

**KARAKTERISTIK MORFO-FISIOLOGI DAUN, BUAH, DAN BENIH TEMBESU
(*Fagraea fragrans* Roxb.) DARI LIMA POPULASI DI JAWA BAGIAN
BARAT DAN SUMATERA SELATAN**

*(Morpho-physiological Characteristics Differences of Leaves, Fruits, and Seeds of
Tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb.) from Five Populations in Western Java and
South Sumatra)*

Yulianti Bramasto* dan/and Dede J. Sudrajat

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan, Bogor
Jl. Pakuan Ciheuleut PO BOX 105. Bogor, Jawa Barat, Indonesia

*Email: yuli_bramasto@yahoo.co.id

Tanggal diterima: 28 Februari 2017; Tanggal direvisi: 26 Desember 2017;
Tanggal disetujui: 26 Desember 2017

ABSTRACT

*Tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb.) is a multipurpose indigenous species in Indonesia that can grow well on various types of site, such as in the dry land, temporary waterlogged or permanent waterlogged land. The purpose of this study was to examine the morpho-physiological characteristics of leaves, fruits, and seeds of tembesu from five populations in South Sumatra and Western Java. Analysis of variance with completely randomized design was used to discern the characters among the five populations (Kemampo, Sungai Pinang, Kota Raya, Dago, and Carita). The results showed that all of the morpho-physiological characteristics of leaves, fruits, and seeds were significantly different among populations. Several variables of agro-climate significantly correlated with leaves, fruits, and seeds characteristics indicating the environment's influence. Most of the characters had higher environment coefficient of variances than genotypic coefficient of variances which revealed a high environment contributions. Based on the characteristics of leaves, fruits, and seeds, the populations can be grouped in two, i.e. the first group consisted of the population from South Sumatra (Kemampo, Sungai Pinang, Kota Raya) and the second group from the population of Western Java (Dago and Carita). The investigation has important practical implications for genetic resources management and future breeding programs of tembesu.*

Key words: *Fagraea fragrans*, morphology, site grow, viability

ABSTRAK

Tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb.) merupakan salah satu jenis multiguna asli Indonesia yang mampu tumbuh pada berbagai tipe lahan, seperti lahan kering, lahan tergenang sementara dan selalu tergenang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keragaman karakteristik morfo-fisiologi daun, buah, dan benih tembesu dari lima populasi di Sumatera Selatan dan Jawa Bagian Barat. Analisis ragam dengan menggunakan rancangan acak lengkap digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan karakteristik daun, buah, dan benih tembesu dari lima populasi (Kemampo, Sungai Pinang, Kota Raya, Dago, dan Carita). Hasil penelitian menunjukkan seluruh karakter morfo-fisiologis daun, buah, dan benih tembesu berbeda nyata antar populasi. Beberapa variabel agro-iklim berkorelasi dengan karakteristik daun, buah, dan benih yang memberi indikasi adanya pengaruh lingkungan selain genetik. Sebagian besar karakteristik daun, buah, dan benih memiliki nilai koefisien keragaman lingkungan yang lebih besar dibandingkan koefisien keragaman genetik yang menunjukkan besarnya kontribusi lingkungan. Berdasarkan karakteristik daun, buah, dan benih, dari lima populasi yang diuji terdapat dua kelompok, yaitu kelompok pertama, populasi Sumatera Selatan (Kemampo, Sungai Pinang, Kota Raya) dan kelompok kedua populasi Jawa Bagian Barat (Dago dan Carita). Penelitian mempunyai implikasi praktis yang penting untuk pengelolaan sumber daya genetik dan program pemuliaan tembesu ke depan.

Kata kunci : *Fagraea fragrans*, morfologi, tempat tumbuh, viabilitas

I. PENDAHULUAN

Tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb, Loganiaceae) merupakan jenis pohon penghasil kayu bernilai tinggi (Sumadi & Siahaan, 2014) yang tersebar secara alami di Sumatera, Kalimantan, Irian, dan Jawa Barat. Tembesu tumbuh baik pada tanah datar dan sarang atau tempat yang tidak becek, tanah liat berpasir. Lokasi penanaman tembesu sebaiknya pada lokasi dengan tipe curah hujan termasuk klasifikasi A sampai B berdasarkan klasifikasi Schmidt & Ferguson, dan berada pada ketinggian 0–500 m dpl (Junaidah, Sofyan, & Nasrun, 2014; Pratiwi, Narendra, Hartoyo, & Kalima, 2014); namun jenis ini tumbuh juga pada ketinggian 1000-1100 m dpl (BPTHRIHD, 2015). Tinggi pohon tembesu mencapai 40 m, tinggi batang bebas cabang sampai 25 m, diameter 80 cm atau lebih, batang tegak, dan tidak berbanir (Asmaliyah, Imanullah, & Dawiati, 2012).

Tembesu merupakan salah satu jenis andalan di Sumatera Selatan dengan permintaan kayu tembesu yang terus meningkat. Kulit luar berwarna cokelat sampai hitam, beralur dangkal, dan sedikit mengelupas. Kayunya keras termasuk ke dalam kelas awet satu dan banyak digunakan untuk konstruksi, lantai, jembatan, bantalan kereta api, bahan pembuatan kapal, dan furnitur (Junaidah et al., 2014). Beberapa bagian tanaman juga dapat dijadikan bahan obat-obatan (Bangprapai, Thongphasuk, & Songsak, 2016; Ahsan et al., 2015; Pripdeevech & Saansoomchai, 2013;), parfum dan kosmetik (Yingngam, & Brantner, 2015). Selain ini jenis ini memiliki arsitek pohon dan bentuk serta warna bunganya yang indah sehingga potensial untuk digunakan sebagai tanaman hutan kota (Tan, & Yeo, 2009).

Pemanfaatan kayu tembesu yang tinggi belum didukung oleh kegiatan budidaya yang memadai sehingga keberadaannya menjadi langka (Junaidah et

al., 2014) dan di habitat alaminya seperti di Sumatera Selatan, populasinya terfragmentasi dalam kelompok kecil. Populasi-populasi tersebut menjadi terisolasi satu dengan lainnya yang diduga akan meningkatkan keragaman genetik antar populasi karena tidak adanya aliran gen; namun keragaman dalam populasi akan berkurang karena populasi-populasi yang terisolasi secara terus-menerus akan menimbulkan hanyutan genetik yang mengakibatkan hilangnya beberapa alel penting sehingga keragaman genetik dalam populasinya makin berkurang. Selain itu, sebaran tumbuh yang cukup luas dengan kondisi agroklimat tempat tumbuh yang berbeda menyebabkan adaptasi tanaman tembesu terhadap tempat tumbuhnya yang akan memunculkan perbedaan karakter morfo-fisiologi tanaman seperti yang terjadi pada *Pinus roxburghii* di Uttarakhand, India (Ghildiyal, Sharma, & Gairola, 2009). Selain pengaruh lingkungan, perbedaan tersebut juga terjadi karena adanya pengaruh genetik dan interaksinya dengan lingkungan seperti yang ditunjukkan oleh beberapa penelitian sebelumnya pada jenis *Pinus wallichiana* di India (Rawat & Bakshi, 2011), *Cedrus deodara* di Jammu dan Kashmir (Mughal, & Thapliyal, 2012), *Senna siamea* di Thailand (Takuathung, Pipatwattanakul, & Bhumibhamon, 2012), dan *Anthocephalus cadamba* (Sudrajat, 2016).

Penelitian bertujuan untuk mengetahui perbedaan morfo-fisiologi daun, buah dan benih tembesu dari lima populasi dan hubungannya dengan variabel geo-klimat dan kondisi tanah tempat tumbuh populasi-populasi tersebut. Kelima populasi tersebut mempunyai karakteristik tempat tumbuh yang berbeda. Informasi ini diharapkan bermanfaat untuk kegiatan konservasi dan sebagai informasi awal keragaman genetik untuk mendukung kegiatan budidaya tanaman tembesu selanjutnya.

II. METODOLOGI

A. Waktu dan tempat penelitian

Bahan yang digunakan adalah daun, buah, dan benih tembesu yang dikumpulkan dari lima populasi tembesu yaitu: Kota Raya, Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI), Sungai Pinang, Kabupaten Ogan Ilir (OI), Kemampokabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, Carita-Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten, dan Dago, Bandung Utara-Provinsi Jawa Barat (Tabel 1). Setiap populasi diwakili oleh sepuluh pohon induk dan untuk memastikan keterwakilan populasi, jarak antar pohon induk minimal 50 m. Benih diekstraksi per pohon induk dan dibuat komposit dengan mencampur proporsi benih yang sama dari setiap pohon induk (Fredrick, Muthuri, Ngamau, & Sinclair, 2015; Rawat, & Bakshi, 2011). Hal ini ditujukan untuk mendapatkan sampel per populasi yang proporsional dari 10 pohon yang mewakili setiap populasi. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-Juni 2014. Pengambilan sampel penelitian (daun, buah, benih, dan tanah) dilakukan di beberapa tempat seperti pada Tabel 1. Analisis hara tanah dilakukan di Laboratorium Tanah dan Tanaman, SEAMEO BIOTROP, Bogor. Adapun pengukuran dan pengujian benih dilakukan di Laboratorium Teknologi dan Persemaian Benih Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan Bogor.

B. Metode

1. Pengukuran karakter morfologi daun

Morfologi daun dianalisis secara biometrik dengan menggunakan tujuh karakter (Tabel 2) yang terdiri dari empat hasil pengukuran dan tiga hasil transformasi (Tabel 2) berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Boratynski et al., 2008).

2. Penentuan karakter morfologi buah serta fisik dan fisiologi benih

Morfologi buah yang diukur adalah panjang, lebar, dan berat buah, sedangkan untuk karakter morfo-fisiologi benih adalah pengukuran jumlah benih per buah, panjang benih, lebar benih, berat 1.000 benih, kadar air, daya berkecambah, dan kecepatan berkecambah benih. Panjang dan lebar buah diukur menggunakan kaliper digital, sedangkan panjang dan lebar benih diukur menggunakan mikroskop. Jumlah sampel yang digunakan untuk morfologi buah benih dan daun dari setiap populasi adalah 4 ulangan, masing-masing ulangan terdiri dari 30 satuan amatan. Penentuan kadar air benih menggunakan metode oven (ISTA, 2010) pada suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 17 ± 1 jam. Berat 1.000 benih dihitung berdasarkan berat 100 butir benih diulang sebanyak 8 kali. Pengujian daya kecambah dan kecepatan berkecambah dari setiap populasi dilakukan dengan 4 ulangan dengan masing-masing ulangan sebanyak 0,1 g benih. Pengujian perkecambahan dilakukan di *germinator* dengan metode uji di atas kertas.

3. Analisis data

Rancangan Acak Lengkap digunakan untuk menguji perbedaan karakteristik daun, buah dan benih antar populasi berbeda. Data dianalisis dengan analisis ragam dan uji Duncan (*Duncan Multiple Range Test, DMRT*). Sebelumnya, data yang diperoleh diuji kenormalan datanya dan bila datanya tidak normal, data tersebut ditransformasi dengan $\arcsine\sqrt{x}$ untuk meningkatkan kenormalan data. Korelasi sederhana (Pearson) digunakan untuk menemukan hubungan antar karakter daun, buah dan benih dengan faktor geoklimat tempat tumbuh (curah hujan, suhu rata-rata, kelembaban relatif, ketinggian tempat dan kesuburan tanah).

Tabel (Table)1. Kondisi iklim lokasi pengambilan sampel penelitian (*Climate conditions of the sample collections' locations*)

Kondisi tapak(<i>site conditions</i>)	Populasi (<i>Populations</i>)				
	Kemampo, Banyuasin-Sumsel (<i>South Sumatera</i>)	Sungai Pinang, OKI-Sumsel (<i>South Sumatera</i>)	Kota Raya, OKI-Sumsel (<i>South Sumatera</i>)	Dago, Bandung Utara- Jabar (<i>West Java</i>)	Carita, Pandeglang-Banten (<i>Banten</i>)
Tipe hutan (<i>Forest type</i>)	Hutan alam (<i>Nature forest</i>)	Hutan alam (<i>Nature forest</i>)	Hutan alam (<i>Nature forest</i>)	Hutan tanaman (<i>Forest plantation</i>)	Hutan tanaman (<i>Forest plantation</i>)
Kondisi lingkungan (<i>conditions</i>)					
• Ketinggian (<i>Altitude</i>) (m dpl/ <i>asl</i>)	20	23	40	1.031	24
• Curah hujan (<i>Precipitation</i>) (mm/th)	2.000	2.600	2.500	3.500	3.950
• Suhu (<i>Temperature</i>) (°C)	27,3	28	28,5	20,5	27
• Kelembapan (<i>Relative humidity</i>)(%)	75	83	75	88	77
• Kondisi lahan (<i>Soil conditions</i>)	Kering sampai tergenang (<i>Dry until waterlogged</i>)	Kering sampai tergenang (<i>Dry until waterlogged</i>)	Rawa (<i>Swamp</i>)	Kering (<i>Dry</i>)	Kering (<i>Dry</i>)
• Koordinat (<i>Coordinate</i>)	2°54' - 2°56'30" LS, 104°18'07" - 104°22'09" BT	3°02' - 3°48' LS, 104°20' - 104°48' BT	4° 30' - 4° 15' LS, 104° 2' - 106° 0' BT	.6° 52' LS, 107° 30' BT	.06°08' - 06°14' LS, 105°50' - 105°55' BT

Tabel (Table) 2. Analisis biometrik karakter daun (*Biometrically analyzed characters of leaves*)

Singkatan / <i>Abbreviation</i>	Karakter/ <i>Characters</i>
PTD (cm)	Panjang tangkai daun / <i>Petiole length</i>
PD (cm)	Panjang daun/ <i>Leaf length</i>
LMD (cm)	Lebar maksimal daun/ <i>Maximum leaf width</i>
JTD (<i>number</i>)	Jumlah tulang daun/ <i>Number of veins</i>
PTD-PD	Rasio panjang tangkai daun terhadap panjang daun, PTD/PD/ <i>Ratio of the petiole length to the leaf length</i>
PTP-DT (%)	Persentase rasio panjang tangkai daun terhadap panjang total daun, PTD/(PTD+PD) x 100/ <i>Ratio percentage of petiole length to total leaf length</i>
LMD-PD(%)	Persentase rasio lebar daun terhadap panjang daun/bentuk daun, LMD/PD x 100/ <i>Ratio percentage of the leaf maximum width to the leaf length</i>

Ragam genetik (RG), fenotifik (RF), dan lingkungan (RL) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 RG &= (KTp - KTe)/r; \\
 RF &= RG + RL; \\
 RL &= KTe
 \end{aligned}$$

dimana: KTP = kuadrat tengah perlakuan (populasi), KTe = kuadrat tengah error, and r = jumlah ulangan.

Koefisien keragaman fenotipik (KKF), genetik (KKG), dan lingkungan (KKL) dihitung dengan rumus (Zheng, Sun, Zhou, & Coombs, 2009):

$$KKF = \sqrt{RF/x}; KKG = \sqrt{RG/x};$$

$$KKL = \sqrt{RL/x},$$

dimana: x = rata-rata populasi untuk setiap parameter.

Heritabilitas dalam arti luas (H^2B) dihitung dari rasio antara ragam genetik dan ragam fenotipik. Kemajuan genetik (GA) diduga dengan rumus sebagai berikut:

$$GA = RG/RF \times i \times \sqrt{RF}$$

dimana: i = intensitas seleksi (2.06)

Perolehan genetik (GG) dinyatakan dalam persentase (Divakara, Alur, & Tripati, 2010). Analisis kluster hirarki (*hierarchical cluster*) digunakan untuk menerangkan pola keragaman antar populasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Hasil analisis sifat kimia dan fisik tanah

Analisis fisik dan kimia tanah menunjukkan nilai yang cukup beragam seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Nilai pH berkisar antara 3,80 (sangat asam) hingga 6,07 (agak asam), C-organik berkisar antara 1,24 (rendah) hingga 3,33 (tinggi), dan N total berkisar antara 0,14 (rendah) hingga 0,24 (sedang). Rasio C/N menunjukkan nilai rendah (7,37) hingga sedang (13,67), sedangkan P-tersedia menunjukkan nilai yang sangat rendah.

Nilai KTK menunjukkan rendah (rendah) hingga tinggi (26,31).

2. Morfologi daun, buah dan benih

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perbedaan populasi berpengaruh nyata terhadap seluruh karakter daun, buah dan benih yang diamati (Tabel 4 dan Tabel 5). Panjang tangkai daun, panjang daun, dan lebar daun tembesu asal Carita lebih tinggi dibandingkan daun tembesu dari lokasi lainnya. Jumlah tulang daun terbanyak dihasilkan daun tembesu dari Bandung, sedangkan rasio panjang tangkai daun terhadap panjang daun, rasio panjang tangkai daun terhadap panjang total daun, dan panjang daun terhadap lebar daun (bentuk daun) terbesar ditunjukkan oleh populasi Kemampo. Dari bentuk daun, daun asal Kemampo memiliki bentuk lebih bulat. Pada karakter buah dan benih, populasi Kota Raya menunjukkan ukuran morfologi buah dan benih lebih besar dengan semua parameter yang secara nyata berada pada kelompok tertinggi. Populasi Carita relatif mempunyai ukuran morfologi buah dan benih yang lebih kecil (Tabel 5).

3. Karakteristik fisik dan fisiologis benih

Karakter fisik benih (kadar air, berat 1.000 butir, dan kemurnian benih) dan fisiologis benih (daya dan kecepatan berkecambah) dipengaruhi oleh asal benih. Secara umum, kualitas fisik dan fisiologi benih asal populasi Sumatera (Kemampo dan Sungai Pinang) memperlihatkan nilai yang lebih tinggi, yang diikuti oleh benih dari populasi Kota Raya, sedangkan benih-benih dari populasi Jawa Bagian Barat (Bandung dan Carita) memiliki kualitas yang lebih rendah (Tabel 6).

Tabel (Table) 3. Hasil analisis sifat kimia dan fisik tanah pada lokasi pengambilan sampel penelitian (*Analysis results of soil chemical and physical characters of sample collection's location*)

Sifat kimia dan fisik tanah (<i>Soil chemical and physical characters</i>)	Metode (Method)	Populasi (<i>Populations</i>)				
		Kemampo, Banyuasin-Sumsel (<i>South Sumatera</i>)	Sungai Pinang, OKI-Sumsel (<i>South Sumatera</i>)	Kota Raya, OKI-Sumsel (<i>South Sumatra</i>)	Dago, Bandung Utara-Jabar (<i>West Java</i>)	Carita, Pandeglang-Banten (<i>Banten</i>)
• pH (H ₂ O)	SNI 03-6787-2002	4,35	3,80	4,67	6,07	5,97
• CaCl ₂ (Cmol/kg)	SNI 03-6787-2002	3.80	3.40	4.30	5.63	5.33
• C organik/C organik(%)	SNI 13-4720-1998 (Walkey and Black)	1.58	1.24	3.33	1.55	2.36
• N-Total (%)	SNI 13-4721-1998 (Kjeldahl)	0.14	0.24	0.17	0.16	0.24
• Rasio C/N (<i>C/N ratio</i>)		11.70	7.37	13.67	9.97	9.67
• P-tersedia/P-available (mg/kg)	SL-NU-TT-05 (Bray I/II)	2.05	2.17	2.97	5.17	3.73
• Kapasitas tukarkation/Cation exchange capacity (Cmol/kg)	SL-NU-TT-07 c (Ekstrak Penyangga NH ₄ Oac 1,0 N pH 7,0)	7.27	23.73	14.31	26.31	15.65
• Pasir/Sand (%)	SL-MU-TT-10	42.40	11.37	49.66	20.37	12.10
• Debu/Dust (%)	(Hidrometer)	17.30	46.67	19.57	23.10	16.87
• Liat/ Clay (%)		40.30	41.97	11.90	56.53	71.03

4. Korelasi antar karakter daun, buah dan benih dengan faktor geoklimat tempat tumbuh

Lebar daun berkorelasi positif dengan panjang tangkai daun ($r=0,88$) dan panjang daun ($r=0,89$). Korelasi positif juga ditunjukkan oleh korelasi antara lebar buah dengan berat buah ($r=0,96$); antara jumlah benih per buah dengan kemurnian benih ($r=0,99$) dan daya berkecambah benih ($r=0,98$); antara kemurnian dengan daya berkecambah ($0,98$), dan daya berkecambah dengan kecepatan berkecambah benih ($0,90$) (Tabel 7).

Untuk mengetahui hubungan antara faktor tempat tumbuh dengan karakter morfologi buah, benih dan daun tembesu, maka dilakukan penghitungan nilai korelasi antara faktor-faktor geoklimat dan kesuburan tanah tempat tumbuh populasi asal benih dengan karakter morfologi buah, benih dan daun (Tabel 8). Ketinggian tempat tumbuh berkorelasi negatif dengan panjang benih ($r=-0,92$). Curah hujan berkorelasi positif dengan panjang daun ($r=0,89$), namun berkorelasi negatif dengan jumlah benih per buah ($r=-0,94$), dengan kemurnian benih ($r=-0,94$), daya berkecambah ($r=-0,98$), dan kecepatan berkecambah ($r=-$

**Karakteristik Morfo-Fisiologi Daun, Buah, dan Benih Tembesu (*Fagraea fragrans* Roxb.)
dari Lima Populasi Di Jawa Bagian Barat dan Sumatera Selatan**

Yulianti Bramasto dan Dede J. Sudrajat

0,96). Sementara, pH tanah berkorelasi negatif dengan jumlah benih per buah ($r=-0,94$), berat benih ($r=-0,92$), dan daya berkecambah benih ($r=-0,90$). Kandungan nitrogen tanah berkorelasi positif dengan

panjang daun ($r=0,93$) dan lebar daun ($r=0,88$), sedangkan kandungan pasir tanah berkorelasi negatif dengan kadar air benih ($r=-0,98$).

Tabel (Table) 4. Perbedaan karakter morfologi daun tembesu (rata-rata±standar deviasi) antar populasi (*Morphological character differences of tembesu leaves (mean±standard deviation) among populations*)

Populasi (Population)	PTD (cm)	PD (cm)	LMD (cm)	JTD (Number of veins)	PTD-PD	PTP-PD (%)	LMD-PD (%)
Kemampo	1,76±0,18 ^{bc}	8,61±0,73 ^d	3,69±0,38 ^c	16,49±1,22 ^c	0,21±0,03 ^a	6,96±1,59 ^a	43,99±5,33 ^a
Sungai Pinang	1,85±0,29 ^b	10,02±1,23 ^c	4,40±0,61 ^b	17,46±3,25 ^{abc}	0,18±0,03 ^b	5,64±2,05 ^b	44,11±4,48 ^a
Kota Raya	1,62±0,30 ^c	10,63±1,21 ^{bc}	4,20±0,29 ^b	16,67±1,81 ^{bc}	0,16±0,03 ^c	3,59±2,20 ^c	41,07±3,24 ^b
Bandung	1,73±0,11 ^{bc}	10,76±1,10 ^b	3,78±0,36 ^c	18,40±1,29 ^a	0,16±0,01 ^c	4,09±1,13 ^c	35,71±4,53 ^c
Carita	2,14±0,17 ^a	13,51±0,84 ^a	5,87±0,40 ^a	17,83±1,36 ^{ab}	0,16±0,02 ^c	4,12±1,14 ^c	45,01±3,31 ^a
F hitung (F-test)	15,291 ^{**}	48,750 ^{**}	83,557 ^{**}	3,343 [*]	12,606 ^{**}	13,661 ^{**}	15,973 ^{**}
Nilai P (P-value)	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000

Keterangan: Lihat Tabel 2 untuk keterangan parameter morfologi daun. **=nyata pada tingkat kepercayaan 99%, *=nyata pada tingkat kepercayaan 95%, angka rata-rata yang diikuti oleh huruf sama dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95% uji Duncan (Remark: see Table 2 for explanation of leaf morphological characteristics, **=significant at 99% of confident level, *=significant at 95% of confident level, Means followed by the same letters and the same column are not significantly different at 95 % confident level of Duncan's multiple range test).

Tabel (Table) 5. Perbedaan karakter morfologi buah dan benih tembesu (rata-rata±standar deviasi) antar populasi (*Morphological character differences of tembesu fruits and seeds (mean±standard deviation) among populations*)

Populasi (Population)	PBH (mm)	LBH (mm)	BBH (gram)	JBN (number of seeds)	PBN (mm)	LBN (mm)
Kemampo	5,99±0,56 ^b	5,70±0,45 ^b	0,133±0,019 ^b	31,63±15,72 ^a	1,05±0,17 ^a	0,82±0,12 ^b
OI	6,11±0,58 ^b	6,03±0,59 ^b	0,192±0,059 ^a	31,44±12,98 ^a	1,08±0,14 ^a	0,80±0,13 ^b
OKI	6,85±0,71 ^a	6,30±0,53 ^a	0,192±0,048 ^a	31,68±12,14 ^a	1,08±0,12 ^a	0,91±0,13 ^a
Bandung	6,24±0,62 ^b	5,77±0,37 ^b	0,167±0,020 ^a	21,20±4,71 ^b	0,95±0,56 ^b	0,85±0,45 ^{ab}
Carita	6,09±0,78 ^b	4,81±0,49 ^c	0,078±0,018 ^c	20,85±6,53 ^b	1,±0,96 ^a	0,85±0,11 ^{ab}
F hitung (F-test)	5,459 ^{**}	29,972 ^{**}	32,499 ^{**}	5,327 ^{**}	3,611 ^{**}	2,731 [*]

Keterangan: PBH=panjang buah, LBH=lebar buah, BBH=berat buah, JBN=jumlah benih per buah, PBN=panjang benih, LBN=lebar benih, **=nyata pada tingkat kepercayaan 99%, *=nyata pada tingkat kepercayaan 95%, angka rata-rata yang diikuti oleh huruf sama dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95% uji Duncan (Remarks: PBH=fruit length, LBH=fruit width, BBH=fruit weight, JBN=number of seeds per fruit, PBN=seed length, LBN=seed width, **=significant at 99% of confident level, *=significant at 95% of confident level, Means followed by the same letters and the same column are not significantly different at 95 % confident level of Duncan's multiple range test)

Tabel (Table) 6. Perbedaan karakter fisik dan fisiologi benih tembesu (rata-rata±standar deviasi) antar populasi (*Physical and physiological character differences of tembesu seeds (mean±standard deviation) among populations*)

Populasi (Population)	KA (%)	B1000 (gram)	KBN (%)	DB (Kecambah normal per 0,1 g) (normal seedling in 0.1 g)	KCB (%/etmal)
Kemampo Sungai Pinang	7,1±0,4 ^c	0,308±0,034 ^{ab}	98,27±1,46 ^a	146±21 ^a	7,58±1,07 ^a
Kota Raya	8,2±0,5 ^{ab}	0,328±0,042 ^a	98,96±0,64 ^a	127±16 ^a	4,32±0,34 ^b
Bandung	7,9±0,2 ^b	0,301±0,028 ^b	98,63±0,95 ^a	130±4 ^a	4,59±0,31 ^b
Carita	7,8±0,3 ^b	0,289±0,028 ^b	81,76±12,25 ^b	46±25 ^b	2,84±1,41 ^{bc}
F hitung	8,3±0,2 ^a	0,292±0,029 ^b	80,14±10,81 ^b	16±3 ^b	0,91±0,12 ^c
(F-test)	4,632**	17,445**	6,951**	17,454**	9,305**

Keterangan: KA=kadar air, B1000=berat 1000 butir benih, KBN=kemurnian benih, DB = daya berkecambah, KCB=kecepatan berkecambahan, **=nyata pada tingkat kepercayaan 99%,*=nyata pada tingkat kepercayaan 95%, angka rata-rata yang diikuti oleh huruf sama dan kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95% uji Duncan (Remarks: KA=water content, B1000=weight of 1000 seeds, KBN=seed purity, DB=germination capacity, KCB=germination speed, **= significant at 99% of confident level,, *=significant at 95% of confident level, Means followed by the same letters and the same column are not significantly different at 95 % confident level of Duncan's multiple range test)

Tabel (Table) 7. Korelasi antar karakter daun,buah dan benih tembesu (*Correlation among characters of tembesu leaves and seeds*)

	PD	LMD	JTD	PBH	LBH	BBH	JBN	PBN	LBN	KA	B1000	KBN	DB	KCB
PTD	0.72	0.88*	0.39	-0.58	-0.80	-0.81	-0.55	-0.03	-0.33	0.78	-0.11	-0.57	-0.65	-0.62
PD		0.89*	0.55	0.05	-0.69	-0.58	-0.73	-0.20	0.30	0.61	-0.52	-0.74	-0.85	-0.83
LMD			0.28	-0.13	-0.74	-0.66	-0.47	0.15	0.06	0.65	-0.19	-0.49	-0.63	-0.75
JTD				-0.26	-0.40	-0.17	-0.85	-0.78	-0.16	0.74	-0.40	-0.82	-0.82	-0.78
PBH					0.58	0.52	0.25	0.22	0.86	-0.51	-0.19	0.25	0.20	-0.03
LBH						0.96**	0.71	0.30	0.16	-0.57	0.45	0.74	0.75	0.56
BBH							0.57	0.20	0.06	-0.33	0.47	0.61	0.61	0.38
JBN								0.79	-0.09	-0.57	0.75	0.99**	0.98**	0.81
PBN									-0.02	-0.21	0.69	0.78	0.66	0.39
LBN										-0.50	-0.61	-0.11	-0.12	-0.20
KA											0.07	-0.55	-0.65	-0.73
B1000												0.77	0.70	0.48
KBN													0.98**	0.81
DB														0.90*

Keterangan: Lihat Tabel 2, 4, dan 5 untuk keterangan parameter daun, buah, dan benih., **=nyata pada tingkat kepercayaan 99%,*=nyata pada tingkat kepercayaan 95% (Remarks: See Tabel 2, 4, and 5 for information of leaf, fruit, and seed parameters, **=significant at 99 % of confident level, *=significant at 95% of confident level)

5. Koefisien dan pola keragaman morfo-fisiologi antar populasi

Koefisien keragaman genetik untuk panjang daun, lebar maksimal daun, lebar buah, kadar air, daya berkecambah, dan kecepatan berkecambah lebih besar daripada koefisien keragaman lingkungan. Namun sebagian besar koefisien keragaman genetik untuk karakter daun, buah, dan benih lebih kecil dibandingkan dengan koefisien keragaman lingkungan yang memberi indikasi bahwa komponen lingkungan memberikan kontribusi yang besar bagi keragaman karakteristik daun, buah, dan benih tembesu. Nilai heritabilitas dalam arti luas (*broad sense heritability*) berkisar 0,08 (untuk lebar benih) dan 0,80 (untuk lebar maksimal daun, kadar air benih, dan daya berkecambah benih). Perolehan genetik berkisar antara 2,34% dan 111,55% dengan lebar benih yang memberikan nilai terendah dan daya berkecambah yang memberikan nilai tertinggi (Tabel 8).

Pola keragaman morfologi berdasarkan analisis klaster menunjukkan bahwa populasi asal Sumatera Selatan (Kemampo, Sungai Pinang, Kota Raya) mengelompok pada satu klaster. Begitu juga dengan populasi asal Jawa Barat dan Banten (Dago dan Carita) berada pada satu klaster. Jarak geografis dan persamaan kondisi lingkungan, khususnya daerah kering dengan daerah tergenang atau rawa diduga sangat mempengaruhi pola pengelompokan karakteristik daun, buah, dan benih antar populasi.

B. Pembahasan

Morfologi daun dan buah serta morfo-fisiologi benih tembesu berbeda nyata antar lima populasi yang diamati. Perbedaan karakteristik morfologi ini

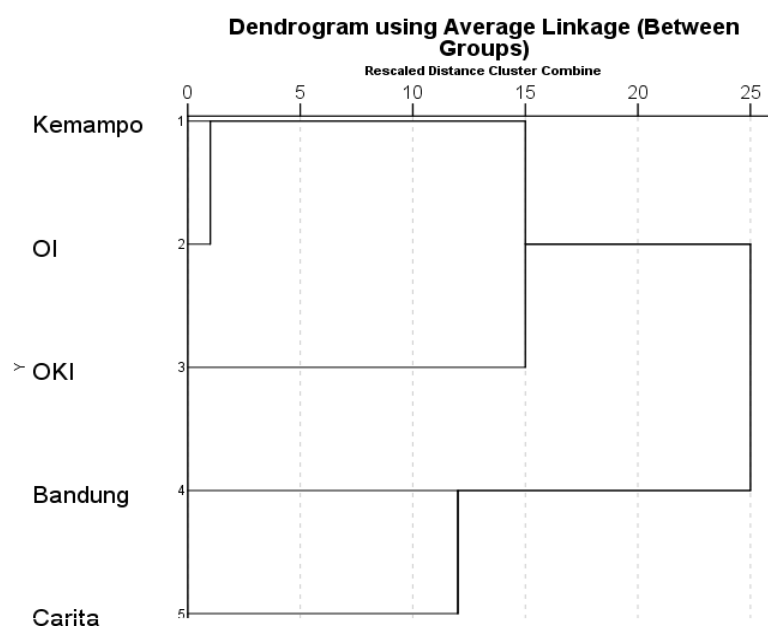
menunjukkan adanya keragaman morfologi daun, buah, dan benih antar populasi. Perbedaan kondisi tempat tumbuh seperti kondisi lahan (kering dan basah), ketinggian tempat, dan sifat kesuburan tanah dapat mempengaruhi perbedaan tersebut. Keragaman tersebut terjadi akibat dari proses evolusi yang cukup panjang, yang pada akhirnya merubah struktur fenotipe dari suatu individu atau populasi (White, Adams, & Neale, 2007). Keragaman morfologi daun juga ditemukan pada tanaman kawista yang diambil dari beberapa lokasi di Rembang (Nugroho, 2012), pada tanaman selasih (Hadipoentyanti, & Wahyuni, 2008), dan pada tanaman mindi dari beberapa populasi di Jawa Barat (Yulianti, 2011). Suhartini & Hadiatmi (2010) juga melaporkan adanya keragaman morfologi beberapa karakter daun pada tanaman ganyong.

Keragaman morfo-fisiologi benih dari populasi berbeda telah diteliti juga pada beberapa jenis, *Trigono-balanus doichangensis* (Zheng et al., 2009), *Pinus wallichiana* (Rawat, & Bakshi, 2011), *Senna siamea* (Takuathung et al., 2012), *Calophyllum inophyllum* (Hathurusingha, Ashwath, & Midmore, 2011), *Cedrus deodara* (Mughal, & Thapliyal, 2012), *Faidherdia albida* (Fredrick et al., 2015), *Anthocephalus cadamba* (Sudrajat, 2016), dan *Pinus densata* (Xu et al., 2016). Keragaman karakteristik buah dan benih dipengaruhi oleh perbedaan lokasi, perbedaan antar pohon dalam suatu lokasi, dan antar buah di dalam pohon tersebut yang dikontrol secara bersamaan oleh faktor genetik (pohon induk, keturunan) dan lingkungan, seperti iklim, tanah, dan ketinggian tempat (Rawat, & Bakshi, 2011) yang mempengaruhi proses perkembangan benih.

Tabel (Table) 8. Koefisien keragaman genetik (KKG), koefisien keragaman fenotipe (KKP), koefisien keragaman lingkungan (KKL), heritabilitas (H2B), perolehan genetik (GA), persen perolehan genetik (GA%) pada parameter morfo-fisiologi tembesu dari 5 populasi (*Coefficient of genetic variance (KKG), coefficient of phenotypic variance (KKP), coefficient of environment variance (KKL), heritability (H2B), genetic advance (GA), percentage of genetic advance (GA%) on morpho-physiologi parameters of five locations*)

Parameter	KKG	KKP	KKL	H2B	GA	GA%
PTD	0.190	0.295	0.225	0.42	0.25	13.86
PD	1.611	1.919	1.043	0.70	2.79	26.21
LMD	0.872	0.972	0.429	0.80	1.61	36.71
JTD	0.666	2.056	1.945	0.10	0.44	2.56
PTPD	0.020	0.033	0.026	0.37	0.02	14.08
PTPPD	1.341	2.153	1.685	0.39	1.72	11.55
LDPD	3.684	5.630	4.258	0.43	4.97	11.83
PBH	0.312	0.730	0.660	0.18	0.27	4.38
LBH	0.599	0.778	0.497	0.59	0.95	16.40
BBH	0.047	0.060	0.038	0.61	0.08	49.85
JBN	5.215	12.365	11.211	0.18	4.53	16.56
PBN	46.464	136.740	128.604	0.12	32.52	3.11
LBN	34.281	121.450	116.511	0.08	19.93	2.34
KA	1.246	1.390	0.615	0.80	2.30	29.83
B1000	0.031	0.045	0.032	0.48	0.04	14.46
KBN	8.973	11.603	7.356	0.60	14.29	15.61
DB	56.328	62.801	27.769	0.80	104.08	111.55
KCB	2.325	2.831	1.614	0.67	3.94	97.13

Keterangan: Lihat Tabel 2, 4, dan 5 untuk informasi parameter daun, buah, dan benih (*Remarks: See Tabel 2, 4, and 5 for information of leaf, fruit, and seed parameters*)



Gambar (Figure) 1. Pengelompokan populasi tembesu berdasarkan morfo-fisiologi daun, buah dan benih (*Grouping of tembesu populations based on the leaf, fruit and seed morfo-physiology*)

Pada beberapa karakteristik benih seperti berat 1.000 butir, kemurnian, daya berkecambah dan kecepatan berkecambah benih, populasi-populasi yang berasal dari Sumatera Selatan (populasi Kemampo, Sungai Pinang, dan Kota Raya) memberikan nilai tertinggi. Ketiga populasi tersebut tumbuh pada habitat alami dari tembesu. Adapun dua populasi lainnya (Dago dan Carita) merupakan populasi introduksi yang ditumbuhkan pada habitat di luar aslinya, yaitu tanah kering pesisir (Carita) dan tanah kering dataran tinggi (Dago). Selain pengaruh perbedaan kondisi lingkungan tempat tumbuh pohon induk Ghildiyal et al., 2009; Sudrajat & Megawati, 2010), perbedaan karakteristik morfo-fisiologi benih juga dipengaruhi oleh faktor genetik atau keragaman genetik (Rawat, & Bakshi, 2011; Sudrajat, 2016). Diduga populasi Bandung dan Carita dibangun dari sedikit pohon induk sehingga mempengaruhi keberhasilan pembungaan dan pembuahannya. Tegakan dengan keragaman yang rendah cenderung untuk melakukan kawin kerabat (*inbreeding*). Pada benih pangkal buaya (*Zanthoxylum rhetsa*), produksi dan kualitas benih hasil penyerbukan sendiri (pohon soliter atau berkerabat) lebih rendah daripada benih hasil penyerbukan silang pada populasi dengan banyak pohon (Sudrajat, Megawati, & Siswandi, 2011).

Korelasi antar karakteristik morfologi daun, buah dan benih tembesu (Tabel 7), menunjukkan bahwa korelasi hanya terjadi antar karakter daun dengan karakter daun lainnya, antar karakter buah dengan karakter buah lainnya, dan antar karakter benih dengan karakter benih lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa karakter daun, buah dan benih tidak bisa dijadikan ukuran untuk saling menduga satu dengan lainnya. Sebagian besar korelasi nyata terjadi antar mutu fisik dan fisiologis benih. Korelasi serupa juga dilaporkan oleh Loha, Tigabu, & Teketay (2008) dan Rawat & Bakshi (2011) yang

menyatakan bahwa karakter-karakter tersebut saling berhubungan dan dikontrol secara genetik.

Beberapa karakteristik morfologi daun, buah, dan morfo-fisiologi benih menunjukkan berkorelasi nyata dengan beberapa faktor geoklimat (Tabel 8). Adanya korelasi antara curah hujan dengan beberapa karakter benih menunjukkan bahwa karakter-karakter tersebut menunjukkan pola keragaman yang mengikuti perubahan lingkungan (klinal) yaitu sejalan dengan peningkatan kelembaban. Hasil serupa juga dilaporkan pada jenis *Trigonobalanus doichangensis* (Zheng et al., 2009). Namun kondisi sebaliknya terjadi pada jenis *Milletia ferruginea* dimana curah hujan berkorelasi positif dengan karakter fisiologi benih (Loha et al., 2008). Hal ini menunjukkan adanya perbedaan respon morfo-fisiologi benih antar jenis terhadap perbedaan kondisi lingkungan. Faktor geo-klimat lainnya yang menunjukkan adanya korelasi positif adalah antara kandungan nitrogen tanah dengan panjang daun ($r=0,93$) dan lebar daun ($r=0,88$), sedangkan kandungan pasir tanah berkorelasi negatif dengan kadar air benih ($r=-0,98$). Nitrogen berperan dalam pertumbuhan tanaman dan pertumbuhan daun sehingga daun tanaman lebar dengan warna yang lebih hijau (Killpack, & Buchholz, 2008; Sobai, Prajitno, & Syukur, 2013). Keragaman karakter benih terjadi sebagai akibat perbedaan kondisi iklim dan tanah asal benih juga dilaporkan oleh Sudrajat & Megawati (2010) pada jenis *Manilkara kauki*, dan Ndir, Kane, Bassiaka, Bayala dan Diedhiou (2013) pada jenis *Jatropha curcas*.

Pada penelitian ini, sebagian besar koefisien keragaman genetik untuk karakter daun, buah, dan benih lebih kecil dibandingkan dengan koefisien keragaman lingkungan yang memberi indikasi bahwa komponen lingkungan memberikan kontribusi yang besar bagi

keragaman karakteristik daun, buah, dan benih tembesu. Meskipun sebagian besar karakter dipengaruhi lingkungan, beberapa parameter (lebar maksimum daun, lebar benih, dan daya berkecambah memiliki nilai heritabilitas tinggi (> 80%). Nilai heritabilitas yang tinggi yang berpasangan dengan kemajuan genetik yang tinggi dihasilkan oleh karakter lebar maksimum daun, lebar benih, dan daya berkecambah yang menunjukkan bahwa karakter-karakter tersebut mempunyai nilai genetik yang tinggi dengan jumlah komponen genetik aditif yang dapat diturunkan lebih tinggi. Nilai heritabilitas yang tinggi yang diikuti dengan kemajuan genetik yang tinggi cukup memadai dan akurat untuk pemilihan populasi terbaik, sedangkan nilai heritabilitas yang tinggi yang berpasangan dengan kemajuan genetik rendah memberi indikasi bahwa karakter-karakter tersebut mempunyai lebih banyak komponen genetik non aditif daripada komponen aditifnya sehingga karakter tersebut tidak dapat digunakan sebagai kriteria seleksi yang baik (Rawat & Bakshi, 2011; Ahsan et al., 2015; Sudrajat, 2016).

Komponen lingkungan memegang peran besar dalam perbedaan karakteristik daun, buah dan benih antar lima populasi tembesu yang diuji. Hal ini ditunjukkan oleh koefisien keragaman lingkungan dimana sebagian besar parameter lebih besar dibandingkan koefisien keragaman genetik. Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa koefisien keragaman genetik parameter karakteristik buah dan benih lebih besar dibandingkan koefisien keragaman lingkungan seperti pada *Pinus wallichiana* (Rawat, & Bakshi, 2011); *Gossypium hirsutum* (Ahsan et al., 2015), dan *Anthocephalus cadamba* (Sudrajat, 2016). Pada penelitian ini terjadi sebaliknya yang disebabkan oleh perbedaan sebaran populasi yang digunakan. Sebaran populasi relatif kecil yang relatif

berdekatan hanya Sumatera Selatan dan Jawa Bagian Barat sehingga keragaman antar populasinya lebih rendah dibandingkan bila mengumpulkan sampel dari sebaran populasi yang lebih luas.

Pola keragaman berdasarkan morfologi daun, buah, dan morfo-fisiologi benih menunjukkan bahwa populasi asal Sumatera Selatan (Kemampo, Sungai Pinang, Kota Raya) mengelompok pada satu klaster. Begitu juga dengan populasi asal Jawa bagian Barat (Carita dan Dago) berada pada satu klaster. Populasi-populasi di Sumatera Selatan mempunyai kondisi tapak yang hampir serupa, yaitu kering, kadang-kadang tergenang dan rawa. Ketiga lokasi tersebut merupakan tempat tumbuh alami dari tembesu. Adapun dua lokasi lainnya yang berada di Jawa, yaitu Dago (Jawa Barat) dan Carita (Banten) merupakan populasi yang diintroduksi. Diduga kedua populasi tersebut diambil dari populasi asal yang berkerabat atau berdekatan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Morfologi daun, buah, dan morfo-fisiologi benih tembesu dipengaruhi oleh perbedaan populasi asal benih tembesu. Karakteristik daun berkorelasi dengan karakteristik daun lainnya, namun tidak berkorelasi dengan karakteristik buah dan benih, sehingga karakteristik daun dan buah tidak bisa menduga karakteristik benih dan sebaliknya. Sebagian variabel agroklimat dan kesuburan tanah berkorelasi nyata dengan karakteristik daun, buah, dan benih yang memberi indikasi adanya pengaruh lingkungan selain genetik. Kontribusi komponen lingkungan yang lebih tinggi terjadi pada sebagian besar karakteristik daun, buah, dan benih. Nilai heritabilitas pada semua karakter menunjukkan nilai yang rendah (lebar benih) hingga tinggi (lebar maksimum daun, kadar air, dan daya berkecambah benih). Karakter lebar

maksimum daun, kadar air, dan daya berkecambah benih memiliki nilai heritabilitas tertinggi dan diikuti dengan nilai kemajuan genetik tinggi sehingga dapat dijadikan indikator penting untuk pemilihan populasi terbaik. Berdasarkan karakteristik daun, buah, dan benih, dari lima populasi yang diuji terdapat dua kelompok, yaitu kelompok pertama, populasi Sumatera Selatan (Kemampo, Sungai Pinang, Kota Raya) dan kelompok kedua populasi Jawa Barat dan Banten atau populasi Jawa Bagian Barat (Dago dan Carita). Secara umum, kelompok pertama yang merupakan hutan alam memberikan mutu benih yang lebih tinggi.

B. Saran

Populasi tembesu alam yang ada di Sumatera Selatan (Kemampo, Sungai Pinang, Kota Raya) merupakan populasi yang terbaik sebagai sumber benih sehingga perlu dikonservasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai DIPA APBN Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan tahun 2014. Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Agus Sopyan (Balai Penelitian Kehutanan Palembang) yang telah membantu dalam pengumpulan benih tembesu di Sumatera Selatan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Suherman, Bapak Nurkim, dan Bapak Dedi Junaedi yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Ahsan, M.Z., Majidano, M.S., Bhutto, H., Soomro, A.W., Panhwar, F.H., Channa, A.R., & Sial, K.B. (2015). Genetic variability, coefficient of variance, heritability and genetic

advance of some *Gossypium hirsutum* L. accessions. *Journal of Agricultural Science*, 7(2), 147–151. <https://doi.org/10.5539/jas.v7n2p147>

Asmaliyah, Imanullah, A., & Dawiati, W. (2012). Identifikasi dan potensi kerusakan rayap pada tanaman tembesu (*Fagraea fragrans*) di kebun percobaan Way Hanakau, Lampung Utara. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 9(4), 187–194.

Bangprapai, A., Thongphasuk, P., & Songsak, T. (2016). Determination of swertiamarin content by TLC-densitometer in *Fragraea fragrans* Roxb. leaves. *Bulletin of Health, Science and Technology*, 14(2), 13–18.

Boratynski, A., Marcysiak, K., Lewandowska, A., Jasinska, A., Iszkulo, G., & Burczyk, J. (2008). Differences in leaf morphology between *Quercus petraea* and *Q. robur* adult and young individuals. *Silva Fennica*, 42(1), 115–124.

BPTHRIHD (Balai Pengelolaan Taman Hutan Rakyat Ir. H. Juanda). (2015). *Taman Hutan Rakyat Ir. H. Djuanda*. Bandung: Bandung: Dinas Kehutanan Propinsi Jawa Barat.

Divakara, B.N., Alur, A.S., & Tripathi, S. (2010). Genetic variability and relationship of pod and seed traits in *Pongamia pinnata* (L.) Pierre., a potential agroforestry tree. *International Journal of Plant Production*, 4(2), 129–141.

Fredrick, C., Muthuri, C., Ngamau, K., & Sinclair, F. (2015). Provenance variation in seed morphological characteristics, germination and early seedling growth of *Faidherbia albida*. *Journal of Horticulture and Forestry*, 7(5), 127–140.

Ghildiyal, S.K., Sharma, C.M., & Gairola, S. (2009). Environmental

- variation in seed and seedling characteristics of *Pinus roxburghii* Sarg. from Uttarakhand, India. *Applied Ecology and Environmental Research*, 7(2), 121–130.
- Hadipoentyanti, E., & Wahyuni, S. (2008). Keragaman selasih (*Ocimum* spp.) berdasarkan karakter morfologi, produksi dan mutu herba. *Jurnal Littri*, 14(4), 141–148.
- Hathurusingha, S., Ashwath, N., & Midmore, D. (2011). Provenance variations in seed-related characters and oil content of *Calophyllum inophyllum* L. in northern Australia and Sri Lanka. *New Forests*, 41(1), 89–94.
<https://doi.org/10.1007/s11056-010-9212-1>
- ISTA. (2010). International rules for seed testing Edition 2010. Bassersdorf (CH): The International Seed Testing Association.
- Junaidah, Sofyan, A., & Nasrun. (2014). Mengenal karakteristik tanaman tembesu. In *Tembesu kayu raja andalan Sumatera*. Bogor: Bogor: FORDA Press.
- Khadidiatou, N.N., Mohameth, K., Bassiaka, O., Roger, B., & Ibrahim, D. (2013). Variability in seed traits, oil content and genetic diversity in local and exotic accessions of *Jatropha curcas* L. in Senegal. *African Journal of Biotechnology*, 12(34), 5267–5277.
<https://doi.org/10.5897/AJB2013.11939>
- Killpack, S.C., & Buchholz, D. (2008). Nitrogen in the environment: What is nitrogen. Report project number 89-EWQI-1-9203. Missouri: United States Department of Agriculture, Extension Service.
- Loha, A., Tigabu, M., & Teketay, D. (2008). Variability in seed- and seedling-related traits of *Milletia ferruginea*, a potential agroforestry species. *New Forests*, 36(1), 67–78.
<https://doi.org/10.1007/s11056-008-9082-y>
- Mughal, A.H., & Thapliyal, R.C. (2012). Provenance variation in cone and seed characteristics of *Cedrus deodara* (D. DON) G. DON in Jammu and Kashmir. *Forestry Studies in China*, 14(3), 193–199.
- Nugroho, I.A. (2012). Keragaman morfologi dan anatomi kawista (*Limonia acidissima* L.) di Kabupaten Rembang. Institut Pertanian Bogor.
- Pratiwi, Narendra, B.H., Hartoyo, G.M. E., & Kalima, T. (2014). Atlas jenis-jenis pohon andalan setempat untuk rehabilitasi hutan dan lahan di Indonesia. Bogor: Bogor: FORDA Press Putra.
- Pripdeevech, P., & Saansoomchai, J. (2013). Antibacterial activity and chemical composition of essential oil of *Pamburus missionis*. *Chaing Mai Journal of Science*, 40(2), 214–223.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.04.016>
- Rawat, K., & Bakshi, M. (2011). Provenance variation in cone, seed and seedling characteristics in natural populations of *Pinus wallichiana* A.B. Jacks (Blue Pine) in India, 54(1), 39–55.
- Sobai, J.H., Prajitno, D., & Syukur, A. (2013). Pertumbuhan dan hasil jagung pada berbagai pemberian pupuk nitrogen di lahan kering regosol. *Ilmu Pertanian*, 58(604391), 2878–2893.
- Sudrajat, D.J. (2016). Genetic variation of fruit, seed, and seedling characteristics among 11 populations of white jabon in Indonesia. *Forest Science and Technology*, 12(1), 9–

15.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/021580103.2015.1007896>
- Sudrajat, D.J., & Megawati. (2010). Keragaman morfologi dan respon perlakuan pra perkecambahan benih dari 5 populasi sawo kecik (*Manilkara kauki* (L.) Dubard). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(2), 67–76.
- Sudrajat, D.J., Megawati, & Siswandi, J. (2011). Karakteristik dan perkecambahan benih pangkal buaya (*Zanthoxylum rhetsa*) dari beberapa pohon induk di Bali. *Tekno Hutan Tanaman*, 4(2), 69–78.
- Suhartini, T., & Hadiatmi. (2010). Keragaman karakter morfologi tanaman ganyong. *Buletin Plasma Nutfah*, 16(2), 118–125.
- Sumadi, A., & Siahaan, H. (2014). Potensi dan pertumbuhan tembesu dalam pengelolaan hutan rakyat. In N. Mindawati, H.S. Nurohmah, & C. Akhmad (Eds.), *Tembesu, kayu raja andalan Sumatera* (pp. 57–71). Bogor: FORDA Press.
- Takuathung, C.N., Pipatwattanakul, D., & Bhumibhamon, S. (2012). Provenance variation in seed morphometric traits and growth performance of *Senna siamea* (Lam.) Erwin et Barneby at Lad Krating plantation, Chachoengsao Province Thailand. *Kasetsart Journal - Natural Science*, 46(3), 394–407.
- Tan, H.T.W., & Yeo, C.K. (2009). The potential of native woody plants for enhancing the urban waterways and water bodies environment in Singapore. Singapore: Raffles Museum of Biodiversity Research and Singapore-Delft Water Alliance.
- White, T.L., Adams, W.T., & Neale, D.B. (2007). *Forest genetics - concepts, scope, history and importance*. CAB eBooks Ebooks on agriculture and the applied life sciences from CAB International.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1079/9781845932855.0000>
- Xu, Y., Cai, N., He, B., Zhang, R., Zhao, W., Mao, J., ... Woeste, K. (2016). Germination and early seedling growth of *Pinus densata* Mast. provenances. *Journal of Forestry Research*, 27(2), 283–294.
- Yingngam, B., & Brantner, A.H. (2015). Factorial design of essential oil extraction from *Fagraea fragrans* Roxb. flowers and evaluation of its biological activities for perfumery and cosmetic applications. *International Journal of Cosmetic Science*, 37(3), 271–281.
<https://doi.org/10.1111/ics.12192>
- Yulianti. (2011). Strategi pengembangan sumber benih mindi (*Melia azedarach* L.) di hutan rakyat Provinsi Jawa Barat. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Zheng, Y.L., Sun, W.B., Zhou, Y., & Coombs, D. (2009). Variation in seed and seedling traits among natural populations of *Trigonobalanus doichangensis* (*A. camus*) Forman (Fagaceae), a rare and endangered plant in southwest China. *New Forests*, 37(3), 285–294.
<https://doi.org/10.1007/s11056-008-9124-5>