

KERAGAMAN SUDUT PERCABANGAN DAN PANJANG INTERNODUS TANAMAN UJI KETURUNAN PULAI GADING (*Alstonia scholaris* (L.) R.Br.)

*Diversity of Tree Branching Angle and Internodus Length of *Alstonia scholaris* (L.) R.Br. Progeny Trial)*

Mashudi

Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan
Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta

ABSTRACT. *Alstonia scholaris* is a local species, widely used for making hadicraft and pencil slate. The purpose of this paper is to determine the effect of provenance and family on the diversity of tree branching angle and internodus length of *A. scholaris* plants. The experimental design used was a Completely Randomized Block Design with provenance and family treatments. The number of provenance involved was 5 provenances (Lombok, Jayapura, Solok, Timor and Bali) and the number of family involved was 48 families. Each family planted 4 seeds per plot with a spacing of 4 x 2 m and was repeated 3 times. The results of the analysis of variance showed that the provenance and family had a significant effect on the tree branching angle and length of the internodus. The average of tree branching angle between families ranges from 37.5° - 61.25° and the length of the internodus ranges from 1.15 - 2.20 cm. Provenance with the best tree branching angle are occupied by the Timor provenance and the best length of the internodus is occupied by the Lombok provenance. The best tree branching angle is occupied by 20 families with an angle range of 50.91° - 61.25° and the best length of the internodus is occupied by 22 families with a range of 1.82 - 2.20 m.

Keywords: *Alstonia scholaris*; progeny trial; tree branching angles; internodus length

ABSTRAK. Pulai gading merupakan jenis lokal, banyak digunakan untuk pembuatan barang kerajinan dan pensil slale. Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh provenan dan famili terhadap keragaman sudut percabangan dan panjang internodus tanaman pulai gading. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Berblok dengan perlakuan provenan dan famili. Jumlah provenan yang dilibatkan sebanyak 5 provenan (Lombok, Jayapura, Solok, Timor dan Bali) dan jumlah famili yang dilibatkan sebanyak 48 famili. Masing-masing famili ditanam 4 bibit per plot dengan jarak tanam 4 x 2 m dan diulang sebanyak 3 kali. Hasil analisis varians menunjukkan provenan dan famili berpengaruh nyata terhadap sudut percabangan dan panjang internodus. Rata-rata sudut percabangan antar famili berkisar 37,5° – 61,25° dan panjang internodus berkisar 1,15 – 2,20 cm. Provenan dengan sudut percabangan terbaik diduduki oleh provenan Timor dan panjang internodus terbaik diduduki oleh provenan Lombok. Sudut percabangan terbaik ditempati oleh 20 famili dengan kisaran sudut sebesar 50,91° – 61,25° dan panjang internodus terbaik ditempati oleh 22 famili dengan kisaran 1,82 - 2,20 m.

Kata kunci: pulai gading; uji keturunan; sudut percabangan; panjang internodus

Penulis untuk korespondensi, surel : masshudy@yahoo.com

PENDAHULUAN

Kebutuhan kayu pertukangan cenderung meningkat dari waktu ke waktu. Anonim (2013) menginformasikan bahwa kebutuhan kayu pertukangan nasional tahun 2013 sebesar 13,9 juta m³ meningkat menjadi 15,4 juta m³ pada tahun 2014. Salah satu jenis kayu pertukangan yang permintaannya cukup tinggi adalah pulai gading (*Alstonia*

scholaris (L.) R. Br.). Mashudi dan Leksono (2014) menginformasikan bahwa kebutuhan bahan baku kayu pulai pada sentra industri kerajinan kayu di Patuk, Gunung Kidul mengalami defisit bahan baku sebesar 60 m³ per bulan. Bertolak dari data tersebut, pengembangan hutan tanaman pulai dengan produktivitas tinggi perlu dikembangkan. Fenomena tersebut sangat mungkin diwujudkan karena pulai gading merupakan jenis lokal yang secara alami tersebar hampir di seluruh wilayah

Indonesia (Soerianegara dan Lemmens, 1994).

Guna mengejawantahkan hutan tanaman pulai gading dengan produktivitas tinggi langkah yang dilakukan adalah membangun plot uji keturunan, yang pada akhir seleksi plot tersebut dapat dikonversi menjadi kebun benih. Uji keturunan pulai gading telah dibangun di petak 93, Playen, Gunung Kidul. Materi genetik yang digunakan untuk membangun uji keturunan pulai gading sebanyak 48 famili yang berasal dari 5 provenan (Lombok, Bali, Timor, Jayapura dan Solok) (Mashudi dan Baskorowati, 2015). Untuk mengetahui kinerja pertumbuhan tanaman uji keturunan pulai gading terdapat beberapa karakter yang perlu diamati secara berkala. Dua karakter yang cukup penting diamati sebagai bahan baku kayu pertukangan adalah sudut percabangan dan panjang internodus. Sudut percabangan akan sangat berpengaruh terhadap besarnya mata kayu dan internodus berpengaruh terhadap panjang sortimen kayu yang bebas mata kayu. Terkait dengan hal tersebut maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh famili dan provenan terhadap variasi sudut percabangan dan panjang internodus tanaman uji keturunan pulai gading.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada plot uji keturunan tanaman pulai gading yang berlokasi di Petak 93, Playen, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara administrasi, lokasi uji berada dalam wilayah Desa Banyusoco, Kecamatan Playen, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Jenis tanah pada lokasi uji adalah Vertisol yang berada pada ketinggian ± 150 m dari permukaan laut, curah hujan rata-rata sebesar 1.984 mm/tahun dan posisi geografis berada pada $7^{\circ}58'57,25''$ LS dan $110^{\circ}28'45,20''$ BT (Mashudi dan Baskorowati, 2015).

Bahan penelitian yang digunakan adalah tanaman uji keturunan pulai gading umur 3 tahun yang berlokasi di Petak 93, Playen, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Uji keturunan pulai gading dibangun dari 48 famili yang diambil dari 5 provenan (Tabel 1). Kemudian alat yang digunakan adalah busur untuk mengukur sudut percabangan dan galah meter untuk mengukur panjang internodus.

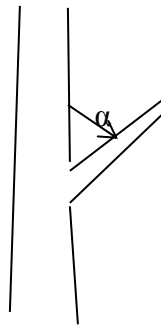
Tabel 1. Letak geografis, ketinggian tempat, curah hujan dan jumlah famili dari 5 provenan pulai gading yang diuji di plot uji keturunan

No.	Provenan	Letak Geografis	Ketinggian tempat (m dpl)	Curah Hujan (mm/thn)
1.	Lombok, Nusa Tenggara Barat	$116^{\circ}13'29,78''$ - $116^{\circ}30'00''$ BT dan $8^{\circ}20'00''$ - $8^{\circ}33'04,40''$ LS	150 – 300	1500 - 2000
2.	Jayapura, Papua Barat	$140^{\circ}31'26,81''$ - $140^{\circ}39'58,80''$ BT dan $2^{\circ}31'18,43''$ - $2^{\circ}35'04,00''$ LS	500 – 700	1500 - 4000
3.	Solok, Sumatera Barat	$100^{\circ}32'03,00''$ - $101^{\circ}41'30,00''$ BT dan $0^{\circ}51'12,93''$ - $1^{\circ}41'29,32''$ LS	400 – 600	2000 - 2800
4.	Timor, Nusa Tenggara Timur	$124^{\circ}03'15,42''$ - $124^{\circ}30'13,00''$ BT dan $9^{\circ}26'10,10''$ - $9^{\circ}50'51,42''$ LS	100 – 400	750 - 1500
5.	Bali	$115^{\circ}31'53,91''$ - $115^{\circ}54'8,90''$ BT dan $8^{\circ}21'23,67''$ - $8^{\circ}41'37,92''$ LS	200 – 350	893 - 2703

Sumber : Mashudi dan Baskorowati, 2015.

Penelitian dilakukan dengan melakukan pengukuran sudut percabangan dan panjang internodus seluruh tanaman uji keturunan pulai gading. Pengukuran sudut percabangan dilakukan dengan cara

memilih 3 posisi cabang dari batang utama secara acak, kemudian hasil yang diperoleh dari 3 kali pengukuran tersebut dibagi 3. Cara pengukuran sudut percabangan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengukuran sudut percabangan

Pengukuran panjang internodus dilakukan dengan cara sebagai berikut (Mashudi, 2015):

- Diukur tinggi titik percabangan paling atas (TA)
- Diukur tinggi bebas cabang (TBC)
- Dihitung jumlah titik percabangan tanaman (N)
- Panjang internodus dihitung dengan cara: $(TA - TBC) / N - 1$

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap Berblok (RALB) dengan perlakuan provenan dan famili. Dalam penelitian ini jumlah provenan yang dilibatkan sebanyak 5 provenan, yaitu : Lombok, Jayapura, Solok, Timor dan Bali (Mashudi dan Baskorowati, 2015). Jumlah famili yang ditanam dalam penelitian ini sebanyak 48 famili dengan masing-masing famili ditanam 4 bibit per plot (*line tree plot*) dengan jarak tanam 2×4 m dan diulang sebanyak 5 kali (blok). Dalam penelitian ini hanya 3 blok yang dilakukan analisis karena pada umur 8 bulan blok 2 dan blok 4 mengalami kebakaran sehingga pertumbuhannya tidak normal.

Data hasil pengukuran dianalisis menurut Rancangan Acak Lengkap Berblok. Untuk mengetahui perlakuan yang berpengaruh nyata dilakukan sidik ragam (analisis varians) dengan model sebagai berikut (Sastrosupadi 2013):

$$Y_{ijkl} = \mu + R_i + P_j + F(P)_{jk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Keterangan :

Y_{ijkl} = pengamatan individu tanaman ke-l pada ulangan ke-i, provenan ke-j, dan famili ke-k; μ = rata-rata umum; R_i = pengaruh ulangan ke-i; P_j = pengaruh provenan ke-j; $F(P)_{jk}$ = pengaruh famili ke-k tersarang dalam provenan ke-j dan ε_{ijkl} = galat.

Jika hasil analisis varians menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka dilakukan uji beda nyata Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf uji 1% atau 5% untuk mengetahui perbedaan pengaruh masing-masing perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sudut percabangan dan panjang internodus tanaman uji keturunan pulai gading umur 3 tahun cukup bervariasi. Rata-rata sudut percabangan antar famili berkisar antara $37,5^\circ - 61,25^\circ$ dan panjang internodus berkisar antara 1,15 m – 2,20 m. Untuk mengetahui pengaruh provenan dan famili terhadap besarnya sudut percabangan dan panjang internodus dilakukan analisis varians sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis varians karakter sudut percabangan dan panjang internodus tanaman uji keturunan pulai gading umur 3 tahun di Gunung Kidul

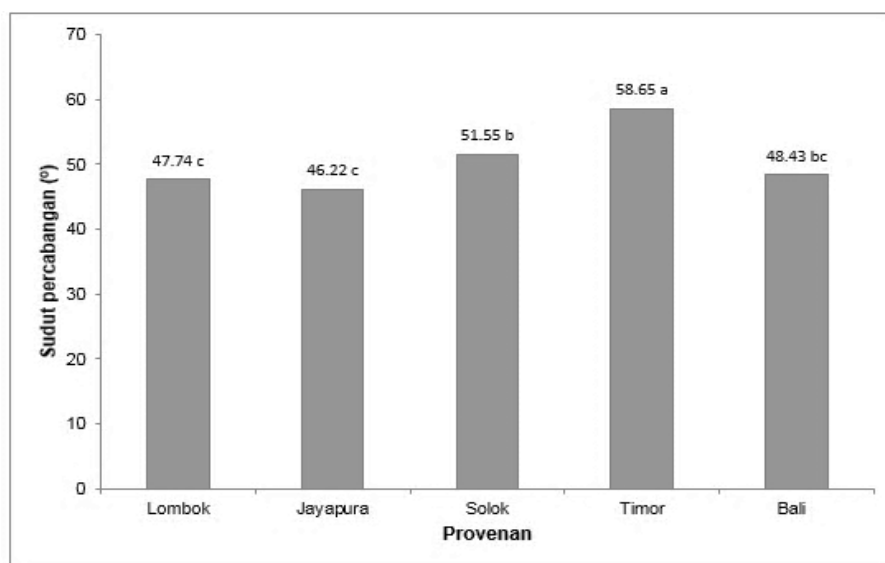
Sumber Variasi	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	
		Sudut Percabangan	Panjang Internodus
Replikasi	2	2099,89	1,33
Provenan	4	1037,94**)	4,25 **)
Famili(Provenan)	43	271,33 **)	0,31**)
Rep.*Fam.(Provenan)	94	154,38	0,22
Galat	302	82,28	0,14
Total	445		

Keterangan : **) = berbeda nyata pada taraf uji 0,01.

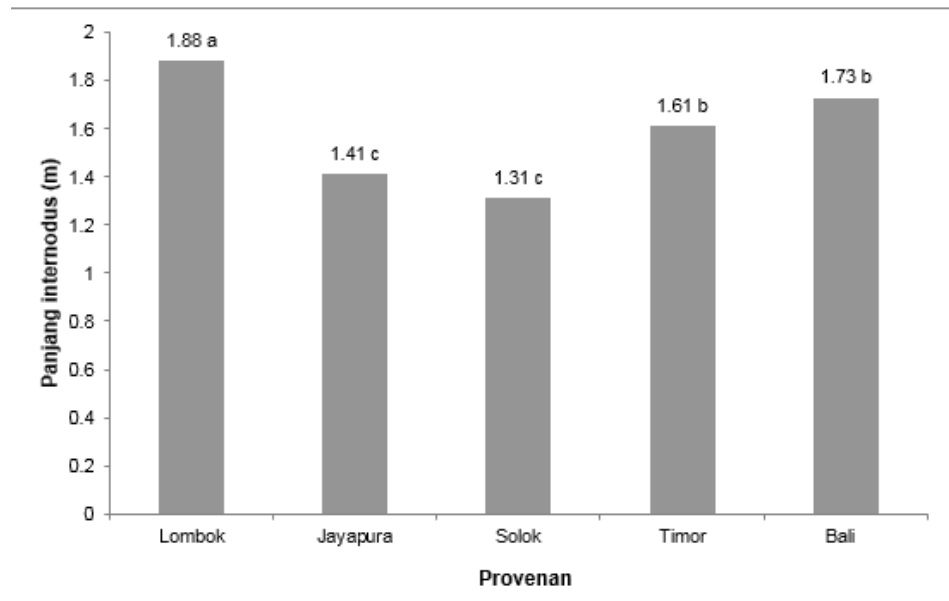
Hasil analisis varians (Tabel 2) menunjukkan bahwa sudut percabangan dan panjang internodus tanaman pulai gading berbeda nyata antar provenan. Perbedaan fenotipe sudut percabangan dan panjang internodus tersebut diduga terjadi karena keragaman genetik antar provenan dan perbedaan kondisi lingkungan antar provenan (Mangoendidjojo, 2009). Keragaman genetik antar provenan pulai gading telah diteliti oleh Hartati et al. (2007), dimana dengan penanda RAPD keragaman genetik antar provenannya menempati proporsi sebesar 15%. Proporsi keragaman genetik tersebut juga menyebabkan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter batang antar provenan tanaman pulai gading (Mashudi, 2017). Proporsi keragaman genetik yang relatif tinggi antar provenan juga terjadi pada jenis kayu tropis yang lain seperti *Shorea*

leprosula (Cao et al., 2006), araukaria (*Araucaria cunninghamii*) (Widyatmoko et al., 2010) dan aren (*Arenga pinnata*) (Haryjanto, Prastyono, dan Ismail, 2011). Kondisi lingkungan (Tabel 1) beberapa provenan yang cukup berbeda dengan kondisi lingkungan pada lokasi uji di Gunung Kidul juga diduga sebagai penyebab perbedaan antar provenan. Perbedaan kondisi lingkungan akan berpengaruh terhadap aktivitas fisiologis tanaman sehingga akan berdampak terhadap pertumbuhan tanaman (Surmaini, Runtuwuwu, dan Las, 2011).

Untuk menindak lanjuti pengaruh yang nyata hasil analisis varians (Tabel 2), selanjutnya dilakukan uji beda nyata DMRT sebagaimana disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2 untuk perlakuan provenan serta Tabel 3 untuk perlakuan famili.



Gambar 2. Hasil uji DMRT karakter sudut percabangan antar provenan tanaman uji keturunan pulai gading umur 3 tahun di Gunung Kidul



Gambar 3. Hasil uji DMRT karakter panjang internodus antar provenan tanaman uji keturunan pulai gading umur 3 tahun di Gunung Kidul

Hasil uji DMRT pada Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa, karakter sudut percabangan dan panjang internodus memperlihatkan keragaman yang cenderung sama, yaitu terbagi dalam 3 kelompok perbedaan. Pada karakter sudut percabangan, kelompok pertama ditempati provenan Timor, kelompok kedua ditempati provenan Solok dan Bali serta kelompok ketiga ditempati provenan Bali, Lombok dan Jayapura. Kemudian untuk karakter panjang internodus, kelompok pertama ditempati provenan Lombok, kelompok kedua ditempati provenan Bali dan Timor serta kelompok ketiga ditempati provenan Jayapura dan Solok. Provenan yang menempati kelompok pertama dan kedua pada karakter sudut percabangan dan panjang internodus cenderung berbeda. Hal tersebut dimungkinkan terjadi karena respon sudut percabangan dan pertumbuhan panjang internodus terhadap kondisi lingkungan berbeda. Diduga penampilan karakter sudut percabangan relatif besar dikendalikan oleh faktor genetik. Fenomena ini sejalan dengan hasil penelitian Mahfudz (2011) pada jenis merbau (*Intsia bijuga*), Wardhana (2001) pada jenis *Eucalyptus urophylla* dan Baskorowati (1999) pada jenis jati (*Tectona grandis*).

Kondisi lingkungan (agroekosistem) antar provenan diduga berpengaruh cukup kuat terhadap pertumbuhan panjang internode tanaman pulai gading. Fenomena tersebut juga terjadi pada jenis tanaman

pulai darat (*Alstonia angustiloba*) di Wonogiri, Jawa Tengah (Mashudi, 2015). Panjang internodus provenan Lombok, Bali dan Timor lebih bagus dibanding dengan panjang internodus provenan Solok dan Jayapura, karena kondisi agroekosistem dari provenan Lombok, Bali dan Timor lebih mendekati kondisi lokasi uji di Gunung Kidul.

Hasil analisis varians (Tabel 2) menunjukkan bahwa famili berpengaruh nyata terhadap sudut percabangan dan panjang internodus tanaman pulai gading. Fenomena ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu, bahwa keragaman genetik dalam provenan tanaman pulai gading dengan penanda RAPD menempati proporsi sebesar 85% (Hartati et al., 2007). Proporsi sebesar 85% tersebut menggambarkan bahwa keragaman genetik individu-individu penyusun provenan sangat tinggi.

Tanaman pulai gading merupakan jenis tanaman yang memiliki tipe pertumbuhan yang khas, dalam arsitektur pohon jenis ini memiliki *model prevost* (Sutisna et al. 1998). Dengan keragaman genetik yang tinggi, tanaman dengan model arsitektur *prevost* akan menghasilkan panjang internodus yang beragam. Sebagai penghasil kayu pertukangan/kerajinan, seleksi tanaman pulai hendaknya ditujukan pada individu-individu tanaman dengan internodus yang panjang, sebab dengan cara demikian sortimen kayu yang dihasilkan lebih bernilai

tinggi (Mashudi, 2015). Nilai sortimen kayu juga sangat dipengaruhi oleh mata kayu, dimana besar kecilnya mata kayu sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya sudut percabangan. Sebagai penghara kayu pertukangan/kerajinan, individu-individu tanaman dengan sudut percabangan yang besar akan lebih menguntungkan, sebab dengan sudut percabangan yang besar maka mata kayu yang ditinggalkan akan semakin kecil.

Hasil uji DMRT (Tabel 3) menunjukkan bahwa keragaman sudut percabangan antar famili berkisar antara 37,5° – 61,25° dan panjang internodus berkisar antara 1,15 – 2,20 m. Hasil uji memperlihatkan bahwa sudut percabangan dan panjang internodus

memiliki nilai keragaman yang relatif sama, yaitu masing-masing terbagi dalam 14 kelompok perbedaan. Kelompok terbaik pada karakter sudut percabangan ditempati oleh 20 famili dengan kisaran sudut sebesar 50,91° – 61,25°, sedang pada karakter panjang internodus kelompok terbaik ditempati oleh 22 famili dengan kisaran panjang sebesar 1,82 – 2,20 m. Panjang internodus tanaman pulai gading umur 3 tahun tersebut lebih kecil dari panjang internodus tanaman pulai darat umur 2,5 tahun di Wonogiri, Jawa Tengah (Mashudi, 2015). Hal ini terjadi karena rata-rata pertumbuhan tinggi tanaman pulai gading lebih rendah dibanding pulai darat (Mashudi, 2017; Mashudi dan Susanto, 2016).

Tabel 3. Hasil uji DMRT karakter sudut percabangan dan panjang internodus antar famili tanaman uji Keturunan pulai gading umur 3 tahun di Gunung Kidul

Sudut Percabangan			Panjang Internodus		
Ranking	Famili	Rerata Sudut (°)	Ranking	Famili	Rerata panjang (m)
1	41	61,25 a	1	26	2,20 a
2	39	60,00 ab	2	17	2,14 ab
3	40	59,01 abc	3	10	2,14 ab
4	11	58,13 abcd	4	25	2,12 abc
5	12	57,86 abcde	5	9	2,10 abc
6	44	57,00 abcdef	6	1	2,05 abcd
7	43	56,67 abcdef	7	14	2,04 abcd
8	4	55,71 abcdefg	8	22	2,02 abcde
9	6	55,63 abcdefg	9	3	2,00 abcdef
10	2	55,00 abcdefgh	10	20	1,96 abcdefg
11	30	55,00 abcdefgh	11	23	1,96 abcdefg
12	38	54,44 abcdefgh	12	13	1,93 abcdefgh
13	9	54,10 abcdefghi	13	11	1,90 abcdefghi
14	46	52,50 abcdefghij	14	16	1,90 abcdefghi
15	35	52,22 abcdefghij	15	19	1,89 abcdefghi
16	19	51,67 abcdefghijk	16	45	1,89 abcdefghi
17	36	51,67 abcdefghijk	17	5	1,88 abcdefghi
18	17	51,36 abcdefghijk	18	44	1,86 abcdefghi
19	5	50,91 abcdefghijkl	19	28	1,83 abcdefghij
20	37	50,91 abcdefghijkl	20	15	1,82 abcdefghij
21	29	50,00 bcdefghijkl	21	18	1,82 abcdefghij
22	25	49,50 cdefghijkl	22	6	1,82 abcdefghij
23	7	49,00 cdefghijklm	23	47	1,76 bcdefghij
24	13	48,33 defghijklm	24	4	1,73 cdefghijk
25	3	48,13 defghijklm	25	42	1,71 defghijk
26	22	47,50 efgghijklmn	26	38	1,69 defghijkl
27	27	47,08 fghijklmn	27	21	1,69 defghijkl
28	26	47,00 fghijklmn	28	41	1,69 defghijkl
29	21	46,88 fghijklmn	29	2	1,68 defghijkl
30	8	45,91 ghijklmn	30	8	1,67 defghijkl
31	34	45,56 ghijklmn	31	39	1,66 defghijklm
32	16	45,00 hijklmn	32	48	1,66 defghijklm
33	28	45,00 hijklmn	33	46	1,63 efgghijklm
34	14	44,55 hijklmn	34	12	1,61 fghijklm
35	42	44,50 hijklmn	35	7	1,61 fghijklm
36	32	44,44 hijklmn	36	33	1,59 ghijklm
37	15	43,57 ijklmn	37	27	1,57 ghijklm
38	24	43,33 jklmn	38	29	1,56 hijklm
39	48	43,33 jklmn	39	43	1,54 hijklm
40	33	42,50 jklmn	40	24	1,52 ijklm

41	47	42,50 jklmn	41	30	1,46 jklmn
42	45	42,22 jklmn	42	32	1,46 jklmn
43	18	42,14 jklmn	43	40	1,44 jklmn
44	10	42,00 jklmn	44	34	1,37 klmn
45	23	41,36 klmn	45	37	1,32 lmn
46	31	40,63 lmn	46	35	1,31 lmn
47	20	38,89 mn	47	36	1,28 mn
48	1	37,50 n	48	31	1,15 n

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Provenan dan famili berpengaruh nyata terhadap sudut percabangan dan panjang internodus tanaman pulai gading umur tiga tahun di Gunung Kidul. Provenan berpengaruh terhadap karakter sudut percabangan dan panjang internodus yang terbagi dalam 3 kelompok perbedaan. Provenan terbaik pada karakter sudut percabangan ditempati oleh provenan Timor (58,65°) dan pada karakter panjang internodus ditempati oleh provenan Lombok (1,88 m). Famili berpengaruh nyata terhadap karakter sudut percabangan dan panjang internodus yang terbagi dalam 14 kelompok perbedaan. Pada karakter sudut percabangan, kelompok famili terbaik ditempati oleh 20 famili dengan kisaran sudut 50,91° – 61,25° dan pada karakter panjang internodus, kelompok famili terbaik ditempati oleh 22 famili dengan kisaran panjang 1,82 - 2,20 m.

Saran

Pembangunan uji keturunan tanaman pulai gading (*A. scholaris*) memegang peranan yang cukup strategis untuk mendapatkan provenan dan famili dengan sudut percabangan dan panjang internodus terbaik sebagai penghara kayu pertukangan/kerajinan. Pada tahap lebih lanjut plot uji keturunan juga dapat dimanfaatkan untuk menseleksi klon terbaik untuk penghara kayu pertukangan/kerajinan. Terkait dengan hal tersebut maka informasi dari uji keturunan harus dimanfaatkan seoptimal mungkin guna memperoleh provenan, famili dan klon terbaik dalam aspek pemuliaan tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan yang telah membiayai penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Surip, S.Hut dan Bapak Maman Sulaeman, S.Hut sebagai teknisi pembangunan dan evaluasi plot uji keturunan pulai gading. Kepada Bapak Suroto, sebagai tenaga lapangan yang telah membantu dalam pembangunan dan pengamanan plot uji keturunan pulai gading juga diucapkan terima kasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. Kebutuhan bahan baku kayu bulat terus meningkat. Direktorat Jenderal industri Agro. Kementerian Perindustrian.
- Baskorowati L. 1999. Studi variasi genetik pada uji sumber benih jati (*Tectona grandis* L.f.) umur 4,5 tahun di Wanagama I. Universitas Gadjah Mada.
- Cao CP, Finkeldey R, Siregar IZ, Siregar UJ, O. Gailing. 2006. Genetic diversity within and among population of *Shorea leprosula* Miq. and *Shorea parvifolia* Dyer (Dipterocarpaceae) in Indonesia detected by AFLPs. *Tree Genetics & Genomes* 2:225–239.
- Hartati D, Rimbawanto A, Taryono, Sulistyaningsih E, Widyatmoko AYPBC. 2007. Pendugaan keragaman genetik di dalam dan antar provenan pulai (*Alstonia scholaris* (L.) R.Br.) menggunakan penanda RAPD. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 1:89–98.

- Haryjanto L, Prastyono, Ismail B. 2011. Keragaman genetik empat populasi *Arenga pinnata* Merr. berdasarkan penanda isozim. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan **5**:13–21.
- Mahfudz. 2011. Keragaman genetik merbau (*Intsia bijuga* O. Ktze) dan implikasinya bagi program pemuliaan. Universitas Gadjah Mada.
- Mangoendidjojo W. 2009. Dasar-dasar pemuliaan tanaman. Kanisius, Yogyakarta.
- Mashudi. 2015. Variasi panjang internode tanaman uji keturunan pulai darat umur 30 bulan di Wonogiri, Jawa Tengah. Pages 217–225 Prosiding Seminar Nasional Sewindu BPTHHBK Mataram. Mataram, 1 Oktober 2015.
- Mashudi. 2017. Keragaman pertumbuhan beberapa sumber populasi *Alstonia scholaris* (L.) R.Br. (pulai gading) pada umur tiga tahun di Gunung Kidul. Widyaset **3**:161–172.
- Mashudi, Baskorowati L. 2015. Estimasi parameter genetik pada uji keturunan *Alstonia scholaris* umur dua tahun di Gunung Kidul, Yogyakarta. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan **9**:1–11.
- Mashudi, Leksono B. 2014. Progress in the tree improvement of pulai (*Alstonia scholaris*) for forest community to supply handicraft raw material in Gunung Kidul, Yogyakarta. Pages 650–656 in S. S. Lee et al., editors. International Conference of Indonesia Forestry Researchers, August 27 - 28, 2013. Forestry Research and Development Agency, Jakarta.
- Mashudi, Susanto M. 2016. Evaluasi uji keturunan pulai darat (*Alstonia angustiloba* Miq.) umur tiga tahun di Wonogiri, Jawa Tengah. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan **10**:83–93.
- Sastrosupadi A. 2013. Rancangan percobaan praktis bidang pertanian Edisi Revisi. Kanisius, Yogyakarta.
- Soerianegara I, Lemmens RHMJ. 1994. Plant Resources of South East Asia 5, Timber Trees: Mayor Commercial Timbers. Prosea, Bogor.
- Surmaini E, Runtuwuu E, Las I. 2011. Upaya sektor pertanian dalam menghadapi perubahan iklim. Jurnal Litbang Pertanian **30**:1–7.
- Sutisna, Uhaedi, Kalima T, Purnadjaja. 1998. Pedoman Pengenalan Pohon Hutan di Indonesia. Yayasan PROSEA dan Pusat Diklat Pegawai dan SDM Kehutanan Bogor, Bogor.
- Wardhana EK. 2001. Evaluasi pertanaman uji keturunan *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake tahun tanam 1983 di Wanagama dengan beberapa karakteristik morfologi. Universitas Gadjah Mada.
- Widyatmoko AYPBC, Lejo E, Prasetyaningsih A, Rimbawanto A. 2010. Keragaman genetik populasi *Araucaria cunninghamii* menggunakan penanda RAPD. Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan **4**:63–77.