga masyarakat enggan untuk menanam maupun memelihara anakan cendana di lahannya karena dianggap pohon bermasalah. Keengganan masyarakat menanam cendana menjadi salah satu penyebab lain menurunnya populasi cendana di NTT, bahkan dapat dikatakan cendana di NTT hampir punah. Menurut *International Union for Conservation of Natural Resource* (IUCN) cendana spesies *Santalum album* Linn. masuk ke dalam kategori spesies yang hampir punah (*vulnerable*) atau terancam mengalami kepunahan di alam liar dan menurut *Convention on International Trade for Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES) cendana dimasukkan ke dalam spesies Appendix II. Selain itu sifat perkecambahan benih cendana relatif lambat yang disebabkan oleh ketebalan kulitnya (dormansi kulit).

Dormansi kulit tersebut menghambat masuknya air secara imbibisi sehingga proses perkecambahan membutuhkan waktu yang relatif lama. Menurut Fageria dan Gheyi (1999) dalam Fageria (2009) boron

merupakan unsur penting yang diperlukan benih untuk meningkatkan perkecambahan dan vigor benih. Berkaitan dengan masalah tersebut maka dirasa perlu untuk melakukan penelitian mengenai pengujian efektivitas boron untuk mempercepat perkecambahan benih cendana. Boron berfungsi sebagai aktivator auksin dan pembelahan sel dalam proses perkecambahan.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 30 April-24 Juli 2012. Lokasi pengujian dilakukan di *Propagation House*, RSNNC (*Rumpin Seed Sources and Nursery Center*) Rumpin, Bogor.

Alat dan Bahan. Peralatan yang digunakan dalam membantu pelaksanaan penelitian yaitu bak kecambah berukuran 40 cm x 25 cm x 10 cm, plastik transparan, alat sangrai, timbangan digital, timbangan 60 kg, *sprayer*, gelas ukur, label, kamera digital, dan alat tulis. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu benih tanaman cendana yang berasal dari Hutan Rakyat di Kabupaten Sumba Barat Daya, Provinsi Nusa Tenggara Timur, induknya telah disertifikasi Balai Perbenihan Tanaman Hutan (BPTH) Denpasar, asam borat (H_3BO_3) yang mengandung boron 11%, arang sekam, pasir, dan air.

Prosedur Penelitian

Seleksi benih. Seleksi benih dilakukan dengan cara memisahkan terlebih dahulu benih dari kotoran yang terbawa benih serta benih yang rusak atau tidak bagus. Benih dipilih yang berwarna cokelat dan padat, berbentuk bulat, memiliki radikal (calon akar, berwarna kuning kecoklatan, dan tidak keriput). Warna benih terlalu pucat dan hitam ada kemungkinan lembaganya sudah mati (Surata 2006).

Pembuatan Media Tabur dan Penaburan.

Pembuatan media tabur dengan bahan campuran antara pasir dan arang sekam dengan perbandingan 3:1 (v/v), pasir disaring terlebih dahulu supaya diperoleh butiran pasir yang terbebas dari kotoran yang terbawa pasir. Pasir disterilkan dengan cara disangrai untuk mencegah terjadinya serangan hama dan penyakit yang terbawa oleh media. Benih ditabur pada media tabur dengan teknik menabur dalam larikan.

Pemeliharaan. Kegiatan pemeliharaan terdiri dari kegiatan penyiraman, pengendalian hama, dan pengendalian fungi. Kegiatan penyiraman air dilakukan secara rutin sebanyak dua kali setiap pagi dan sore hari dan disesuaikan dengan kondisi kelembaban media. Kegiatan pengendalian hama dilakukan dengan menyemprotkan insektisida langsung ke tanaman yang terserang hama dan dilakukan pula cara manual yaitu mematikan langsung hama yang meyerang semai, mencabut langsung gulma yang dapat mengganggu pertumbuhan semai cendana. Kegiatan pengendalian fungi dilakukan dengan menyemprotkan fungisida pada daerah yang terserang fungi.

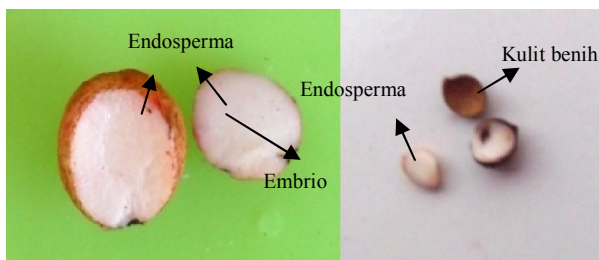
Pengamatan dan Pengambilan Data. Pengamatan dilakukan setiap satu minggu sekali selama tiga bulan. Parameter yang diamati dalam penelitian ini ada 4 parameter. Parameter tersebut meliputi: daya kecambah (DB), kecepatan tumbuh (KT), nilai perkecambahan (NP), laju perkecambahan (LP).

Rancangan Percobaan. Rancangan percobaan yang digunakan pada pengujian perkecambahan benih cendana adalah rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari dua faktor, yaitu faktor konsentrasi boron (B) terdiri dari empat taraf (0 ppm, 200 ppm, 400 ppm, dan 600 ppm) dan faktor lama waktu perendaman (W) terdiri dari empat taraf (3 jam, 6 jam, 12 jam, dan 24 jam). Jumlah ulangan sebanyak empat, tiap ulangan terdiri dari 25 benih, sehingga jumlah benih yang dibutuhkan untuk pengujian perkecambahan sebanyak 1600 benih.

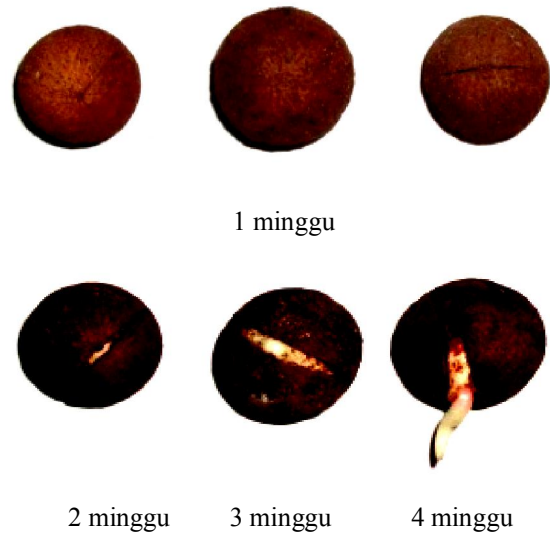
Analisis Data. Data hasil pengukuran selanjutnya dianalisis dengan menggunakan *Microsoft Office Excel* dan perangkat lunak statistika SAS 9.0 serta SPSS 16. Hasil sidik ragam yang menunjukkan pengaruh nyata dan sangat nyata selanjutnya dilakukan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5% dan 1%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengaruh boron dalam proses perkecambahan benih disajikan pada Gambar 1, 2, dan 3 serta Tabel 1 - 8.



Gambar 1 Penampang benih cendana



Gambar 2 Proses perkecambahan benih cendana

Tabel 1 Rekapitulasi sidik ragam pengaruh perlakuan boron, lama waktu perendaman, dan interaksi terhadap parameter perkecambahan benih cendana

Parameter Perkecambahan	F-Hitung		
	Boron (B)	Waktu (W)	B X W
Daya Berkecambah (DB)	1.32tn	4.08*	6.56**
Nilai Perkecambahan (NP)	1.90tn	4.25**	4.43**
Laju Perkecambahan (LP)	1.12tn	3.06*	0.33tn

^{tn}Tidak berpengaruh nyata; * dan **Berpengaruh nyata pada taraf uji 5% dan sangat nyata pada taraf uji 1%

Tabel 2 Hasil uji Duncan pengaruh perlakuan waktu perendaman terhadap daya berkecambah (DB) benih cendana

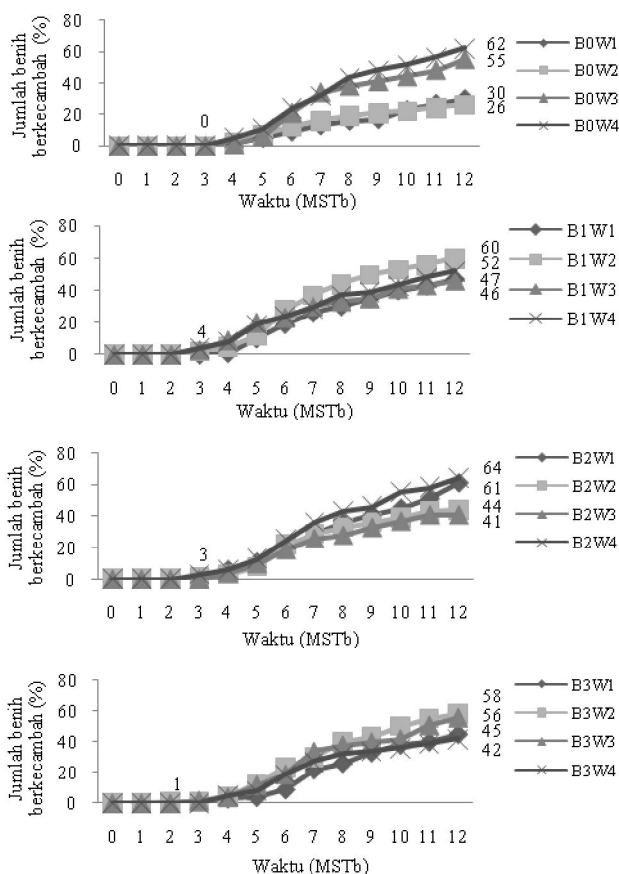
Waktu perendaman (jam)	DB (%)	Peningkatan (%)
3	40.14b*	-
6	41.24b	2.74
12	43.43ab	8.20
24	46.61a	16.12

*Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

Tabel 3 Hasil uji Duncan pengaruh perlakuan interaksi terhadap daya berkecambah (DB) benih cendana

B x W	DB (%)	Penurunan/Peningkatan (%)
B0W1	31.94de	-
B0W2	30.48e**	-4.57
B0W3	47.97ab	50.19
B0W4	52.10a	63.12
B1W1	39.77bcd	24.51
B1W2	46.73abc	46.31
B1W3	39.80bcd	24.61
B1W4	44.95abc	40.73
B2W1	47.87ab	49.87
B2W2	40.96bcd	28.24
B2W3	38.02cde	19.04
B2W4	50.87a	59.27
B3W1	40.96bcd	28.24
B3W2	46.77abc	46.43
B3W3	38.52ab	20.60
B3W4	47.92bcde	50.03

**Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama sangat tidak berbeda nyata pada taraf uji 1%; B : konsentrasi boron, W : waktu perendaman



Gambar 3 Grafik persentase benih cendana yang berkecambah (12 MSTb) pada berbagai perlakuan

Tabel 4 Hasil analisis pengaruh perlakuan boron dan waktu perendaman terhadap kecepatan tumbuh (KT) benih cendana

Perlakuan	KT(%/minggu)	Peningkatan (%)
B0 (0 ppm)	34.60	-
B1 (200 ppm)	41.00	18.50
B2 (400 ppm)	42.00	21.39
B3 (600 ppm)	40.00	15.61
W1 (3 jam)	36.60	-
W2 (6 jam)	37.40	2.19
W3 (12 jam)	39.60	8.20
W4 (24 jam)	44.00	20.22

B : konsentrasi boron, W : waktu perendaman

Tabel 5 Hasil analisis pengaruh interaksi terhadap kecepatan tumbuh (KT) benih cendana

Interaksi	KT (%/minggu)	Dicapai pada minggu ke-	Penurunan/peningkatan (%)
B0W1	24.00	11	-
B0W2	20.80	9	-13.33
B0W3	44.00	10	83.333
B0W4	49.60	10	106.67
B1W1	37.60	10	56.67
B1W2	48.00	9	100.00
B1W3	36.80	10	53.33
B1W4	41.60	10	73.33
B2W1	48.80	11	103.33
B2W2	35.20	9	46.67
B2W3	32.80	9	36.67
B2W4	51.20	10	113.33
B3W1	36.00	10	50.00
B3W2	45.60	10	90.00
B3W3	44.80	11	86.67
B3W4	33.60	9	40.00

B : konsentrasi boron, W : waktu perendaman

Tabel 6 Hasil uji Duncan pengaruh lama waktu perendaman terhadap nilai perkecambahan (NP) benih cendana

Waktu perendaman (jam)	NP	Peningkatan (%)
3	0.153c**	-
6	0.181bc	18.301
12	0.215ab	40.521
24	0.235a	53.595

**Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 1%

Tabel 7 Hasil uji Duncan pengaruh interaksi terhadap nilai perkecambahan (NP) benih cendana

B x W	NP	Peningkatan (%)
B0W1	0.06d**	-
B0W2	0.07cd	16.67
B0W3	0.28a	366.67
B0W4	0.28a	366.67
B1W1	0.18abc	200.00
B1W2	0.28a	366.67
B1W3	0.19ab	216.67
B1W4	0.24ab	300.00
B2W1	0.22ab	266.67
B2W2	0.17abcd	183.33
B2W3	0.15bcd	150.00
B2W4	0.27a	350.00
B3W1	0.14bcd	133.33
B3W2	0.19ab	216.67
B3W3	0.23ab	283.33
B3W4	0.14bcd	133.33

**Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama sangat tidak berbeda nyata pada taraf uji 1%; B : konsentrasi boron, W : waktu perendaman

Tabel 8 Hasil uji Duncan pengaruh waktu perendaman terhadap laju perkecambahan (LP) benih cendana

Waktu perendaman (jam)	LP	Peningkatan (%)
3	55.73 ^b	-
6	50.72 ^a	9.88
12	51.50 ^a	7.59
24	49.92 ^{a*}	10.43

*Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

Perkecambahan. Benih terdiri dari tiga bagian yaitu embrio, jaringan penyimpan makanan (endosperma), dan kulit benih (Ross dan Koning 1994) (Gambar 1). Menurut Cambell *et al.* (2000) perkecambahan benih bergantung pada proses penyerapan air akibat potensial air yang rendah pada biji yang kering. Air yang berimbibisi menyebabkan biji mengembang dan memecahkan kulit pembungkusnya dan juga memicu perubahan metabolik pada embrio yang menyebabkan biji tersebut melanjutkan pertumbuhan. Setelah benih mengimbibisi air, embrio membebaskan hormon yang disebut giberelin (GA) sebagai sinyal kepada aleuron, yaitu bagian tipis bagian luar endosperma. Aleuron merespon dengan cara mensintesis dan mensekresikan enzim pencernaan yang menghidrolisis makanan yang tersimpan dalam endosperma, yang menghasilkan molekul kecil yang larut dalam air. Salah satu contohnya adalah α amilase, suatu enzim yang menghidrolisis pati. Gula dan zat-zat makanan lain yang diserap dari endosperma oleh skutelum (kotiledon) dikonsumsi dan dihabiskan selama pertumbuhan embrio menjadi sebuah kecambah (Gambar 2). Proses

perkecambahan benih cendana disajikan pada Gambar 3.

Pengaruh Boron terhadap Perkecambahan Benih Cendana. Perendaman benih cendana pada berbagai konsentrasi boron tidak berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah, nilai perkecambahan, dan laju perkecambahan (Tabel 1). Akan tetapi, waktu perendaman dan interaksinya dengan dosis boron berpengaruh nyata terhadap parameter tersebut. Walaupun demikian, jumlah benih cendana yang berkecambah berkisar antara 26–62% pada kontrol dan 41–64% pada perendaman boron (Gambar 3). Boron dapat meningkatkan persentase perkecambahan benih 19.32% dibandingkan dengan kontrol (Gambar 3).

Pemberian boron konsentrasi 400 ppm memberikan pengaruh terbaik terhadap kecepatan tumbuh benih cendana dibandingkan dengan kontrol (Tabel 4). Perendaman benih cendana dengan menggunakan boron pada berbagai waktu mampu mempercepat perkecambahan 1–2 minggu lebih cepat dibandingkan dengan kontrol atau 0 ppm. Benih yang direndam dengan boron 600 ppm mulai berkecambah pada minggu ke-2, penggunaan boron 400 ppm dan 200 ppm mulai berkecambah pada minggu ke-3, sedangkan kontrol mulai berkecambah pada minggu ke-4 (Tabel 4). Hal ini dikarenakan penambahan boron dalam konsentrasi minimal 200–600 ppm mampu mengaktifasi hormon auksin, meningkatkan sintesis hormon sitokinin, berpengaruh di dalam aktivitas hormon giberelin, enzim α dan β amilase yang ada di dalam embrio benih cendana, selanjutnya terjadi hidrolisis pati (gula) yang nantinya akan dikonsumsi dan dihabiskan selama pertumbuhan embrio menjadi kecambah dan bibit.

Hal ini sesuai dengan pendapat Wijaya (2009) yang menyatakan bahwa boron berfungsi sebagai aktivator maupun inaktivator hormon auksin dalam pembelahan dan pembesaran sel. Produksi hormon auksin salah satunya terdapat pada embrio biji dan memiliki fungsi utama dalam diferensiasi sel. Hormon lainnya yang juga berfungsi dalam merangsang perkecambahan adalah hormon sitokinin (Cambell *et al.* 2000). Agustina (2004) menyebutkan bahwa boron berpengaruh di dalam aktivitas hormon giberelin dan enzim α serta β amilase. Menurut Fageria dan Gheyi (1999) dalam Fageria (2009) kandungan boron yang rendah di dalam tanaman akan menyebabkan menurunnya sintesis dari hormon sitokinin. Boron merupakan unsur penting yang diperlukan dalam proses perkecambahan dari *pollen grains* dan tabung polen dan sangat diperlukan benih untuk meningkatkan perkecambahan dan vigor benih. Vigor benih dapat diungkapkan melalui tiga parameter perkecambahan, salah satunya parameter kecepatan tumbuh (Sadjad *et al.* 1999). Hal ini berarti boron secara tidak langsung berperan sebagai katalisator dalam meningkatkan persentase perkecambahan dan mempercepat perkecambahan benih cendana.

Pengaruh Lama Waktu Perendaman terhadap Perkecambahan Benih Cendana. Hasil penelitian mengenai perkecambahan benih cendana yang terdiri dari parameter daya berkecambah, kecepatan tumbuh, laju perkecambahan, dan nilai perkecambahan menunjukkan bahwa waktu terbaik yang diperlukan

benih cendana untuk melakukan imbibisi air adalah 24 jam dibandingkan dengan kontrol atau hanya direndam selama 3 jam (Tabel 2). Hal ini terlihat pada saat perlakuan awal benih cendana pada perendaman 3 jam, benih yang tenggelam ke dasar air sedikit sekali bahkan ada yang tidak ada dan selebihnya terapung. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan bahwa semakin lama waktu perendaman akan berpengaruh semakin baik terhadap perkecambahan benih cendana yang berarti proses imbibisi air ke dalam benih dapat berjalan dengan baik seiring meningkatnya lama waktu perendaman.

Cambell *et al.* (2000) menyatakan bahwa perkecambahan benih bergantung pada imbibisi yaitu penyerapan air akibat potensial air yang rendah pada benih yang kering. Imbibisi air menyebabkan benih mengembang dan memecahkan kulit pembungkusnya serta memicu terjadinya perubahan metabolik pada embrio yang menyebabkan biji melanjutkan pertumbuhan. Beberapa benih memiliki hormon giberelin dalam konsentrasi tinggi, khususnya pada embrio. Setelah air masuk secara imbibisi, pembelahan giberelin dari embrio akan memberikan sinyal pada biji untuk mengakhiri masa dormansinya dan berkecambah (Cambell *et al.* 2000). Benih cendana mengalami masa dormansi selama dua bulan. Dormansi benih ini disebabkan oleh kulit luar benih yang tidak dapat ditembus air, bukan dormansi primer yang terjadi karena tidak matangnya embrio (Barrett 1985 dalam BPK Kupang 1992), oleh karena itu pada penelitian ini benih cendana sebelum ditabur dijemur terlebih dahulu di bawah terik sinar matahari selama tiga hari untuk menurunkan kadar air benih namun tetap menjaga titik kadar air kritis tidak terlampaui dan membantu pemaian agar porositas benih meningkat sehingga membantu mempermudah penyerapan air rendaman baik kontrol maupun boron.

Kondisi ini berbeda dengan hasil pengamatan BPK Kupang (1992) yang menunjukkan bahwa perlakuan perendaman benih cendana dengan air panas selama 1 jam, 12 jam, dan 24 jam menghasilkan perkecambahan benih cendana yang lebih rendah daripada perlakuan rendaman dalam air dingin selama 12 jam. Perkecambahan yang lebih rendah terjadi pula pada rendaman air dingin selama 1 dan 24 jam. Hal ini dikarenakan benih pada penelitian ini sebelumnya dijemur di bawah terik matahari selama tiga hari berturut-turut, sehingga kadar airnya semakin rendah namun tidak melewati batas titik kadar air kritis dan kulit benihnya telah mengembang atau bersifat porous sehingga air lebih mudah masuk secara imbibisi, sehingga apabila waktu perendaman ditingkatkan menjadi 24 jam akan menyebabkan imbibisi air ke dalam benih semakin cepat dan optimum sehingga dapat meningkatkan perkecambahan benih cendana (Tabel 6 dan 8).

Pengaruh Interaksi Boron dan Waktu Perendaman terhadap Perkecambahan Benih Cendana. Hasil perlakuan interaksi antara boron dengan berbagai waktu perendaman berpengaruh sangat baik terhadap perkecambahan benih, kecepatan tumbuh, dan nilai perkecambahan benih cendana, pada perlakuan B2W4 (konsentrasi boron 400 ppm dengan waktu

perendaman 24 jam), Tabel 3 5, dan 7. Perlakuan tanpa boron pada berbagai waktu perendaman tidak semuanya memberikan hasil yang baik terhadap perkecambahan benih cendana, hanya pada perlakuan interaksi tanpa boron dengan waktu perendaman selama 12 dan 24 jam (B0W3 dan B0W4) saja yang pada umumnya berpengaruh baik. Hal ini berarti perendaman tanpa boron hanya dapat diaplikasikan pada waktu perendaman 12 dan 24 jam, sedangkan penggunaan boron (200 ppm, 400 ppm, dan 600 ppm) dapat diaplikasikan pada semua waktu perendaman (3 jam, 6 jam, 12 jam, dan 24 jam). Penambahan boron pada berbagai konsentrasi ada kemungkinan mampu meningkatkan tekanan osmotik di dalam benih sehingga menyebabkan imbibisi air ke dalam benih semakin besar. Imbibisi boron cair yang semakin besar menyebabkan teraktivasi hormon auksin, meningkatkan hormon sitokinin, dan berperan dalam aktivitas hormon giberelin di dalam benih sehingga benih mampu berkecambah dengan cepat. Menurut Nurul (2010) osmosis adalah proses perpindahan pelarut dari larutan yang memiliki konsentrasi rendah melalui membran semipermeabel menuju larutan yang memiliki konsentrasi lebih tinggi hingga tercapai kesetimbangan laju pelarut.

BPK Kupang (1992) menyatakan kecepatan tumbuh benih cendana dapat ditingkatkan melalui perendaman air dingin 12 jam, sedangkan Dephut (2003) menyebutkan bahwa selain perendaman benih dalam air selama 12 jam, perlakuan awal benih cendana dapat dilakukan dengan perendaman pada larutan asam giberelin 0.05% selama 1 jam, kemudian dicuci. Menurut Barret (1985) dalam BPK Kupang (1992) kecepatan berkecambah benih cendana dapat ditingkatkan dengan melukai kulitnya atau merendam dalam 0.05% asam giberelin selama 12 jam, sedangkan Balai Teknologi Perbenihan (1987) dalam BPK Kupang (1992) menganjurkan teknik perendaman dalam alkohol 40% selama 15 menit. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini diharapkan penggunaan boron pada berbagai waktu perendaman (3 jam, 6 jam, 12 jam, dan 24 jam) dapat menjadi alternatif baru untuk mempercepat perkecambahan benih cendana yang optimalnya dilakukan pada waktu perendaman 24 jam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Boron bersifat katalisator pada proses perkecambahan benih cendana. Perkecambahan benih cendana dengan perlakuan awal benih perendaman boron dengan konsentrasi 400 ppm dapat mempercepat perkecambahan benih cendana 1 minggu lebih cepat dari kontrol (tanpa boron) dengan peningkatan 21.39%. Waktu terbaik untuk perendaman benih cendana adalah 24 jam karena imbibisi air ke dalam benih berjalan dengan baik dan dapat memberikan peningkatan tertinggi terhadap daya berkecambah sebesar 16.12%, kecepatan tumbuh sebesar 20.22%, laju perkecambahan sebesar 10.43%, dan nilai perkecambahan benih cendana sebesar 53.33%. Interaksi perendaman boron konsentrasi 400 ppm dengan waktu perendaman 24 jam

pada umumnya juga memberikan hasil terbaik terhadap perkecambahan benih cendana.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan dengan waktu perendaman lebih dari 24 jam untuk mengetahui titik batas imbibisi air ke dalam benih.

DAFTAR PUSTAKA

- BPK Kupang. 1992. *Perkembangan Penelitian dan Pengembangan Cendana di Nusa Tenggara*. Kupang (ID): Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Cambell NA, Reece JB, Mitchell LG. 2000. *Biologi*. Ed ke-5 Jilid 2. Jakarta (ID): Erlangga.
- Damyanti RU, Kurniaty R. 2008 Pengaruh usia saphi terhadap pertumbuhan bibit cendana (*Santalum album* Linn). *Info Benih* 12(1):41-49.
- [Dephut] Departemen Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Hutan. 2003. *Teknik Persemaian dan Informasi Benih Cendana*. Yogyakarta (ID): Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Fageria NK. 2009. *The Use of Nutrients in Corp Plant*. New York: CRC press, Taylor dan Francis Group.
- Nurul. 2010. Pengertian osmosis [internet]. [diacu 2012 Jan 10]. Tersedia dari: <http://kimia.upi.edu/staf/nurul/web/2010/0800012/pengertian.html>.
- Rahayu S, Wawo AH, Noordwijk MV, Hairiah K. 2002. *Cendana, Deregulasi dan Pengembangannya*. Bogor (ID): World Agroforestry Centre-ICRAF.
- Ross E dan Koning. 1994. Seeds and Seed Germination. Plant Physiology Information Website [internet]. [diacu 2013 jan 1]. Tersedia dari: http://plantphys.info/plant_biology/seedgerm.shtml.
- Sadjad S, Murniati E, Ilyas S. 1999. *Parameter Pengujian Vigor Benih*. Jakarta (ID): PT Grasindo bekerja sama dengan PT Sang Hyang Seri.
- Soepardi G. 1983. *Sifat dan Ciri Tanah*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sukmadjaja D. 2005. Embriogenesis somatik langsung pada semai cendana. *J Bioteknologi Pertanian* 10(1):1-6.
- Surata IK. 2006. *Teknik Budidaya Cendana*. Aisuli No.21 ISSN: 1410-1009 [internet]. [diacu 2011 des 10]. Tersedia dari: <http://www.foristkupang.org/downloadlot.php?file=juknis%20-cendana.pdf>.
- Wawo AH. 2008. Studi perkecambahan biji dan pola pertumbuhan semai cendana (*Santalum album* L.) dari beberapa pohon induk di Kabupaten Belu, NTT. *J Biodiversitas* 9(2):117-122.
- Wijaya Y. 2009. Unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman [internet]. [diacu 2012 jun 16]. Tersedia dari: <http://yudhiwijaya.wordpress.com/2009/02/08/unsur-hara-esensial-yang-dibutuhkan-tanaman.html>.