

KARAKTERISTIK PERTUMBUHAN CENDANA (*Santalum album* Linn.) ASAL POPULASI PULAU SUMBA

(*Growth Characteristic of Cendana (*Santalum album* Linn.) from Sumba Island Population*)

Sumardi^{1*}, Hery Kurniawan¹ dan Misto²

¹Balai Penelitian Kehutanan Kupang

Jl. Alfons Nisoni No. 7 (belakang) P.O.Box 69 Kode Pos 85115, Kupang,
Nusa Tenggara Timur (NTT), Indonesia. Telp (0380) 823357, 833472. Fax. (0380) 831068

²Balai Penelitian Kehutanan Makassar

Jl. Perintis Kemerdekaan Km.16 Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia Kode Pos 90243
Telp. (0411) 554049, Fax. (0411) 554058

*E-mail: sumardi_184@yahoo.com

Diterima 19 Juni 2014; revisi terakhir 14 Agustus 2015; disetujui 21 Agustus 2015

ABSTRAK

Cendana (*Santalum album* Linn.) merupakan jenis tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi dengan adanya kandungan minyak atsiri pada kayu terasnya. Nilai ekonomi tinggi pada kayu cendana mendorong tindakan eksploitasi terhadap jenis tersebut. Eksploitasi tanpa diimbangi dengan upaya regenerasi berdampak pada penurunan populasi di alam yang mengakibatkan penurunan variasi genetik jenis tersebut. Penyelamatan materi genetik yang masih tersisa dapat dilakukan dengan konservasi Ex-Situ sekaligus digunakan sebagai populasi dasar untuk tujuan pemuliaan di masa mendatang. Pada tahun 2013, Balai Penelitian Kehutanan Kupang (BPK Kupang) telah membangun plot konservasi Ex-Situ cendana yang berasal dari populasi Pulau Sumba. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dan pengaruh faktor genetik terhadap karakteristik atau sifat pertumbuhan cendana dari populasi Pulau Sumba sampai dengan umur 6 bulan setelah penanaman. Rancangan penelitian disusun dengan rancangan *Incomplete Block Design* (IBD) yang terdiri dari 57 famili, *single treeplot* dan 5 blok sebagai ulangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa rerata pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman uji sampai dengan umur 6 bulan masing-masing sebesar 37,36 cm dan 3,88 mm. Taksiran nilai heritabilitas famili (h^2f) untuk tinggi dan diameter masing-masing sebesar 0,80 dan 0,55.

Kata kunci: Karakteristik pertumbuhan, cendana, populasi, heritabilitas

ABSTRACT

Cendana (*Santalum album* Linn.) is a species that has a high economic value because of the essential oil content in the heartwood. The high economic value in the heartwood had pushed exploitation action to these species. Exploitation being offset by regeneration efforts has resulting in a decrease of its populations and genetic variation. The remaining genetic variation can be conserved through establishing Ex-Situ conservation stands which simultaneously functioned as basic populations for tree improvement purposes in the future. In 2013, Forestry Research Institute of Kupang has established an Ex-Situ conservation plot of cendana originally from Sumba island population. The research design was laid out in *Incomplete Block Design* (IBD) consisting of 57 families, *single treeplot* and 5 replication with a spacing of 4 x 4 m. This study was aimed to investigate the characteristics and the influence of genetic factors on the characteristics of cendana of Sumba Island population until the age of 6 months. The result of study showed that the average growth of height and diameter are 37.36 cm and 3.88 mm, respectively. The estimate family heritability (h^2f) for height and diameter are 0.80 and 0.55, respectively.

Keywords: Growth characteristic, cendana, population, heritability

I. PENDAHULUAN

Cendana (*Santalum album* Linn.) telah dikenal masyarakat sebagai jenis tanaman yang memiliki nilai ekonomi tinggi dengan nama perdagangan internasional sebagai *Sandalwood*. Nilai ekonomi tersebut disebabkan oleh adanya kandungan minyak

atsiri berupa santalol pada kayu terasnya yang memiliki aroma khas (Lestari, 2010). Tingginya nilai ekonomi kayu cendana inilah yang mendorong tindakan eksploitasi besar-besaran terhadap cendana di Nusa Tenggara Timur (NTT). Tercatat mulai tahun 1969 eksploitasi cendana semakin dioptimalkan dan

puncaknya terjadi pada tahun 1996 dengan produksi mencapai 2.458.594 kg (Bano, 2001). Akibat eksploitasi secara berlebihan mengakibatkan penurunan potensi dan populasi cendana dari tahun ke tahun. Saat ini cendana di Indonesia berdasarkan kriteria IUCN (2001) termasuk kategori *Critically Endangered* (Haryjanto, 2009). Kondisi tersebut mendorong untuk segera dilakukan upaya konservasi terhadap tanaman cendana. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan konservasi Ex-Situ yang diharapkan mampu menjaga dan mempertahankan variasi atau keragaman genetik cendana yang saat ini masih tersisa.

Keragaman genetik merupakan aspek penting dalam program pemuliaan tanaman. Peningkatan perolehan genetik akan didapatkan manakala program pemuliaan tanaman tersebut berasal dari populasi dengan keragaman genetik yang cukup luas. Seleksi yang merupakan faktor penting dari pemuliaan pohon tentunya akan menyempitkan variasi genetik. Disinilah pentingnya dilakukan konservasi sumberdaya genetik untuk dijadikan sumber genetik baru bagi strategi pemuliaan yang lebih fleksibel. Konservasi akan tetap menjaga keragaman genetik tetap tinggi tidak seperti pada pemuliaan yang melakukan seleksi terhadap suatu sifat yang diinginkan, sehingga berdampak pada penurunan keragaman genetik. Pada prinsipnya strategi konservasi sumberdaya genetik meliputi konservasi di dalam habitat aslinya (*In-Situ*) dan di luar habitat aslinya (*Ex-Situ*). Konservasi Ex-Situ lebih mudah dilakukan dalam rangka penyediaan materi genetik untuk program pemuliaan pohon.

Dalam upaya melakukan konservasi sumberdaya genetik cendana, Balai Penelitian Kehutanan Kupang (BPK Kupang) pada tahun 2013 telah membangun plot konservasi Ex-Situ cendana untuk populasi Pulau Sumba. Hal tersebut merupakan lanjutan dari pembangunan plot konservasi Ex-Situ cendana yang berasal populasi Pulau Timor bagian Barat, Pulau Timor bagian Timur dan Alor yang dibangun pada tahun 2012. Pembangunan populasi dasar cendana dirancang dengan menanam satu populasi pada satu blok secara terpisah dengan populasi lain. Hal ini dimaksudkan untuk mempertahankan identitas dan kemurnian populasi sesuai dengan ekosistem asal dan karakteristik masing-masing tanamannya. Untuk mengetahui karakteristik pertumbuhan masing-masing populasi perlu dilakukan

evaluasi parameter pertumbuhan pada beberapa tahapan umur untuk melihat konsistensi karakternya. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik dan pengaruh faktor genetik terhadap karakteristik atau sifat pertumbuhan cendana dari populasi Pulau Sumba pada umur 6 bulan setelah penanaman.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan pada plot konservasi Ex-Situ cendana populasi Pulau Sumba di Banamlaat, Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Mei 2014.

B. Bahan dan peralatan

Bahan penelitian yang digunakan adalah tanaman cendana pada plot konservasi Ex-Situ cendana populasi Pulau Sumba pada umur 6 bulan setelah penanaman. Peralatan yang digunakan adalah kaliper digital, mistar 100 cm dan alat tulis.

C. Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan pada plot konservasi Ex-Situ cendana populasi Pulau Sumba adalah *Incomplete Block Design* (IBD) dengan *single treeplot*. Jumlah famili yang digunakan adalah 57 famili. Setiap famili terdiri dari 5 blok yang sekaligus berfungsi sebagai ulangan. Istilah famili yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pohon induk yang digunakan sebagai sumber materi genetik. Jarak tanam yang digunakan pada plot konservasi Ex-Situ populasi Pulau Sumba adalah 4 x 4 m.

Karakteristik tanaman yang diamati adalah sifat tinggi dan diameter. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah sampai ujung tanaman. Diameter tanaman diukur pada ketinggian 10 cm di atas permukaan tanah.

D. Analisis Data

Data hasil pengukuran dianalisis dengan menggunakan analisis varian untuk memperoleh informasi keragaman karakter di antara famili-famili yang diuji dengan menggunakan model linier dengan rumus sebagai berikut (O'Neill, 2010; Yudohartono, 2013):

$$Y_{ij} = \mu + B_i + F_j + E_{ij} \dots\dots\dots 1$$

Keterangan:

Y_{ij} : pengamatan pada individu pohon ke-i dari famili ke-j dalam blok ke-i; μ : rerata umum

hasil pengukuran; B_i : pengaruh blok ke-i; F_j : pengaruh famili ke-j; E_{ij} : *error random* (galat hasil pengukuran ke-i pada ulangan ke-i dari famili ke-j).

Nilai heritabilitas famili (h^2f) dihitung menggunakan rumus taksiran heritabilitas (Hardiyanto, 2009) :

$$h^2f = \frac{\sigma^2f}{\sigma^2f + \sigma^2fb/b + \sigma^2e/nb} \dots\dots\dots 2$$

Keterangan:

σ^2f : Komponen varians famili (*variance component of family*).

σ^2fb : Komponen varians interaksi famili dengan blok (*variance component of family and block interaction*).

σ^2e : Komponen varians error (*variance component of error*).

n : Rerata harmonik jumlah pohon per plot (*harmonic mean of trees per plot sum*).

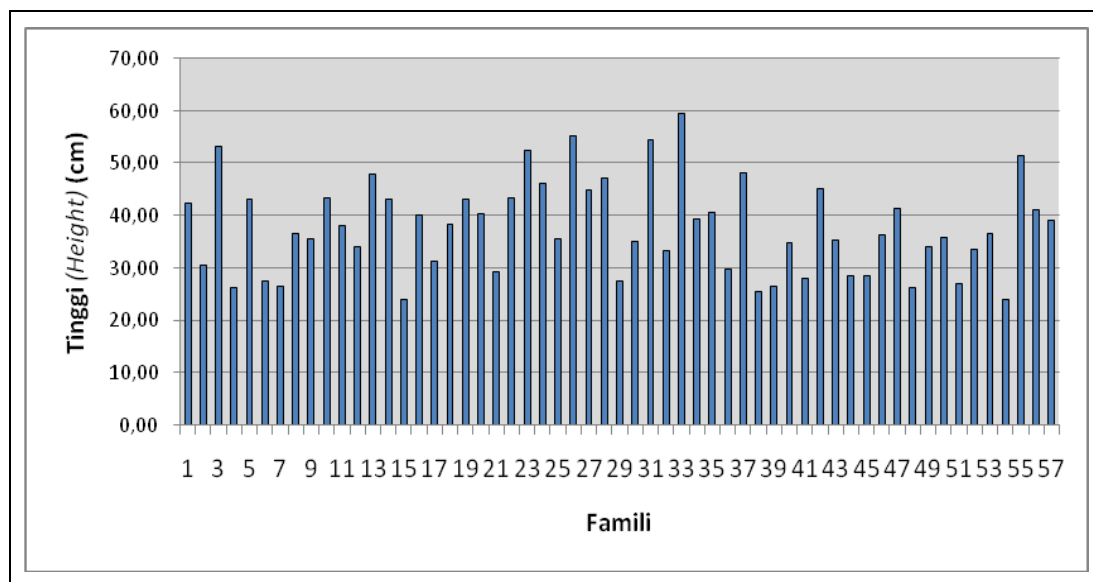
b : Rerata harmonik jumlah blok (*harmonic mean of blocks sum*).

Nilai heritabilitas famili (h^2f) di bawah 0,40 termasuk kategori rendah; 0,40 – 0,60 dikategorikan sedang atau menengah dan jika nilainya lebih dari 0,60 dimasukkan pada kategori tinggi (Leksono, 1994).

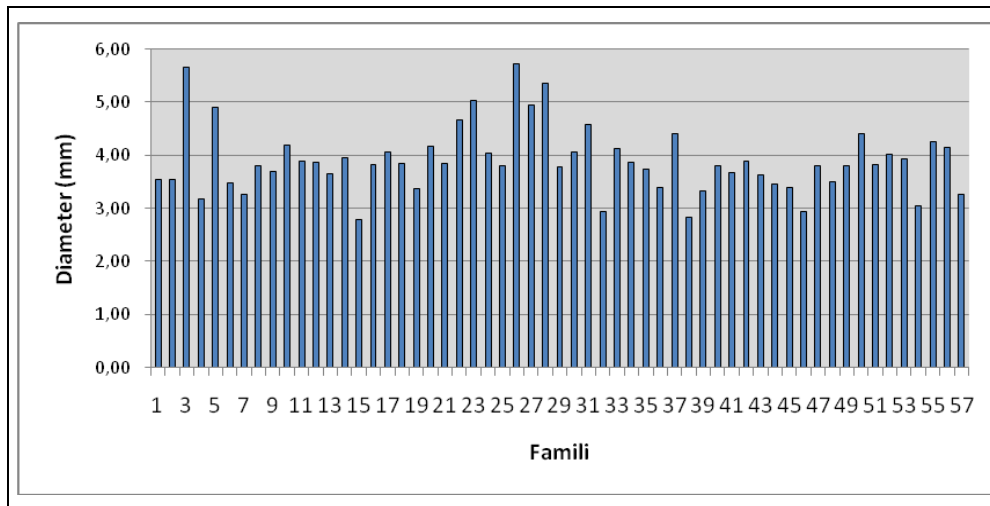
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Pertumbuhan

Karakteristik pertumbuhan cendana yang diukur pada penelitian ini adalah tinggi dan diameter tanaman. Pertumbuhan tinggi cendana sampai dengan umur 6 bulan untuk populasi Pulau Sumba bervariasi antara 19 cm - 80 cm dan diameter bervariasi antara 2,21 mm - 7,33 mm, dengan nilai rerata tinggi sebesar 37,36 cm dan diameter sebesar 3,88 mm. Jika dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman cendana umur 8 bulan untuk populasi Pulau Timor yakni tinggi sebesar 48,67 cm dan diameter sebesar 4,65 mm (Sumardi, et al., 2013), maka pertumbuhan cendana populasi Pulau Sumba masih memiliki pertumbuhan tinggi dan diameter normal. Rerata pertumbuhan tanaman untuk sifat tinggi dan diameter masing-masing famili lebih lengkap disajikan pada Gambar 1 untuk sifat tinggi dan Gambar 2 untuk sifat diameter. Pada Gambar 1 dan 2 terlihat variasi untuk sifat tinggi dan diameter tanaman cendana sampai dengan umur 6 bulan pada plot konservasi Ex-Situ cendana populasi Pulau Sumba yang akan digunakan sebagai populasi dasar pada kegiatan pemuliaan di masa mendatang.



Gambar 1. Grafik rerata tinggi tanaman cendana umur 6 bulan setelah tanam.
Figure 1. The average of cendana stem height at 6 months after planting.



Gambar 2. Grafik rerata diameter tanaman cendana umur 6 bulan setelah tanam.
Figure 2. The average of cendana stem diameter at 6 months after planting.

Tanaman dengan nilai rerata tinggi tanaman paling tinggi adalah famili nomor 33 (76,00 cm) dan paling rendah adalah famili nomor 19 (20,00 cm). Sedangkan tanaman dengan nilai rerata diameter paling besar adalah famili nomor 3 (5,64 mm) dan paling kecil adalah famili nomor 19 (2,71 mm). Sifat tinggi dan diameter terlihat beragam antara famili satu dengan lainnya, namun untuk mengetahui perbedaan nyata pada sifat

tersebut dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan analisis varian.

Untuk mengetahui perbedaan nyata untuk sifat tinggi dan diameter antara famili pada tanaman cendana umur 6 bulan dilakukan analisis varian terhadap data pengukuran tinggi dan diameter tanaman. Analisis varian terhadap sifat tinggi dan diameter disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis varian tinggi dan diameter cendana umur 6 bulan setelah penanaman
Table 1. Variance analysis of stem height and diameter on cendana at 6 months after planting

Sumber variasi (Source of Variation)	Derajat bebas (Degrees of Freedom)	Kuadrat tengah (Mean Squares)	F hitung (F Value)	Perbedaan nyata (Significance)
Tinggi (Height)				
Blok (Block)	4	64,755	1,12 ^{ns}	0,304
Famili (Family)	56	306,664	5,78 ^{**}	0,000
Error	162	53,045		
Total	222			
Diameter				
Blok (Block)	4	0,283	0,47 ^{ns}	0,755
Famili (Family)	56	1,458	2,44 ^{**}	0,000
Error	162	0,598		
Total	222			

Keterangan:

** : berbeda nyata pada taraf uji 1%

ns : tidak berbeda nyata pada taraf uji 5%

Remarks:

** : Significantly different at 1% level

ns : not significantly different at 5% level

Analisis varian pada Tabel 1 menunjukkan adanya perbedaan secara nyata untuk sifat tinggi dan diameter antara famili yang diuji. Perbedaan secara nyata tersebut menunjukkan bahwa famili memberikan pengaruh secara nyata terhadap karakteristik tinggi dan diameter pada tanaman cendana umur 6 bulan pada plot konservasi *Ex-Situ* yang digunakan sebagai populasi dasar. Perbedaan nyata antar famili tersebut juga menunjukkan adanya keragaman/variasi genetik yang tinggi untuk sifat tinggi dan diameter tanaman. Pada penelitian variasi genetik sebelumnya yang menggunakan materi dari kebun konservasi *Ex-Situ* cendana di Gunungkidul disampaikan bahwa tanaman cendana memiliki keragaman genetik antar famili di dalam populasi lebih besar daripada keragaman genetik antar populasi (Rimbawanto, *et al.*, 2006).

Menurut Zobel, *et al.* (1960), variasi tanaman hutan dapat terjadi antar spesies, provenan, tegakan, tempat tumbuh, individu pohon dan variasi dalam individu pohon. Dari beberapa penyebab terjadinya variasi tersebut, variasi provenan merupakan faktor yang paling berperan terhadap karakteristik tanaman hutan yang berhubungan dengan kemampuan bertahan hidup dan adaptabilitas. Sementara itu, karakteristik ekonomi tanaman yang tidak berhubungan dengan *fitness* seperti

kelurusan batang dan pertumbuhan lebih banyak dipengaruhi oleh variasi individu pohon (antar pohon).

Kegiatan konservasi sumberdaya genetik dan pemuliaan tidak bisa terlepas dari variasi genetik yang merupakan sumberdaya yang bisa dimanfaatkan untuk generasi sekarang dan di masa yang akan datang. Dengan adanya variasi keragaman genetik yang tinggi antar famili pada populasi Pulau Sumba maka semakin banyak potensi sumberdaya genetik tanaman cendana yang bisa diselamatkan. Disamping itu keragaman genetik yang tinggi juga sangat penting dalam program pemuliaan cendana karena optimalisasi perolehan genetik akan dapat dicapai dengan semakin besarnya peluang untuk seleksi terhadap sifat-sifat yang diinginkan. Memertahankan keragaman genetik juga sangat diperlukan untuk melestarikan variasi spasial dan temporal dari kondisi lingkungan (Rimbawanto, 2011). Benih memegang peranan penting dalam pembangunan hutan tanaman (Singh, *et al.*, 2006 dalam Singh dan Batt, 2008) biji yang dikumpulkan dari berbagai sumber yang berbeda akan berbeda dalam viabilitas, perkecambahan, pertumbuhan dan performa biomassa. Lima belas famili dengan rerata tinggi dan diameter terbaik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Lima belas famili dengan nilai tinggi dan diameter terbaik
Table 2. Fifteen family with the highest height and diameter

No.	Famili (Family)	Tinggi (Height) (cm)	No.	Famili (Family)	Diameter (mm)
1	33	76,00	1	3	5,64
2	3	53,20	2	28	5,36
3	23	52,40	3	23	5,03
4	55	51,40	4	5	4,91
5	31	48,75	5	33	4,77
6	37	48,20	6	22	4,65
7	26	48,00	7	26	4,63
8	13	47,80	8	37	4,40
9	28	47,20	9	50	4,33
10	24	46,00	10	55	4,26
11	42	45,20	11	20	4,17
12	22	43,20	12	56	4,15
13	14	43,00	13	31	4,14
14	5	43,00	14	17	4,07
15	1	42,20	15	30	4,06

Berdasarkan Tabel 2 di atas, diketahui lima teratas famili yang memiliki sifat tinggi paling besar adalah famili 33, 3, 23, 55 dan 31. Sedangkan untuk sifat diameter seperti disajikan pada Tabel 3, diketahui lima teratas famili yang memiliki sifat diameter paling besar adalah 3, 28, 28, 5 33. Namun demikian *ranking* famili berdasarkan sifat tinggi dan diameter tanaman pada plot populasi dasar tersebut masih memungkinkan untuk berubah pada umur yang lebih tinggi. Hal tersebut juga terjadi pada tanaman uji keturunan jenis sengon, yakni *ranking* untuk sifat tinggi dan diameter berubah antara umur 6 bulan dan 1 tahun (Hadiyan, 2010). Sifat pertumbuhan pada tanaman uji provenan merbau sampai umur 3 tahun juga belum menunjukkan konsistensi *ranking* antar provenan yang diuji (Yudohartono dan Ismail, 2012).

B. Nilai Heritabilitas

Untuk mengetahui proporsi faktor genetik yang diturunkan dari induk kepada keturunannya, maka dilakukan penaksiran nilai heritabilitas (Ismail dan Hadiyan, 2008). Pengaruh faktor genetik terhadap penampilan suatu pohon (fenotip) ditaksir dari besarnya nilai heritabilitas, yang dihitung berdasarkan besarnya nilai komponen varians. Nilai heritabilitas famili (h^2f) untuk sifat tinggi termasuk kategori tinggi yaitu sebesar 0,80, sedangkan untuk sifat diameter termasuk kategori sedang yaitu sebesar 0,55. Hal ini mengindikasikan bahwa variasi pertumbuhan sifat tinggi dan diameter tanaman cendana pada plot konservasi Ex-Situ cendana populasi Pulau Sumba sampai dengan umur 6 bulan setelah penanaman cukup kuat dipengaruhi faktor genetik. Nilai heritabilitas tersebut dapat berubah pada umur-umur selanjutnya sesuai dengan kondisi pertumbuhan dan perlakuan. Hal tersebut seperti terjadi pada tanaman uji keturunan *A. mangium* dari provenan *Queensland* yang menunjukkan adanya nilai heritabilitas yang berbeda-beda dari umur 1 hingga 8 tahun untuk sifat tinggi dan diameter tanaman (Nirsatmanto, 2005).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman pada plot konservasi Ex-Situ cendana populasi Pulau Sumba sampai dengan umur 6 bulan bervariasi antara 19 - 80 cm dan 2,21 - 7,33 mm, dengan nilai rerata tinggi dan diameter sebesar 37,36 cm dan 3,88 mm. Nilai heritabilitas famili (h^2f) untuk sifat tinggi

termasuk kategori tinggi yaitu sebesar 0,80 cm, sedangkan untuk sifat diameter termasuk kategori sedang yaitu sebesar 0,55 mm.

B. Saran

Evaluasi karakteristik tanaman cendana pada plot konservasi Ex-Situ populasi Pulau Sumba perlu dilanjutkan pada tahapan umur tanaman lebih tua. Evaluasi tanaman akan dihentikan bila hasil evaluasi menunjukkan nilai variasi dan nilai heritabilitas masing-masing telah konstan pada saat pengukuran berikutnya. Dan jika hasil evaluasi menunjukkan nilai konstan seperti pada penelitian ini maka pembuatan pertanaman cendana baru akan lebih baik jika menggunakan benih dengan kualitas genetik yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terima kasih kepada Teknisi dan Pembantu Teknisi di Stasiun Penelitian BPK Kupang di Banamlaat: Martinus Lulus, Kornelis Missa, Kristoforus yang telah membantu pelaksanaan penelitian dan pengambilan data di lapangan serta semua pihak yang tidak mungkin kami sebutkan satu persatu yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Bano. E.T. (2001). Peranan Cendana dalam Perekonomian NTT: Dulu dan Kini. Prosiding Cendana (*Santalum album* L.) Sumber Daya Otonomi Daerah Nusa Tenggara Timur. *Berita Biologi Edisi Khusus*. Pusat Penelitian Biologi, LIPI, 469-474.
- Hadiyan, Y. (2010). Pertumbuhan dan Parameter Genetik Uji Keturunan Tanaman Sengon (*Falcataria moluccana*) di Cikampek Jawa Barat. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 4(2), 101-108.
- Hardiyanto, E.B. (2009). *Uji Keturunan* (Bahan Kuliah) Sekolah Pasca Sarjana Program Studi Ilmu Kehutanan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, 112p.
- 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.
- Ismail, B. Dan Y. Hadiyan. (2008). Evaluasi Awal Uji Keturunan Sengon (*Falcataria moluccana*) Umur 8 Bulan Di Kabupaten Kediri Jawa Timur. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 2(3), 1-7.
- Leksono, B. (1994). *Variasi genetik produksi getah Pinus merkusii Jungh. Et. De Vriese*. (Master, Thesis). Program Studi Ilmu Kehutanan,

- Jurusan Ilmu-ilmu Pertanian. Fakultas Pasca Sarjana UGM, 129p.
- Lestari, F. (2010). Karakteristik Pembungaan Tiga Provenan Dan Empat Ras Lahan Cendana. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 7(2), 59-65.
- Nirsatmanto, A. (2005). Study on Statistical Genetic Analysis and Application to The Breeding in *Acacia mangium*. (Doctoral, Thesis). Kyusu University, 101p.
- O'Neill, Mick. (2010). ANOVA & REML: A Guide to Linear Mixed Models In An Experimental Design Context. STatistical Advisory & Training Service Pty Ltd, 172p.
- Rimbawanto, A., AYBPC Widyatmoko dan P. Sulistyowati. (2006). Distribusi Keragaman Genetik Populasi *Santalum album* L berdasarkan Penanda RAPD. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 3(3), 175-181.
- Rimbawanto, A. (2011). *Strategi Konservasi Cendana di Timor Barat* (Laporan Kegiatan). Public Sector Linkage Program: "Interventions to Promote Sustainable Natural Forest Resource Management in West Timor, Indonesia". Balai Penelitian Kehutanan Kupang, 64-86.
- Singh, B and B.P. Bhatt. (2008). Provenance Variation in Pod, Seed, and Seedling Traits of *Dalbergia sissoo* Roxb, Central Himalaya, India. *Tropical Agricultural Research and Extension*, 11, 39-44.
- Sumardi, H. Kurniawan, M. Lalus, K. Missa, K. Ceunfin. (2013). *Teknik Konservasi Ex-Situ Cendana (Santalum album Linn.) Di Nusa Tenggara Timur* (Laporan Hasil Penelitian). Balai Penelitian Kehutanan Kupang, 39p.
- Yudohartono, T.P. dan B. Ismail. (2012). Variasi Genetik Uji Provenan Merbau Sampai Umur 3 Tahun Di Bondowoso, Jawa Timur. *Jurnal Pemuliaan Hutan Tanaman*, 6 (1), 27-36
- Yudohartono, T.P. (2013). Karakteristik Pertumbuhan Jabon Dari Provenan Sumbawa Tingkat Semai dan Setelah Penanaman. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 7(2), 85-96.
- Zobel, B.J., E. Thurbjorsen and F. Henson. (1960). Geographic site and individual tree variation in wood properties of loblolly pine. *Silvae Genetica*, 9(6), 149-158.

