

Uji provenans cendana (*Santalum album*) di Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta

Sandalwood provenance test (*Santalum album*) in Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta

STEVANUS DWIKY SETIAWAN¹, IGN. PRAMANA YUDA¹, YAYAN HADIYAN^{2,*}

¹Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Jl. Babarsari no. 44, Sleman 55281, Yogyakarta

²Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta. Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 15, Pakem, Sleman 55582, Yogyakarta. Tel.: +62-274-895954, *email: yhadrian@biotifor.or.id

Manuskrip diterima: 21 Mei 2019. Revisi disetujui: 30 Juni 2019.

Abstract. Setiawan SD, Yuda IP, Hadiyan Y. 2019. Uji provenans cendana (*Santalum album*) di Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 5: 414-418*. Cendana (*Santalum album* Linn.) di Indonesia mengalami penurunan populasi dari tahun 1988-1998, sehingga mendorong Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta melakukan membangun plot konservasi eks-situ di Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta dengan tujuan melindungi sumber daya genetik cendana yang masih tersisa. Cendana di plot konservasi eks-situ blok A Watusipat, Gunungkidul berasal dari 5 provenans Cendana: Sumba, TTU, Belu, Rote, dan Imogiri yang ditanam tahun 2005. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Berblok (RALB) terdiri dari empat provenans sebagai perlakuannya, plot bujur sangkar 4x4 treeplot, 4 blok dengan jarak tanam 3m x 3m. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui variasi dan persen hidup tertinggi serta mengetahui variasi dan pertumbuhan terbaik dari keempat provenans cendana yang diuji. Penelitian ini dilakukan dengan cara menghitung persen hidup dan mengukur beberapa parameter pertumbuhan (diameter, tinggi total, tinggi bebas cabang, lebar tajuk). Hasil analisa data menunjukkan bahwa terdapat variasi diantara provenans Cendana untuk sifat persen hidup, diameter, tinggi total dan lebar tajuk, sedangkan sifat tinggi bebas cabang tidak signifikan. Provenans Rote menempati persen hidup tertinggi dan merata pertumbuhan terbaik.

Kata kunci: Cendana, *Santalum album*, persen hidup, pertumbuhan, provenans

Abstract. Setiawan SD, Yuda IP, Hadiyan Y. 2019. Sandalwood provenance test (*Santalum album*) in Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 5: 414-418*. In Indonesia, Sandalwood (*Santalum album* Linn.) has been facing the population declining in the period of the year 1988-1998. For that reason, the Center for Forest Biotechnology and Tree Improvement Research and Development Yogyakarta has initiated to establish the ex-situ conservation (provenance trial) plot in Watusipat, Gunungkidul to protect the remaining its genetic resources. There were 5 sandalwood provenances conserved at Block A: Sumba, TTU, Belu, Rote, and Imogiri planted 2005. The research was designed at Randomized Complete Block Design (RCBD) with 4 provenances observed, 4x4 square plot, 4 replication with 3m x 3m spacing. This study was conducted to know the variation and the best growth of four sandalwood provenances tested. This research was conducted by calculating the survival rate and measuring several growth parameters (stem diameter, height, bole length and crown diameter). The results showed that the variation of survival, diameter, height and crown diameter were significant different while bole length was not. Rote provenance was the best.

Keywords: Sandalwood, *Santalum album*, survival, growth, provenance

PENDAHULUAN

Cendana (*Santalum album* Linn.) merupakan salah satu spesies dari 22 jenis genus *Santalum* yang ada di dunia dan tumbuh secara alami di Indonesia (Haryjanto dan Pamungkas 2005). Eksploitasi cendana sudah dilakukan sejak abad ke-3. Namun eksploitasi ini tanpa usaha rehabilitasi, sehingga menjadikan cendana dalam status menuju kepunahan (Fiani 2014). Status konservasi cendana menurut IUCN (1998), tergolong kategori rawan/*Vulnerable* dan terdaftar dalam CITES termasuk ke dalam jenis Appendix II, dimana perdagangannya masih diperbolehkan tetapi diawasi secara ketat. Menurut

Haryjanto (2009), di Indonesia cendana telah mengalami penurunan sebanyak 85% dalam kurun waktu 10 tahun (1988-1998), hal ini disebabkan tingginya eksploitasi terhadap kayu cendana. Kondisi tersebut mengancam kelestarian serta pengembangan cendana di masa mendatang (Fiani 2014). Kondisi seperti ini yang mendorong perlu dilakukannya upaya konservasi terhadap tanaman cendana.

Terkait hal itu, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Yogyakarta (BBPPBPTH) telah membangun plot konservasi eks-situ di Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta pada tahun 2002 dan 2005 yang terbagi kedalam 3 blok

(A,B,C). Koleksi sumber populasi/provenans yang ada di plot konservasi tersebut berasal dari Pulau Alor, Timor, Sumba, Rote, Flores dan Pulau Pantar, sementara sumber provenans dari Pulau Jawa diwakili oleh ras lahan (*land race*) Karangmojo (Gunung Kidul) dan Imogiri (Bantul) (Fiani 2014).

Dirancang dengan design uji provenance, Plot konservasi eks-situ cendana Blok A yang terdiri dari provenans Sumba, TTU (Fatunisuan), Belu, Rote (Soebela), dan Imogiri sangat menarik untuk diteliti. Hadiyan dan Fiani (2014) melaporkan terdapat variasi diantara provenans pada Blok A untuk daya adaptasi dan pertumbuhan Cendana pada umur 9 tahun. Oleh karena itu, mengetahui stabilitas perkembangannya pada umur berikutnya (12 tahun) menjadi penting. Penelitian tersebut ditujukan untuk mengetahui variasi dan persen hidup terbaik, serta variasi dan pertumbuhan terbaik diantara provenans cendana yang diuji.

BAHAN DAN METODE

Study Area

Penelitian dilakukan di KHDTK Watusipat, Gunung Kidul. Tanaman Cendana yang diamati merupakan Plot konservasi Sumberdaya Genetik. Plot tersebut dibangun tahun 2005. Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Berblok (RALB) dengan empat provenans sebagai perlakuannya (Provenans cendana dari Sumba, TTU/Fatunisuan, Belu, dan Rote/Soebela), empat ulangan (blok) yaitu blok A.I, A.II, A.III, dan A.IV.

Prosedur

Pengukuran performa pertumbuhan dilakukan untuk sifat tinggi, tinggi bebas cabang, diameter pohon Cendana dan lebar tajuk. Perhitungan persen hidup tanaman menggunakan keseluruhan blok, sedangkan pengukuran tinggi total, diameter, tinggi bebas cabang, dan lebar tajuk menggunakan tiga ulangan (blok) karena pertimbangan teknis statistic, yaitu blok A.I, A.II, dan A.IV dengan 16 plot pohon untuk setiap blok, maka total ada 192 plot pohon dengan jarak tanam 3×3 m.

Analisis Data

Analisis data meliputi penghitungan persen hidup, analisis varian dan uji Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT). Persen hidup adalah persen peluang daya tahan hidup populasi, dan jangka waktu populasi dapat hidup (Campbell et al. 2000). Rumus untuk menghitung persen hidup cendana menurut Wahyudi (2012) adalah:

$$\text{Persen hidup} = \frac{\text{Jumlah tanaman hidup}}{\text{Jumlah tanaman yang ditanam}} \times 100\%$$

Model matematis analisis varian yang digunakan (Hardiyanto 2011):

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + P_j + B_i * P_j + E_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ij} = pengamatan individu pohon ke- k dari provenans ke- j dalam blok ke- i

μ = nilai rerata umum

B_i = efek blok ke i

P_j = efek provenan ke j

$B_i * P_j$ = interkasi blok ke- i dan provenans ke- j

E_{ijk} = random error pada pengamatan ke ijk

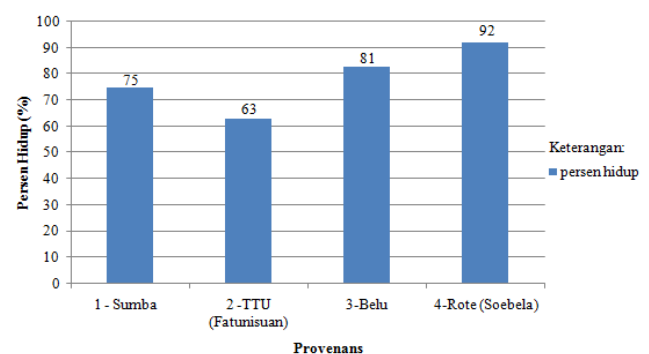
HASIL DAN PEMBAHASAN

Persen Hidup

Berdasarkan hasil dari penghitungan persen hidup keempat provenans (Sumba, TTU, Belu, dan Rote) didapatkan grafik persen hidup provenans cendana Sumba adalah 75%, untuk provenans TTU atau Fatunisuan adalah 63%, untuk provenans Belu adalah 81%, dan untuk provenans Rote adalah 92% (Gambar 1).

Ketiga provenans cendana (Sumba, Belu, dan Rote) dengan umur 12 tahun persen hidupnya $>65\%$, sedangkan provenans cendana TTU persen hidupnya diantara 55-64%. Jika mengacu pada kriteria keberhasilan persen hidup (Nirawati et al. 2013), maka ketiga provenans cendana tersebut termasuk ke dalam kelas “berhasil”. Sedangkan provenans cendana TTU tersebut termasuk ke dalam kelas “sedang”. Besarnya nilai dari persen hidup, memberikan indikasi bahwa suatu tanaman cocok tumbuh pada habitat tersebut (Abdurachman 2012). Persen hidup cendana tertinggi berasal dari provenans Rote, sedangkan persen hidup cendana terendah dari provenans TTU.

Provenans TTU persen hidupnya yang rendah dapat disebabkan oleh faktor keturunan atau genetik maupun lingkungan (Kramer dan Kozlowski, 1960). Faktor genetik seperti *in breeding* atau perkawinan satu pohon akan membuat pertumbuhan suatu tanaman (segi genetik) menjadi kurang menguntungkan (Surata 2006). Perbedaan genetik antar provenans juga akan menentukan laju awal pertumbuhan dan kemampuan cendana setelah ditanam di lapangan (Haryjanto dan Pamungkas 2005).



Gambar 1. Persen hidup cendana dari provenans Sumba, TTU, Belu, dan Rote.

Faktor keragaman genetik juga sangat berhubungan dengan kemampuan suatu jenis tanaman untuk mempertahankan hidup pada suatu kondisi lingkungan tertentu, menjaga vitalitas reproduksi, memiliki ketahanan terhadap penyakit. Semakin beragam genetik suatu jenis akan semakin tinggi kemampuannya untuk menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungannya, begitupun sebaliknya (Sumardi dan Fiani 2015).

Pertumbuhan cendana

Berdasarkan dari hasil pengukuran dan analisis data pertumbuhan cendana dari keempat provenans (Gambar 2) didapatkan bahwa grafik pertumbuhan rerata tinggi total Cendana dari provenans cendana Sumba adalah 4,56 m, untuk provenans TTU atau Fatunisuan adalah 4,23 m, untuk provenans Belu adalah 5,10 m, dan untuk provenans Rote adalah 6,59 m. Rata-rata pertumbuhan cendana terbaik berasal dari Provenans Rote, sedangkan terendah dari TTU.

Pada grafik pertumbuhan dapat dilihat bahwa rerata tinggi bebas cabang Cendana dari provenans cendana Sumba adalah 1,68 m, untuk provenans TTU adalah 1,65 m, untuk provenans Belu adalah 1,59 m, dan untuk provenans Rote adalah 2,01 m. Pertumbuhan cendana dari parameter tinggi bebas cabang didapatkan rerata yang paling tinggi ada pada provenans cendana dari Rote, sedangkan paling rendah terendah ada pada provenans Belu.

Pada grafik pertumbuhan rerata lebar tajuk Cendana dari provenans cendana Sumba adalah 1,94 m, untuk provenans TTU atau Fatunisuan adalah 1,78 m, untuk provenans Belu adalah 2,07 m, dan untuk provenans Rote adalah 2,64 m. Pertumbuhan cendana dari parameter lebar tajuk didapatkan reratanya yang paling tinggi ada pada provenans cendana dari Rote, sedangkan yang terendah ada pada provenans TTU.

Sedangkan pada grafik rerata diameter (Gambar 3) didapatkan pertumbuhan diameter Cendana dari provenans Sumba mencapai 3,96 cm, TTU 3,16 cm, Belu 4,30 cm, dan provenans Rote 5,79 cm. Pertumbuhan rerata diameter cendana terbaik dicapai provenans Rote, sedangkan yang terendah dari provenans TTU.

Persen Hidup

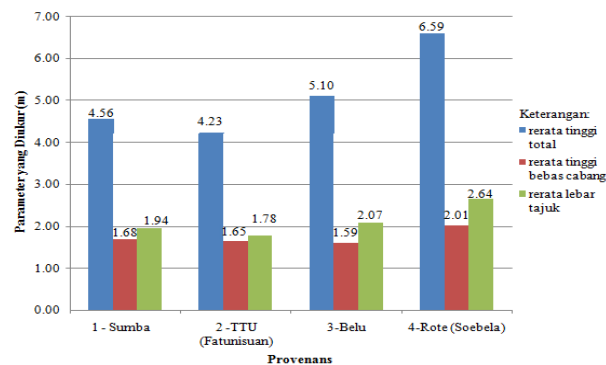
Hasil analisis varian, persen hidup tanaman cendana yang diamati sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil analisis tersebut didapatkan bahwa keragaman persen hidup Cendana antar blok tidak signifikan ($Pr > F$ sebesar 0,21), Sedangkan keragaman persen hidup cendana antar provenans sangat signifikan ($Pr > F$ adalah 0,01). Perbedaan yang nyata ini mengindikasikan adanya pengaruh nyata provenans Cendana pada keragaman persen hidup (Haryjanto dan Pamungkas 2005).

Hasil uji lanjut DMRT untuk persen hidup dari keempat provenans cendana yang diuji ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil uji DMRT di atas mengindikasikan adanya variasi persen hidup diantara provenans yang diuji. Variasi tersebut dapat juga disebabkan oleh beberapa faktor, seperti perbedaan geografis (Zobel, dan Talbert, 1984) dan sebaran geografis yang luas (Haryjanto dan Pamungkas 2005).

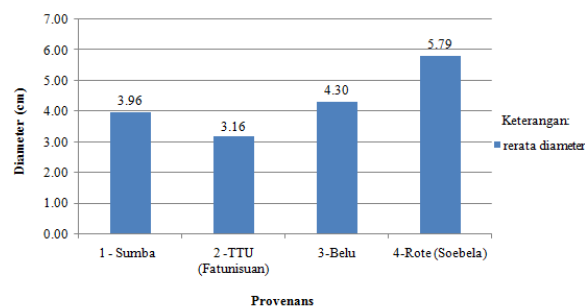
Hasil uji tersebut juga memperlihatkan bahwa persen hidup cendana dari Rote tidak berbeda nyata dengan provenans cendana Belu, tetapi berbeda nyata dengan provenans Sumba dan TTU.

Tinggi total

Hasil analisis varian sifat tinggi total tanaman cendana yang diamati sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 2. Beberapa parameter pertumbuhan cendana umur 12 tahun di Watusipat, Gunungkidul



Gambar 3. Pertumbuhan diameter cendana umur 12 tahun di Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta

Tabel 1. Hasil analisis varian persen hidup tanaman cendana (*Santalum album*) umur 12 tahun di Watusipat, Gunungkidul

Sumber variasi	Derajat bebas (DF)	Kuadrat rerata	Nilai F	Pr>F
Persen hidup				
Blok	3	111,64	1,87	0,21 (TS)
Provenans	3	395,37	6,63	0,01 (**)
Error	8	59,64		
Total	14			

Keterangan: * = Signifikan TS = Tidak Signifikan, ** = Sangat Signifikan

Tabel 2. Hasil uji jarak berganda Duncan's untuk persen hidup provenans cendana

No.	Provenans	Uji jarak Duncan
1.	Rote (4)	A
2.	Belu (3)	A B
3.	Sumba (1)	B
4.	TTU (2)	B

Keterangan: angka yang berada di sebelah provenans menunjukkan peringkat uji jarak dari provenans tersebut.

Tabel 3. Hasil analisis varian sifat tinggi total tanaman cendana (*Santalum album*) umur 12 tahun di Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta

Sumber variasi	Derajat bebas (DF)	Kuadrat rerata	Nilai F	Pr>F
Sifat tinggi total				
Blok	2	0,54	0,88	0,46 (TS)
Provenans	3	3,26	5,37	0,04 (*)
Error	6	0,61		
Total	11			

Keterangan: * = Signifikan; TS = Tidak Signifikan; ** = Sangat Signifikan

Tabel 4. Hasil uji jarak berganda Duncan's untuk tinggi total provenans cendana

Provenans	Rata-rata tinggi total (m)	Uji jarak Duncan
Rote (4)	6,59	A
Belu (3)	5,10	A B
Sumba (1)	4,56	B
TTU (2)	4,23	B

Keterangan: angka yang berada di sebelah provenans menunjukkan peringkat uji jarak dari provenans tersebut

Tabel 5. Hasil analisis varian sifat diameter tanaman cendana (*Santalum album*) umur 12 tahun di Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta

Sumber variasi	Derajat bebas (DF)	Kuadrat rerata	Nilai F	Pr>F
Sifat diameter				
Blok	2	1,04	3,09	0,12 (TS)
Provenans	3	3,63	10,79	0,01 (**)
Error	6	0,34		
Total	11			

Keterangan: * = Signifikan; TS = Tidak Signifikan; ** = Sangat Signifikan

Tabel 6. Hasil uji jarak berganda Duncan's untuk diameter provenans cendana

Provenans	Rata-rata diameter (cm)	Uji jarak Duncan
Rote (4)	5,79	A
Belu (3)	4,30	B
Sumba (1)	3,96	B
Fatunisuan (2)	3,16	B

Keterangan: angka yang berada di sebelah provenans menunjukkan peringkat uji jarak dari provenans tersebut

Hasil analisis varian untuk sifat tinggi total tanaman cendana (*Santalum album* Linn.) (Tabel 3) didapatkan bahwa keragaman tinggi total cendana antar blok tidak signifikan, sedangkan keragaman tinggi total cendana antar provenans signifikan ($Pr>F=0,04$). Adanya perbedaan yang nyata tersebut menunjukkan adanya keragaman genetik yang tinggi untuk sifat tinggi total atau keragaman

genetik untuk sifat tinggi total dipengaruhi dari asal provenans cendana (Haryjanto dan Pamungkas 2005).

Hasil uji lanjut DMRT (Tabel 4) untuk tinggi total memperlihatkan untuk rata-rata tinggi total Cendana dari provenans Rote tidak berbeda nyata dengan provenans Belu, tetapi berbeda nyata dengan provenans Sumba dan TTU. Sedangkan, untuk provenans Belu tidak berbeda nyata dengan provenans Sumba dan TTU..

Diameter

Berdasarkan hasil analisis varian sifat diameter tanaman cendana yang diamati sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5. Hasil analisis varian untuk sifat diameter tanaman cendana (*Santalum album* Linn.) (Tabel 5) didapatkan bahwa keragaman diameter cendana antar blok tidak signifikan, sedangkan keragaman diameter antar provenans sangat signifikan ($Pr>F=0,01$). Adanya perbedaan yang sangat nyata tersebut menunjukkan adanya keragaman genetik yang sangat tinggi untuk sifat diameter atau keragaman genetik untuk sifat diameter sangat dipengaruhi oleh keragaman asal provenans cendana tersebut (Haryjanto dan Pamungkas 2005). Seiring dengan yang disampaikan Hadiyan dan Fiani (2014) bahwa pada Cendana umur 9 tahun terdapat perbedaan yang nyata variasi diameter karena pengaruh provenansnya.

Hasil uji lanjut DMRT untuk diameter cendana yang diamati (Tabel 6) menunjukkan bahwa untuk rata-rata diameter provenans Rote berbeda nyata dengan provenans Belu, Sumba, dan TTU.

Tinggi bebas cabang

Hasil analisis varian sifat tinggi bebas cabang tanaman cendana yang diamati sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 7. Hasil analisis varian untuk sifat tinggi bebas cabang tanaman cendana (*Santalum album* Linn.) didapatkan bahwa keragaman tinggi bebas cabang cendana tersebut tidak signifikan, baik antar blok maupun provenans.

Lebar tajuk

Hasil analisis varian sifat lebar tajuk tanaman cendana yang diamati sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 8. Hasil analisis varian sifat lebar tajuk tanaman cendana (*Santalum album* Linn.) didapatkan bahwa keragaman lebar tajuk cendana antar blok tidak signifikan, sedangkan antar provenans Cendana berbeda nyata (nilai $Pr>F=0,03$).

Tabel 7. Hasil analisis varian sifat tinggi bebas cabang tanaman cendana (*Santalum album* Linn.) umur 12 tahun di Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta

Sumber variasi	Derajat bebas (DF)	Kuadrat rerata	Nilai F	Pr>F
Sifat tinggi bebas cabang				
Blok	2	0,05	0,54	0,61 (TS)
Provenans	3	0,11	1,23	0,38 (TS)
Error	6	0,09		
Total	11			

Keterangan: * = Signifikan; TS = Tidak Signifikan ; ** = Sangat Signifikan

Tabel 8. Hasil analisis varian sifat lebar tajuk tanaman cendana (*Santalum album* Linn.) umur 12 tahun di Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta

Sumber Variasi	Derajat Bebas (DF)	Kuadrat Rerata	Nilai F	Pr>F
Sifat Lebar Tajuk				
Blok	2	0,19	2,58	0,16 (TS)
Provenans	3	0,43	5,71	0,03 (*)
Error	6	0,07		
Total	11			

Keterangan: * = Signifikan; TS = Tidak Signifikan; ** = Sangat Signifikan

Tabel 9. Hasil uji jarak berganda Duncan's untuk lebar tajuk provenans cendana

Provenans	Rata-rata lebar tajuk (m)	Uji jarak Duncan
Rote (4)	2,64	A
Belu (3)	2,07	B
Sumba (1)	1,94	B
Fatunisuan (2)	1,78	B

Keterangan: Angka yang berada di sebelah provenans menunjukkan peringkat uji jarak dari provenans tersebut

Hasil uji DMRT untuk sifat lebar tajuk Cendana dari provenans cendana ditunjukkan pada Tabel 9. Hasil uji lanjut DMRT memperlihatkan untuk rata-rata lebar tajuk dari provenans Rote berbeda nyata dengan provenans Belu, Sumba, dan TTU. Sedangkan, provenans Belu tidak berbeda nyata dengan provenans Sumba dan TTU.

Berdasarkan penelitian uji provenans cendana (*Santalum album* Linn.) di Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta yang telah dilakukan, diperoleh beberapa simpulan bahwa: (i) Variasi persen hidup yang diamati dipengaruhi secara nyata oleh adanya variasi antar provenans. Provenans Cendana dari Rote memiliki persen hidup tertinggi. (ii) Variasi pertumbuhan untuk sifat tinggi total, diameter dan sifat lebar tajuk Cendana dipengaruhi nyata oleh adanya variasi antar provenans, sedangkan sifat tinggi bebas cabang tidak. Cendana dari Provenans Rote memiliki kinerja pertumbuhan terbaik.

Saran yang diajukan bagi penelitian lanjutan yang terkait dengan penelitian uji provenans cendana (*Santalum album* Linn.) Di Watusipat, Gunungkidul, Yogyakarta

adalah: (i) Perlu adanya penelitian lanjut tentang kompetisi tajuk antar provenans cendana. (ii) Perlu adanya penelitian pengamatan pembungaan, pembuahan, dan kemampuan regenerasi tanaman cendana yang diamati.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Liliek Haryjanto, sebagai penanggungjawab kegiatan penelitian Cendana, Arif Setyawan atas bantuan teknis dan alat-alat pengukurannya, juga Subagyo dan Handi atas bantuan pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman. 2012. Tanaman Ulin (*Eusideroxylon zwageri* T. & B) pada Umur 8,5 Tahun di Arboretum Balai Besar Penelitian DIPTEROK Samarinda. Jurnal Info Teknis Dipterokarpa 5 (1): 25-33.
- Campbell NA, Reece JB, Mitchell LG. 2000. Biologi edisi ke-5. Erlangga, Jakarta.
- Fiani A. 2014. Penyelamatan Sumberdaya Genetik Jenis Cendana (*Santalum album* L.) Melalui Pembangunan Plot Konservasi Eks-situ di Gunungkidul. Jurnal Informasi Teknis 15 (1): 1-12.
- Hardiyanto EB. 2011. Pemuliaan Pohon Lanjut. Diktat Mata Kuliah. Pogram Pasca Sarjana Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Haryjanto L. 2009. Keragaman Genetik Cendana (*Santalum album* Linn) di Kebun Konservasi Ex Situ Watusipat, Gunungkidul, dengan Penanda Isozim. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan 3 (3): 127-138.
- Haryjanto L, Pamungkas T. 2005. Variasi Pertumbuhan Cendana dari Berbagai Provenans pada Umur Delapan Bulan. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 2 (2): 88-94.
- IUCN. 1998. The IUCN Redlist of Threatend Species *Santalum album*. <http://www.iucnredlist.org/details/31852/0>. 29 Juni 2017.
- Kramer PJ, Kozlowski TT. 1960. Physiology of Trees. Mc Graw-Hill Book Co, New York.
- Nirawati, Nurkin B, Putranto B. 2013. Evaluasi Keberhasilan Pertumbuhan Tanaman pada Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan (GNRHL) di Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung (Studi Kegiatan GNRHL Tahun 2003-2007). Jurnal Sains dan Teknologi 13 (2): 175-183.
- Sumardi, Fiani A. 2015. Keragaman Genetik Cendana (*Santalum album* Linn.) dan Tindakan Reintroduksi ke Nusa Tenggara Timur. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia. Yogyakarta.
- Surata IK. 2006. Teknik budidaya cendana. Dalam: Seminar Nasional Tentang Status Silvikultur di Indonesia Saat ini. Yogyakarta.
- Wahyudi. 2012. Analisis pertumbuhan dan hasil tanaman jabon (*Anthocephallus cadamba*). Jurnal Perennial 8 (1): 19-24.
- Zobel BJ, Talbert J. 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Willey and Sons, New York.