PENENTUAN KRITERIA KECAMBAH NORMAL YANG BERKORELASI DENGAN VIGOR BIBIT TUSAM (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese)

Determination of Normal Seedling Criteria Correlated with Vigor of Tusam (Pinus merkusii Jungh et de Vriese) Seedling

Nurhasybi¹, Dede J. Sudrajat¹ dan/and Pipit S. Aisyah²

¹Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Bogor

Jalan Pakuan, Ciheuleut, P.O.Box 105, Bogor, Telp./Fax : 0251 – 327768

²Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Kampus Darmaga, Jalan Raya Darmaga, Bogor

Naskah masuk: 28 November 2007 ; Naskah diterima: 24 Maret 2008

ABSTRACT

*Generative plant propagation plays an important role in providing seedling for planting. The success of seedling procurement will depend on the germination processes. This research was aimed to obtain the normal seedling criteria in the laboratory that are needed to determine seed germination associated with vigor of *Pinus merkusii* seedling in nursery. This research consisted of three experiments that were carried out in a step wise procedure. The experiments were: (1) germination testing laboratory to classify the normal germination criteria, (2) germination test of several seed lots following normal germination criteria in stage 1, and (3) seed testing in nursery (correlation test between germination in laboratory based on normal germination criteria A with vigor seedling parameters). The parameters observed were germination structure (hypocotyl length, epicotyl and radicle), normal seedling germination, seedling stem diameter, seedling height, number of leaves, top-root ratio, root length, number of cotyledon, seedling survival and biomass. The randomized completely design was used to analyze data that consist of 6 seed lots including (1) the seeds collected from seedling seed orchard without treatments (control), (2) the seeds collected from seedling seed orchard using accelerated deterioration for 30 hours, (3) the seeds collected from seedling seed orchard using accelerated deterioration for 60 hours, (4) the seeds collected from seed stand without treatments (control), (5) the seeds collected from seed stand using accelerated deterioration for 30 hours, and (6) the seeds collected from seed stand using accelerated deterioration for 60 hours. The results indicated that criteria for normal seedling A (seed coat was opened and radicle emerged showing reddish brown in colour) is criteria that can be used to determine the germination percentage of *P. merkusii* in the laboratory. The germination percentage by the criteria have had a good correlation to several variables in seedling vigor (height of seedling, leaves number, root length, and top-root ratio) in the nursery.*

Keywords : Normal seedling, *Pinus merkusii*, seedling, vigor

ABSTRAK

Perbanyakan tanaman secara generatif memegang peranan penting dalam penanaman. Keberhasilan pengadaan bibit untuk penanaman sangat bergantung pada proses perkecambahan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kriteria kecambah normal *Pinus merkusii* yang diperlukan untuk menentukan daya berkecambah yang berkorelasi dengan daya tumbuh dan vigor bibit di persemaian. Penelitian ini terdiri dari tiga percobaan, meliputi : (1) pengujian perkecambahan di laboratorium untuk memperoleh kriteria kecambah normal yang akan digunakan, (2) pengujian perkecambahan beberapa lot

benih menggunakan kriteria kecambah normal yang diperoleh pada percobaan 1, dan (3) pengujian benih di persemaian yaitu uji korelasi dengan hasil pengujian di laboratorium menggunakan kriteria kecambah normal yang terpilih. Pengamatan di laboratorium dilakukan terhadap beberapa parameter, yaitu struktur kecambah (panjang hipokotil, epikotil dan radikula), persentase kecambah normal, diameter batang bibit, tinggi bibit, jumlah daun, rasio pucuk akar, panjang akar dan tunas, jumlah kotiledon, daya tumbuh di persemaian, dan bobot basah dan bobot kering bibit yang dilakukan pada akhir penelitian. Rancangan acak lengkap digunakan untuk menentukan kriteria kecambah normal dalam menghitung daya berkecambah. Rancangan ini menggunakan faktor sumber benih dan perlakuan pendahuluan yang terdiri 6 kelompok benih yaitu (1) benih dari kebun benih tanpa perlakuan (kontrol), (2) benih dari kebun dengan pengusangan 30 jam, (3) benih dari kebun benih dengan pengusangan 60 jam, (4) benih dari tegakan benih tanpa perlakuan (kontrol), (5) benih dari tegakan benih pengusangan 30 jam, dan (6) benih dari tegakan benih pengusangan 60 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kriteria kecambah normal A (kulit benih terbuka dan radikula muncul berwarna merah kecoklatan) merupakan kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan daya berkecambah benih *Pinus merkusii* di laboratorium. Daya berkecambah yang ditentukan oleh kriteria kecambah normal A tersebut berkorelasi dengan beberapa tolak ukur vigor bibit (tinggi bibit, jumlah daun, panjang akar, serta rasio pucuk dan akar) di persemaian.

Kata kunci : Bibit, kecambah normal, *Pinus merkusii*, vigor

I. PENDAHULUAN

Tusam (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) merupakan salah satu jenis prioritas dalam pembangunan hutan tanaman untuk penyedia bahan baku pulp, kertas, korek api dan terpentin. Keberhasilan penanaman jenis ini perlu didukung dengan ketersediaan benih bermutu dalam jumlah dan waktu yang tepat. Beberapa program untuk mendukung penyediaan benih bermutu telah dilakukan dengan membangun sumber benih baik kebun benih, areal produksi benih maupun tegakan benih seperti kebun benih semai di Cijambu, Sumedang dan Baturaden, Purwokerto.

Saat ini, salah satu program prioritas Departemen Kehutanan adalah reboisasi dan rehabilitasi lahan yang memerlukan benih-benih berkualitas dalam kuantitas tinggi. Untuk mensukseskan program tersebut, benih-benih yang digunakan dalam program penanaman sudah seharusnya merupakan benih-benih yang bersertifikat yang jelas asal usulnya (sumber benihnya) dan diuji mutu fisik dan fisiologisnya. Sampai saat ini, seringkali hasil pengujian laboratorium menunjukkan daya berkecambah yang tinggi, namun perkecambahan di lapangan memberikan daya berkecambah yang jauh lebih rendah. Adanya pendugaan daya berkecambah hasil pengujian laboratorium yang *over estimate* ini seringkali mengakibatkan tidak terpenuhinya target bibit siap tanam di persemaian. Untuk itu perlu adanya informasi yang tepat mengenai kriteria kecambah normal benih tusam sehingga daya berkecambah hasil pengujian berkorelasi kuat dengan keberhasilan persemaian di lapangan.

Penelitian klasifikasi kecambah normal di laboratorium untuk menduga keberhasilan persemaian di lapangan telah dilakukan oleh Wang (1973) pada *Pinus resinosa*. Uji tersebut merupakan uji klasifikasi vigor untuk menentukan kriteria kecambah normal yang berkorelasi dengan keberhasilan penyediaan bibit di persemaian. Wang (1973) menyatakan bahwa uji laboratorium benih *P. resinosa* berkorelasi dengan daya tumbuh bibit di lapangan apabila kecambah dievaluasi dengan kriteria vigor yang tepat berdasarkan sifat kuantitatif dan kualitatifnya. Sementara itu, Yousheng dan Zhijian (1989) menguji klasifikasi vigor kecambah *Chinese fir* pada wadah vertikal dan uji vigor genetik dengan perlakuan pengusangan cepat. Penelitian tersebut mengklasifikasikan 5 kelas vigor kecambah dan kecambah dengan kriteria radikula muncul lebih dari setengah panjang benih memberikan korelasi dengan daya tumbuh bibit di persemaian hingga hari ke-20.

Kriteria kecambah normal yang tepat dan berkorelasi dengan vigor bibit di persemaian sangat diperlukan dalam menentukan hasil pengujian daya berkecambah benih secara akurat. Ketepatan informasi hasil pengujian laboratorium tersebut sangat diperlukan oleh konsumen benih untuk melakukan perencanaan pembuatan bibit di persemaian secara lebih baik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kriteria kecambah normal yang diperlukan untuk menduga daya berkecambah yang berkorelasi dengan daya tumbuh dan vigor bibit di persemaian.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih *P. merkusii* yang berasal dari Kebun Benih Semai (KBS) dan Tegakan Benih Terseleksi (TBT) di Cijambu; KPH Sumedang. Bahan pendukung lain adalah larutan H_2O_2 , kertas merang, pasir sungai, *top soil*, pupuk kandang, *aluminium foil* dan label.

Alat-alat yang digunakan adalah ruang simpan *dry cold storage* (DCS), cawan petri, alat pengecambah benih (APB) IPB 73-2A/B, *pot trays*, oven, wadah pengusangan, timbangan, gelas ukur, termometer batang, dan *sprayer*.

B. Pelaksanaan Percobaan

Penelitian ini terdiri dari tiga percobaan yang dilaksanakan secara bertahap dimulai dari pengadaan benih. Tahapan percobaan tersebut adalah sebagai berikut:

- Percobaan 1 : Pengujian perkecambahan di laboratorium untuk mendapatkan atau mengelompokkan beberapa kriteria kecambah normal yang akan digunakan.
- Percobaan 2 : Pengujian perkecambahan beberapa lot benih menggunakan kriteria kecambah normal yang diperoleh pada percobaan 1.
- Percobaan 3 : Pengujian benih di persemaian yaitu uji korelasi dengan hasil pengujian di laboratorium menggunakan kriteria kecambah normal yang terpilih pada percobaan 2.

1. Pengadaan benih

Pengunduhan kerucut dilakukan oleh pekerja KPH Sumedang dilanjutkan dengan penyortiran kerucut tusam yang masak dengan ciri di antaranya berwarna coklat tua. Kerucut tusam yang telah disortir diletakkan wadah khusus berukuran 1,5 m x 1,5 m yang beralaskan kawat sarang dan pada bagian bawah diberi kain untuk benih yang telah dilepas dari kerucutnya. Alat ini biasa digunakan pada tahap penjemuran untuk kerucut tusam yang jumlahnya sedikit dan untuk kebutuhan pengujian tertentu. Penjemuran dilakukan pada jam 07.00-16.00 selama 3 - 5 hari hingga kerucut merekah dan benihnya terlepas dari kerucut (Dirjen RRL, 1990). Kemudian benih dibersihkan dan disortir sehingga diperoleh benih bersih.

2. Pengujian pendahuluan perkecambahan di laboratorium

Tujuan dari tahapan ini adalah untuk memperoleh beberapa kriteria kecambah normal yang akan digunakan pada percobaan tahap selanjutnya. Percobaan tahap 1 ini menggunakan benih dari 2 sumber, yaitu kebun benih semai (KBS) dan tegakan benih terseleksi (TBT) yang masing-masing terdiri dari 50 ulangan yang masing-masing terdiri dari 50 butir benih sehingga secara keseluruhan benih yang digunakan berjumlah 2.500 butir benih untuk masing-masing sumber benih.

Perlakuan pendahuluan yang digunakan untuk mempercepat benih berkecambah adalah perendaman dengan H_2O_2 1% selama 24 jam (Yuniarti, 1995). Benih dikecambahkan menggunakan metode Uji Di atas Kertas (UDK) pada cawan petri dan diletakkan dalam alat perkecambahan benih (APB) 73-2A/B (Komar, 1989; Iriantono, 1996). Hitungan pertama uji perkecambahan dilakukan pada

hari ke-18 dan hitungan akhirnya dilakukan pada hari ke-24. Struktur perkecambahan yang dihasilkan hingga hari ke-24 dikelompokkan berdasarkan morfologi kecambah (sifat kualitatif dan kuantitatif, yaitu panjang hipokotil, epikotil dan radikula).

3. Pengujian perkecambahan terhadap beberapa kelompok benih

Beberapa kriteria kecambah normal yang diperoleh dari percobaan 1 diterapkan untuk mengklasifikasikan kecambah pada beberapa kelompok benih (*seed lot*) yang diperoleh dengan cara pengusangan terhadap benih dari 2 sumber benih tersebut (Kebun Benih Semai dan Tegakan Benih Terseleksi tusam di Cijambu). Pengusangan dilakukan dengan memasukkan benih ke dalam wadah pengusangan benih kemudian dioven pada suhu 41 ° C dan RH 100 %, selama 0 jam, 30 jam, dan 60 jam, sehingga secara keseluruhan diperoleh 6 kelompok benih.

Metode pengecambahan benih sama seperti percobaan 1. Masing-masing lot benih terdiri dari 3 ulangan dengan tiap ulangan terdiri dari 25 benih tusam. Penentuan kriteria kecambah normal yang terpilih menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penentuan kriteria terpilih didasarkan pada hasil uji F dan uji lanjut Duncan.

4. Pengujian di persemaian

Percobaan 3 dilakukan untuk mendapatkan beberapa tolok ukur vigor bibit yang berkorelasi dengan daya berkecambah berdasarkan kriteria kecambah normal terpilih pada percobaan 2. Kriteria kecambah normal terpilih berdasarkan percobaan 2 diuji dengan melihat koefisien korelasi dan determinasi antara persentase kecambah dengan beberapa tolok ukur vigor bibit di persemaian.

Pada percobaan ke 3 ini, ke enam kelompok benih yang dikelompokkan berdasarkan perlakuan pengusangan ditabur pada media pasir sungai steril dengan 3 ulangan, setiap ulangan terdiri dari 25 butir benih. Perkecambahan benih diamati hingga hari ke-24, kemudian benih yang berkecambah normal (panjang hipokotil 3 kali panjang benih) segera disapih ke persemaian. Media semai menggunakan campuran pasir, *top soil*, dan pupuk kandang (1:1:1 v/v) dengan wadah media *pot trays*. Penyiraman dilakukan 2 kali sehari. Pengamatan dilakukan hingga bibit berumur 4 bulan.

C. Tolok Ukur yang Diamati

1. Pengamatan di laboratorium

Pengamatan di laboratorium dilakukan terhadap beberapa tolok ukur sebagai berikut struktur kecambah (panjang hipokotil, epikotil dan radikula), persentase kecambah normal (daya berkecambah berdasarkan kriteria umum kecambah normal, yaitu panjang hipokotil 4 kali panjang benih), dan kadar air benih.

2. Pengamatan di persemaian

Pengamatan vigor bibit di persemaian dilakukan terhadap tolok ukur sebagai berikut: diameter batang, tinggi bibit, jumlah daun, rasio pucuk akar, panjang akar dan tunas, jumlah kotiledon, daya tumbuh di persemaian, dan bobot basah dan bobot kering bibit yang dilakukan pada akhir penelitian.

D. Analisis Data

1. Transformasi data

Tolok ukur yang digunakan mempunyai mempunyai satuan yang tidak sama, sehingga analisis data dilakukan dengan mentransformasi data pengamatan ke skor baku Z. Rumus yang digunakan adalah:

$$Z_{ij} = (X_{ij} - X_j) / S_{ij}$$

dimana: X_j = nilai tengah tolok ukur j dengan simpangan baku x_j .

2. Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap untuk menentukan kriteria kecambah normal dalam menghitung daya berkecambah beberapa lot benih. Rancangan ini menggunakan faktor sumber benih yang terdiri 6 kelompok benih yang merupakan interaksi dari sumber benih dan lama pengusangan (jam), seperti terlihat pada matrik di bawah ini :

Lama Pengusangan (jam) (Accelerated deterioration periods (hours))	Sumber Benih (Seed sources)	
	KBS	TBT
0	0 x KBS	0 x TBT
30	30 x KBS	30 x TBT
60	60 x KBS	60 x TBT

Catatan (notes) : KBS = Kebun Benih Semai (Seedling Seed Orchard)
TBT = Tegakan Benih Terseleksi (Selected Seed Stand)

3. Analisis regresi

Regresi linear sederhana digunakan untuk menggambarkan hubungan antar satu peubah tak bebas (Y) dan satu peubah tak bebas (X) dimana hubungan keduanya dapat digambarkan dalam satu garis lurus. Pada analisis ini dilihat juga koefisien determinasi dan koefisien kolerasinya. Koefisien determinasi digunakan untuk menentukan hubungan antar satu tolok ukur dengan beberapa tolok ukur lainnya. Koefisien korelasi digunakan untuk menduga tingkat keeratan hubungan linear antar dua tolok ukur atau lebih.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian perkecambahan di laboratorium

Daya berkecambah benih tusam (*P. merkusii*) dari Kebun Benih Semai (KBS) dan Tegakan Benih Terseleksi (TBT) di Cijambu, Sumedang, masing-masing sebesar 87 % dan 89 %. Benih serempak mulai berkecambah pada hari ke-7 hingga hari ke-14.

Berdasarkan hasil pengamatan pada pengujian pendahuluan perkecambahan benih tusam terhadap struktur kecambah secara acak dari kedua sumber benih tersebut, kriteria kecambah normal dapat dikelompokkan menjadi empat yaitu kriteria kecambah normal A, B, C, dan D. Tampilan fisik kriteria kecambah normal A, B, C, dan D dimuat pada Gambar 1 dan ciri-ciri kecambah normal tersebut dicantumkan pada Tabel 1.

Gambar (Figure) 1. Klasifikasi kriteria kecambah normal *P. merkusii*
(Classified criterion of normal seedling of *P. merkusii*)

Tabel (Table) 1. Ciri-ciri morfologi kriteria kecambah normal *P. merkusii* (Criteria of morphological characteristics of normal seedling of *P. merkusii*)

No.	Kriteria (criteria)	Ciri morfologi (Morphological characteristics)
1.	A	- kulit benih telah terbuka sempurna. - radikula mulai dewasa terlihat berbeda dengan hipokotil dan berwarna merah kecoklatan.
2.	B	ciri minimal kriteria kecambah normal adalah kulit benih hampir terlepas dari kotiledon, kotiledon telah muncul lebih dari setengahnya, dan radikula terlihat berwarna putih kemerahan.
3.	C	ciri minimal kriteria kecambah normal adalah kulit benih belum lepas, kotiledon belum terlihat, dan batas antara hipokotil, kotiledon mulai terlihat, dan radikula terlihat berwarna putih pucat.
4.	D	ciri minimal kriteria kecambah normal adalah kulit benih belum lepas, hipokotil dan radikula mulai tumbuh 4 kali panjang benih dan berwarna putih.

2. Pengujian perkecambahan terhadap beberapa lot benih

Daya berkecambah berdasarkan kriteria kecambah normal A dan D mampu memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya berkecambah antar lot benih. Namun pada kriteria B dan C, kriteria kecambah normal tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya berkecambah beberapa lot benih (Tabel 2).

Tabel (Table) 2. Rekapitulasi nilai F pengaruh lot benih terhadap daya berkecambah berdasarkan beberapa kriteria kecambah normal (Recapitulation of *F* value of seed lot influence on germination percentage based on several criteria of normal seedling)

No.	Kriteria kecambah normal (Criterion of normal seedling)	F-hitung (<i>F</i> -calc.)	Koefisien keragaman (%) (Coefficient of variation)
1.	A	3,20 *	47,43
2.	B	1,92 tn	25,93
3.	C	1,49 tn	40,68
4.	D	3,25 *	30,88

Keterangan : tn = tidak berpengaruh nyata (not significantly different at 95 %)
(Remarks) ** = berpengaruh sangat nyata (99%) (significantly different at 99 %)
* = berpengaruh nyata (95%) (significantly different at 95 %)

Tabel (Table) 3. Nilai rata-rata daya berkecambah menggunakan beberapa kriteria kecambah normal pada beberapa lot benih (The average of germination percentage using several normal seedling criteria on a few seed lot)

No.	Lot benih (Seed lot)	Rata-rata daya berkecambah (%) (the average of germination percentage (%))			
		A	B	C	D
1.	KBS1	12,0 ab	18,7 a	29,3 a	32,0 ab
2.	KBS2	14,7 a	12,0 a	33,3 a	45,3 a
3.	KBS3	5,3 bc	12,0 a	26,7 a	33,3 ab
4.	TBT1	2,7 c	12,0 a	12,0 a	18,6 b
5.	TBT2	9,3 abc	12,0 a	30,7 a	52,0 a
6.	TBT3	9,3 abc	12,0 a	25,3 a	34,7 ab

Catatan (Note) : Angka pada kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95 %
(Figure in column followed by the same letters are not significantly different at 95% confident level).

Tabel (Table) 4. Jumlah nilai tengah perlakuan berdasarkan beberapa kriteria kecambah normal antar lot (A number of medium value of treatments based on several normal seedling criterion among seedlots)

No.	Kriteria kecambah normal (Normal seedling criterion)	Jumlah keragaman daya berkecambah (A number of variation of germination percentage)
1.	A	3*
2.	B	1
3.	C	1
4.	D	2

Keterangan (Remarks) : Kriteria A jumlah nilai tengah perlakuannya lebih besar (beda 3) dapat dijadikan kriteria kecambah normal terpilih (Medium value of treatments that are more than 3 as shown by criteria A can be chosen as criteria of normal seedling)

Hasil perhitungan (Tabel 4) menunjukkan bahwa kriteria A lebih peka dan mampu menunjukkan nilai tengah perlakuan lebih besar dibandingkan kriteria kecambah normal lainnya.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kriteria kecambah normal terpilih (kriteria A) dapat digunakan untuk pengujian perkecambahan (lihat Tabel 3 dan 4) dan memiliki korelasi yang nyata dengan beberapa tolok ukur pertumbuhan bibit di persemaian. Nilai koefisien determinasi (r^2) dan koefisien korelasi yang tercantum pada Tabel 4 dapat menjadi tolok ukur vigor bibit. Koefisien determinasi merupakan suatu ukuran kesesuaian garis regresi yang dicocokkan terhadap sekumpulan data, yaitu untuk mengetahui sejauh mana suatu peubah berhubungan dengan beberapa peubah lainnya (Ritonga, 1987). Persamaan regresi r^2 menjelaskan proporsi keragaman dalam peubah tak bebas Y dapat dijelaskan oleh peubah bebas X, dimana hubungan keduanya dapat digambarkan dalam sebuah garis lurus. Sebagai peubah tak bebas dalam penelitian ini adalah beberapa tolok ukur vigor bibit, sedangkan daya berkecambah kriteria normal A berlaku sebagai peubah bebas.

3. Korelasi kriteria kecambah normal terpilih dengan beberapa tolok ukur vigor bibit

Daya berkecambah berdasarkan kriteria kecambah normal A memiliki hubungan linear dengan beberapa tolok ukur vigor bibit (Tabel 5). Kriteria kecambah normal A memiliki nilai r^2 yang memberikan model persamaan regresi yang nyata (pada taraf 5%), yaitu pada tolok ukur tinggi tanaman (bulan ke-2, ke-3, dan ke-4), jumlah daun bulan ke-2, panjang akar, dan rasio pucuk akar. Sedangkan nilai r^2 yang memberikan model persamaan regresi sangat nyata pada taraf 1% adalah tolok ukur jumlah daun bulan ke-3 dan ke-4.

Nilai koefisien korelasi akan memperkuat dugaan terhadap peubah-peubah yang ada untuk menunjukkan adanya hubungan yang erat antara satu peubah dengan peubah lainnya. Menurut Mantjik dan Sumertajaya (2000), koefisien korelasi adalah koefisien yang menggambarkan tingkat keeratan hubungan linear antara dua peubah atau lebih. Besaran dari koefisien korelasi tidak menggambarkan hubungan sebab akibat antar dua peubah atau lebih tetapi semata-mata menggambarkan keterkaitan linear antar peubah.

Tabel (Table) 5. Nilai koefisien determinasi (r^2) analisis regresi (daya berkecambah kriteria kecambah normal A sebagai peubah tak bebas) dan koefisien korelasi (r) antara daya berkecambah kriteria A dengan beberapa tolok ukur vigor bibit (*The coefficient of determination (r^2) of regression analysis (germination percentage of criteria A of normal seedling as a dependent variable) and coefficient of correlation (r) between germination percentage of criteria A of normal seedling and several of vigor seedling characteristics*)

No.	Tolok ukur bibit (vigor seedling characteristics)	Daya berkecambah kriteria kecambah normal A (germination percentage of normal seedling criteria A)	
		Koefisien determinasi (r^2) (%) (coefficient of determination) (r^2) (%)	Koefisien korelasi (r) (coefficient of correlation) (r)
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	Persen tumbuh	-4,6 tn	0,124 tn
	Tinggi bulan 1	10,0 tn	0,392 tn
	Tinggi bulan 2	27,2 *	0,561 *
	Tinggi bulan 3	20,7 *	0,503 *
	Tinggi bulan 4	21,9 *	0,515 *
2.	Jumlah daun bulan 1	0,2 tn	0,246 tn
	Jumlah daun bulan 2	30,4 *	0,587 *
	Jumlah daun bulan 3	47,3 **	0,709 **
	Jumlah daun bulan 4	32,4 **	0,603 **
3.	Diameter batang 1	-4,9 tn	-0,113 tn
	Diameter batang 2	1,7 tn	0,274 tn
	Diameter batang 3	1,7 tn	0,274 tn
	Diameter batang 4	-0,3 tn	0,236 tn
4.	Bobot basah batang	-4,9 tn	-0,113 tn
	Bobot kering batang	-5,9 tn	0,055 tn
	Bobot basah akar	-6,0 tn	-0,046 tn
	Bobot kering akar	-6,2 tn	0,022 tn
5.	Jumlah kotiledon bulan 1	-4,9 tn	-0,112 tn
	Jumlah kotiledon bulan 1	-4,9 tn	-0,112 tn
	Jumlah kotiledon bulan 1	-1,5 tn	-0,212 tn
	Jumlah kotiledon bulan 1	-6,0 tn	-0,046 tn
6.	Panjang batang (cm)	4,7 tn	0,320 tn
	Panjang akar (cm)	21,1 *	0,507 *
	Jumlah akar primer	-	-
	Jumlah akar sekunder	-4,5 tn	-0,127 tn
	Rasio pucuk akar	20,0 *	0,497 *

Keterangan (Remarks) : tn = tidak berpengaruh nyata (not significantly different at 95 %)
** = berpengaruh sangat nyata (99%) (significantly different at 99 %)
* = berpengaruh nyata (95%) (significantly different at 95 %)

Hasil analisis korelasi pada Tabel 5 menunjukkan bahwa daya berkecambah kriteria kecambah normal A memiliki hubungan linear yang nyata pada taraf 5% untuk tolok ukur tinggi tanaman (bulan ke-2, ke-3, dan ke-4), jumlah daun bulan ke-2, panjang akar, rasio pucuk akar, dan memiliki hubungan yang sangat nyata taraf 1% dengan tolok ukur jumlah daun bulan ke-3 dan ke-4. Hasil ini menunjukkan kriteria kecambah normal A mempunyai hubungan yang cukup erat dengan keberhasilan bibit di

persemaian. Koefisien korelasi kriteria kecambah normal A dengan tinggi bibit hingga umur 4 bulan sebesar 0,515 dengan nilai koefisien determinasi menunjukkan bahwa 21,9% keragaman pada tinggi bibit pada saat berumur 4 bulan dapat dijelaskan oleh daya berkecambah berdasarkan kriteria kecambah normal A. Tolok ukur tinggi bibit pada umumnya merupakan indikasi yang baik untuk menunjukkan penampakan bibit di lapangan. Menurut Barnett (1984), pada *Pinus elliotti* dengan nilai vigor yang berbeda, tinggi bibit merupakan kriteria utama untuk mengetahui mutu bibit yang diinginkan.

Hasil analisis menunjukkan jumlah kotiledon tidak berkorelasi dengan daya berkecambah berdasarkan kriteria kecambah normal A. Hal ini memperlihatkan bahwa jumlah kotiledon tidak ditentukan oleh vigor bibit karena lebih banyak dikendalikan oleh faktor genetik. Mirov (1989) menyatakan bahwa jumlah kotiledon pada konifer sangat bervariasi tergantung dari jenis dan asal benihnya.

Daya berkecambah kriteria kecambah normal A mempunyai hubungan yang erat dengan jumlah daun. Koefisien korelasi tertinggi dicapai pada saat bibit berumur 3 bulan sebesar 0,709. Berdasarkan koefisien determinasi, sebesar 47,3% dari keragaman yang ada pada tolak ukur jumlah daun saat berumur 3 bulan dapat dijelaskan oleh daya berkecambah berdasarkan kriteria kecambah normal A.

Untuk tolak ukur rasio pucuk dan akar, daya berkecambah kriteria kecambah normal A berkorelasi dengan tolak ukur tersebut dengan nilai r sebesar 0,497. Berdasarkan koefisien determinasi, 20% dari keragaman yang terdapat pada tolak ukur rasio pucuk akar dapat dijelaskan oleh daya berkecambah berdasarkan kriteria kecambah normal A. Nilai rata-rata rasio pucuk akar dari lot benih yang diuji menunjukkan bahwa bibit dari lot benih yang berasal dari kebun benih mempunyai rasio pucuk akar lebih dari 1 dan rasio pucuk akar bibit dari lot benih yang berasal dari tegakan benih mempunyai rasio pucuk akar kurang dari 1. Pertumbuhan bibit akan mencapai adaptasi yang baik dengan daya tahan yang tinggi pada rasio pucuk dan akar antara 1 dan 3 (Barnett, 1984). Menurut Siagian dan Harahap (1989), rasio panjang batang dan akar anakan menentukan keberhasilan tanaman di lapangan. Kramer dan Kozlowski (1960) menambahkan bahwa rasio pucuk dan akar menunjukkan rasio antara air dan mineral yang diserap dalam proses transpirasi dan fotosintesis. Akar akan menghambat pertumbuhan dengan membatasi suplai air dan mineral ke atas sedangkan pengurangan fotosintat (hasil fotosintesis) akan menghambat pertumbuhan dengan membatasi suplai karbohidrat.

Rasio pucuk akar juga menunjukkan kekokohan dan ketahanan tanaman. Knight dalam Suhaendi *et al.* (1986) menyatakan bahwa bibit yang mempunyai perbandingan pucuk akar terlalu tinggi mempunyai kemampuan hidup pada kondisi lapang kering lebih rendah daripada bibit yang mempunyai perbandingan pucuk akar rendah. Bibit yang mempunyai bagian pucuk/tunas terlalu besar, transpirasi yang terjadi makin besar, sedangkan apabila bagian akarnya lebih besar, maka lebih banyak pula air dan hara yang dapat diserap dari tanah.

Daya berkecambah kriteria kecambah normal A juga menunjukkan adanya korelasi dengan panjang akar ($r = 0,507$). Koefisien determinasi dari hasil analisis menunjukkan bahwa 21,1% keragaman pada panjang akar dapat dijelaskan oleh daya berkecambah berdasarkan kriteria kecambah normal A. Hal ini disebabkan oleh perakaran pada kriteria kecambah normal A telah berfungsi baik sebagai penyerap hara mineral untuk pertumbuhan.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut, maka kriteria kecambah normal A dapat digunakan untuk menentukan daya berkecambah dan berkorelasi linear dengan tolak ukur vigor bibit (tinggi bibit, jumlah daun, panjang akar, dan rasio pucuk akar). Selain itu, beberapa tolak ukur vigor bibit pada kriteria kecambah normal terpilih tersebut juga mampu memberikan pengaruh nyata terhadap beberapa lot benih yang digunakan.

IV. KESIMPULAN

1. Kriteria kecambah normal A (kulit benih terbuka dan radikula muncul berwarna merah kecoklatan) merupakan kriteria yang terbaik untuk menentukan daya berkecambah benih *Pinus merkusii* di laboratorium.
2. Daya berkecambah yang ditentukan oleh kriteria kecambah normal A berkorelasi dengan beberapa tolok ukur vigor bibit (tinggi bibit, jumlah daun, panjang akar, serta rasio pucuk dan akar) di persemaian.
3. Koefisien korelasi kriteria kecambah normal A dengan tinggi bibit hingga umur 4 bulan sebesar 0,515 dan 21,9% keragaman pada tinggi bibit pada saat berumur 4 bulan dapat dijelaskan oleh daya berkecambah berdasarkan kriteria kecambah normal A. Koefisien korelasi tertinggi untuk jumlah daun dicapai pada saat bibit berumur 3 bulan sebesar 0,709 dan 47,3% dari keragaman jumlah daun dapat dijelaskan oleh daya berkecambah berdasarkan kriteria kecambah normal A. Koefisien korelasi tolok ukur rasio pucuk dan akar sebesar 0,497 dan 20% dari keragaman yang terdapat pada tolok ukur rasio pucuk akar dapat dijelaskan oleh daya berkecambah berdasarkan kriteria kecambah normal A. Koefisien korelasi dengan panjang akar sebesar 0,507 dan 21,1% keragaman pada panjang akar dapat dijelaskan oleh daya berkecambah berdasarkan kriteria kecambah normal A.

DAFTAR PUSTAKA

- Barnett, J.P. 1984. *Relating Seedling Physiology to Survival and Growth in Container-grown Southern Pines*. In : Seedling physiology and reforestation success. Proceeding of the physiology working group technical session society of American Forester National Convention. Portland Oregon. 16-20 Oct 1983. 158-176 p.
- Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan. 1990. Informasi Teknik Penanganan dan Pengujian Benih *Pinus merkusii* Jungh et de Vriese. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Iriantono, D. 1996. Standarisasi Pengujian Mutu Benih Tusam (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) dan Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen). Buletin Teknologi Perbenihan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. 194:1-38.
- Komar, T.E. 1989. Pengaruh Kondisi Media terhadap Perkecambahan Benih *Pinus merkusii*. Buletin Teknologi Perbenihan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. 153:1-30.
- Kramer, P.J. and T.T. Kozlowski. 1960. *Physiology of Trees*. Mc Graw Hill Book Company. New York. 642 p.
- Mantjik, A.A. dan M. Sumertajaya. 2000. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Jilid I. IPB Press. Bogor. 326 hal.
- Mirov, N.T. 1989. *The Genus of Pinus*. The Royal Press Company. New York. 602 p.
- Ritonga, A. 1987. Statistik Terapan untuk Penelitian. Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia. Jakarta. 379 hal.
- Siagian, Y.T. dan R.M.S. Harahap. 1989. Variasi Tinggi Hipokotil dan Panjang Akar *Pinus merkusii*. Buletin Penelitian Hutan. Bogor. 507:37-43.

- Suhaendi, H., Hendromono, dan Djapilus A. 1986. Pengaruh Pupuk NPK dan Campuran Tanah Latosol dan Bahan Organik terhadap Pertumbuhan Bibit *Pinus merkusii* pada Berbagai Ukuran Kantong Plastik. Buletin Penelitian Hutan. Bogor. 483: 17-29]
- Wang, B.S.P. 1973. *Laboratory Germination Criteria for Red Pine (Pinus resinosa Ait.) Seed*. In Proceedings of Association of Official Seed Analysts (Ed. Grabe, F.D.) Vol. 63. Sixty-third annual meeting Ottawa, Canada June 9-15, 1973. Cascade Printing Company Corvallis. Oregon.
- Yousheng, C. dan C. Zhijian. 1989. *Testing Chinese Fir Seeds by Seedling Vigour Classification on Vertical Plates*. In Tropical tree seed research (Ed. Turnbull). ACCIAR Proceedings No. 28. p 58-62.
- Yuniarti, N. 1995. Penentuan Cara Perlakuan Pendahuluan Benih Pinus (*Pinus merkusii*). Buletin Teknologi Perbenihan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor. 163: 1-19.