

Penentuan metode ekstraksi dan sortasi terbaik untuk benih mangium (*Acacia mangium*)

The determination of the best extraction and sorting methods for mangium seed (*Acacia mangium*)

NANING YUNIARTI*

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan. Jl. Pakuan, Ciheuleut, PO Box 105 Bogor, Jawa Barat, Indonesia. Tel./Fax. +62-251-8327768, *email: naningbtp@yahoo.co.id

Manuskrip diterima: 5 April 2016. Revisi disetujui: 2 Agustus 2016.

Abstrak. Yuniarti N. 2016. *Penentuan metode ekstraksi dan sortasi terbaik untuk benih mangium (Acacia mangium Wild.). Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 32-36.* Mutu fisik dan fisiologis merupakan cerminan dari rangkaian proses penanganan benih mulai dari proses produksi hingga pengecambahan benih. Tahap awal dalam kegiatan penanganan benih yaitu kegiatan ekstraksi dan sortasi benih. Ekstraksi benih adalah proses pengeluaran benih dari buah, polong, kerucut, kapsul, atau bahan pembungkus benih lainnya. Sortasi benih yaitu pemilahan benih berdasarkan berat dan ukuran benih. Metode ekstraksi dan sortasi benih akan mempengaruhi mutu fisik dan fisiologis benih yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan metode ekstraksi dan sortasi terbaik untuk benih mangium (*Acacia mangium* Wild.). Ekstraksi benih dilakukan dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari (1, 2, 3, 4, 5 hari) dan menggunakan alat pengering *seed drier* (1, 2, 3, 4, 5 jam). Parameter yang diamati yaitu produksi benih dari polong, daya berkecambah, dan kadar air benih. Adapun metode sortasi benih dilakukan dengan dua cara, yaitu menggunakan ayakan berukuran 170 dan 200 mikrometer dan alat *seed gravity table*. Parameter yang diamati yaitu ukuran benih, berat 1000 butir benih, dan daya berkecambah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (i) metode ekstraksi benih terbaik yaitu pengeringan dengan *seed drier* selama 5 jam (produksi benih 12,51 g, kadar air 6,5%, daya berkecambah 87%) atau dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari selama 3 hari (produksi benih 14,77 g, kadar air 6,04%, daya berkecambah 87%); (ii) metode sortasi benih terbaik berdasarkan ukuran benih yaitu menggunakan ayakan/mesh ukuran 200 mikrometer (daya berkecambah 86%) dan metode sortasi benih terbaik berdasarkan berat benih yaitu menggunakan *seed gravity table* dengan klasifikasi I (DB 89%).

Kata kunci: *Acacia mangium*, benih, ekstraksi, sortasi

Abstrak. Yuniarti N. 2016. *The determination of the best extraction and sorting methods for mangium seed (Acacia mangium Wild.). Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 2: 32-36.* Physical and physiological quality is a reflection of the processes of seed handling from production to seed germination. The initial stage in the activities of the seed treatment is the seed extraction and sorting seed activities. Seed extraction is the process of spending the seed from the fruit, pod, cone, seed capsule or other packaging materials. Sorting seed is the sorting of seed based on the weight and size of the seed. Methods of extraction and sorting seed will affect the physical and physiological quality of seed produced. The purpose of this study was to determine the best extraction and sorting method for seed mangium (*Acacia mangium* Wild). Seed extraction was performed by the means of drying under the sun (1, 2, 3, 4, 5 days) and using a seed dryer (1, 2, 3, 4, 5 hours). Parameters observed were the production of seed from pod, the germination and the moisture content of the seed. Meanwhile, the method of sorting the seed was carried out by two ways, namely by using a sieve/mesh size of 170 and 200 micrometers and a seed gravity table. The parameters measured were the seed size, weight of 1000 grain seeds and germination. The results showed that: (i) the best seed extraction method was the drying by using a seed dryer for 5 hours (seed production 12.51 g, water content 6.5%, germination 87%) or by a mean of drying under the sun for 3 days (seed production 14.77 g, water content 6.04%, germination 87%); (ii) the best method of sorting seed based on seed size was by using a sieve/mesh size of 200 micrometers (germination 86%) and the best method of sorting seed based on the weight of the seed was by using a seed gravity table with the classification I (DB 89%).

Keywords: *Acacia mangium*, extraction, seed, sorting

PENDAHULUAN

Mangium (*Acacia mangium* Wild.) termasuk dalam famili Leguminosae. Jenis ini tumbuh secara alami di Australia, Papua New Guinea, dan Indonesia. Mangium cepat tumbuh, tersebar secara alami di Indonesia bagian

timur (Irian Jaya, Kepulauan Aru, dan Seram Barat), dapat tumbuh pada semua tipe tanah, tumbuh baik pada areal bekas kebakaran, lahan kritis, serta lahan yang ditumbuhi alang-alang (Nurhasybi dan Kartiana 2000). Kayu mangium terutama dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp dan kertas, mebel, dan lantai. Pemanfaatan lainnya antara lain sebagai bahan kayu bakar, kayu konstruksi, kayu tiang,

pengendali erosi, dan naungan. Nilai lebih lainnya yaitu kemampuan untuk bersaing dengan alang-alang (Preece dan Brook 1996).

Dilihat dari potensi yang dimiliki, mangium merupakan jenis yang sangat potensial untuk dikembangkan. Untuk meningkatkan mutu fisik-fisiologis benihnya, diperlukan teknik penanganan benih secara tepat. Mutu fisik dan fisiologis merupakan cerminan dari rangkaian proses penanganan benih mulai dari proses produksi hingga pencampuran benih. Salah satu tahapan awal dalam kegiatan penanganan benih yaitu kegiatan ekstraksi dan sortasi benih.

Ekstraksi benih yaitu proses pengeluaran benih dari buah, polong, atau bahan pembungkus benih lainnya. Metode ekstraksi benih dari buah ditentukan oleh karakteristik dari buah. Proses ekstraksi benih dapat berupa kegiatan-kegiatan pelunakan dan pelepasan daging buah, pengeringan, pemisahan, penggoncangan, perontokan, pembuangan sayap, dan pembersihan. Tujuan dari ekstraksi benih adalah menghasilkan benih yang mempunyai viabilitas maksimum (Willan 1985). Metode ekstraksi benih akan sangat mempengaruhi mutu benih yang dihasilkan. Ekstraksi benih mangium dapat dikategorikan sebagai cara kering. Pada cara kering, benih dikeluarkan dengan mengeringkan buah dengan menggunakan alat pengering (*seed drier*) atau dengan cara dijemur di bawah sinar matahari.

Sementara itu, seleksi/sortasi benih dilakukan dengan memilih penampilan benih yang baik, tidak keriput, keras, dan sudah masak, baik secara fisik maupun fisiologis (Rohandi dan Widyaningrum 2007). Metode sortasi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan viabilitas benih (Zanzibar 2008). Salah satu cara untuk mendapatkan benih yang berkualitas baik yaitu dengan cara menyeleksi benih berdasarkan berat atau ukuran benih (Suita 2013). Sortasi benih dapat dilakukan dengan menggunakan ayakan/*mesh* dan *seed gravity table* (Suita 2010). Sortasi benih dilakukan dengan memisahkan antara benih yang baik dengan benih yang jelek serta dari kotoran lainnya. Tujuan sortasi adalah untuk meningkatkan dan menjaga kemurnian benih (Bramasto 2008). Sortasi benih dapat dilakukan berdasarkan pada sifat-sifat morfologi atau fisiologi benih, misalnya dimensi (kecil, sedang, dan besar) atau berat benih (Suita 2008; Yuniarti et al. 2013). Sortasi benih meliputi kegiatan pemilahan fraksi berdasarkan karakteristik fisik (kadar air, bentuk, ukuran, berat, jenis, tekstur, warna, benda asing/kotoran), karakteristik kimia (komposisi bahan, bau), serta kondisi biologis (jenis kerusakan oleh serangga, jumlah mikroba, dan daya tumbuh khusus untuk benih). Sortasi secara umum bertujuan untuk menentukan klasifikasi komoditas tertentu berdasarkan mutu sejenis yang terdapat dalam komoditas itu sendiri (Anugrahandy et al. 2013). Dilihat dari permasalahan yang ada pada benih mangium, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui metode ekstraksi dan sortasi terbaik untuk benih mangium (*Acacia mangium*), sehingga diharapkan dapat meningkatkan mutu fisik dan fisiologis benih.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan September 2012 di laboratorium pengujian benih dan rumah kaca Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan, Bogor. Benih mangium yang digunakan berasal dari Riau. Bahan dan alat lain yang digunakan meliputi tampah/nyiru, terpal plastik, *seed drier*, kantong plastik, karung, kayu, plastik klip, ayakan/*mesh* ukuran 200 dan 170 mikrometer, *seed gravity table*, bak kecambah, serta media tanah dan pasir.

Cara kerja

Metode ekstraksi benih

Ekstraksi benih dilakukan dengan cara pengeringan, yaitu dengan cara dijemur di bawah sinar matahari dan dengan menggunakan alat pengering (*seed drier*). Pengeringan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari dilakukan selama 1, 2, 3, 4, dan 5 hari, sedangkan pengeringan dengan menggunakan *seed drier* dilakukan selama 1, 2, 3, 4, dan 5 jam. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas 4 ulangan masing-masing 100 butir benih untuk uji perkecambah, dan 4 ulangan masing-masing 5 gram benih untuk uji kadar air. Adapun parameter yang diamati meliputi produksi benih dari polong, daya berkecambah, dan kadar air benih.

Metode sortasi benih

Sortasi benih dilakukan dengan dua cara, yaitu menggunakan ayakan/*mesh* berukuran 170 dan 200 mikrometer dan alat *seed gravity table*. Parameter yang diamati meliputi ukuran benih, berat 1000 butir benih, dan daya berkecambah.

Analisis data

Data hasil pengamatan yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam. Hasil uji nilai F yang memberikan pengaruh yang nyata dianalisis lebih lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode ekstraksi benih

Hasil analisis sidik ragam pengaruh perlakuan ekstraksi benih dengan pengeringan menggunakan *seed drier* dan penjemuran di bawah sinar matahari terhadap produksi benih, kadar air, dan daya berkecambah benih mangium disajikan pada Tabel 1.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan ekstraksi benih dengan pengeringan menggunakan *seed drier* dan penjemuran di bawah sinar matahari berpengaruh nyata terhadap produksi benih, kadar air, dan daya berkecambah benih mangium. Untuk mengetahui perlakuan yang menimbulkan perbedaan terhadap produksi benih, kadar air, dan daya berkecambah benih mangium, dilakukan uji beda rata-rata dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang disajikan pada Tabel 2.

Produksi benih terbanyak diperoleh pada perlakuan *seed drier* yaitu pengeringan selama 5 jam. Adapun pada perlakuan penjemuran di bawah sinar matahari, produksi benih terbanyak diperoleh pada hasil penjemuran selama 3 hari. Hal ini berarti bahwa perlakuan terbaik yang dapat mengoptimalkan produksi benih tertinggi pada *seed drier* yaitu pengeringan selama 5 jam, sedangkan perlakuan terbaik pada penjemuran di bawah sinar matahari adalah penjemuran selama 3 hari.

Salah satu aspek penting dalam pengolahan dan penanganan benih adalah kegiatan ekstraksi benih yaitu pengeluaran benih dari buahnya. Menurut cara pengerjaannya, ekstraksi benih mangium dapat dikategorikan sebagai cara kering. Pada cara kering, benih dikeluarkan dengan mengeringkan buah dengan menggunakan alat pengering (*seed drier*) atau dengan cara dijemur di bawah sinar matahari (Schopmeyer 1974).

Dilihat dari nilai kadar air benih, diketahui bahwa semakin lama dikeringkan dengan *seed drier* dan dijemur di bawah sinar matahari akan menyebabkan nilai kadar air benih cenderung semakin menurun. Untuk perlakuan pengeringan menggunakan *seed drier*, nilai kadar air benih terendah diperoleh pada pengeringan selama 5 jam. Adapun pada penjemuran di bawah sinar matahari selama 3 hari menghasilkan nilai kadar air benih paling rendah.

Benih mangium termasuk kategori benih ortodoks. Salah satu faktor yang mempengaruhi periode hidup benih adalah kadar air benih, karena kadar air benih merupakan faktor yang paling penting dalam penurunan mutu benih (Justice dan Bass 1979). Oleh karena itu, diperlukan kadar air benih tertentu untuk mempertahankan viabilitasnya, misalnya untuk benih mangium diperlukan kadar air awal yang rendah yaitu sebesar 4-8%. Hasil ini dapat diperoleh dari perlakuan pengeringan menggunakan *seed drier* selama 5 jam atau dengan penjemuran di bawah sinar matahari selama 3 hari.

Dilihat dari daya berkecambah, semakin lama dikeringkan atau dijemur maka daya berkecambah benih cenderung semakin meningkat. Untuk perlakuan *seed drier*, nilai daya berkecambah tertinggi diperoleh pada pengeringan menggunakan *seed drier* selama 5 jam, sedangkan pada perlakuan penjemuran di bawah sinar matahari, nilai daya berkecambah tertinggi dihasilkan pada penjemuran selama 3 hari. Nilai daya berkecambah sangat erat kaitannya dengan nilai kadar air yang dihasilkan. Semakin rendah kadar air benih, maka daya berkecambah semakin meningkat. Nilai daya berkecambah tertinggi diperoleh pada perlakuan *seed drier* selama 5 jam dan pada perlakuan penjemuran di bawah sinar matahari selama 3 hari yang menghasilkan nilai kadar air benih terendah.

Kadar air merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi kemampuan benih untuk mempertahankan viabilitasnya, dan dalam batas tertentu, semakin rendah kadar air benih semakin lama benih tersebut dapat mempertahankan viabilitasnya. Hal ini berlaku untuk benih-benih tipe ortodoks, termasuk benih jenis mangium (Agrawal 1980).

Rendahnya viabilitas benih (daya berkecambah) dapat disebabkan oleh kadar air yang masih tinggi, karena pada kadar air yang tinggi dapat terjadi serangan cendawan. Di

samping itu, kadar air yang tinggi dapat menyebabkan aktivitas fisiologis benih meningkat, sehingga dapat mempercepat penurunan mutu benih. Benih yang sudah terserang cendawan akan sulit untuk berkecambah (Sutopo 2010).

Dilihat dari nilai produksi benih, kadar air, dan daya berkecambah, diketahui bahwa metode ekstraksi benih dengan cara pengeringan menggunakan *seed drier* terbaik yaitu pada pengeringan selama 5 jam. Adapun metode ekstraksi benih dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari terbaik adalah penjemuran selama 3 hari.

Metode sortasi benih

Ukuran dan berat benih

Ukuran benih dapat ditunjukkan berdasarkan ukuran dimensi benih (panjang, lebar, tebal) dan berdasarkan berat benih (berat 1000 butir benih). Sortasi benih berdasarkan ukuran lubang ayakan menghasilkan tiga klasifikasi ukuran benih, yaitu ukuran besar (tertahan di ayakan 200 mikrometer), ukuran sedang (lolos dari ayakan 200 mikrometer dan tertahan di dalam ayakan 170 mikrometer), dan ukuran kecil (lolos dari ayakan 170 mikrometer). Kisaran rata-rata ukuran benih mangium berdasarkan perlakuan ayakan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1. Hasil analisis sidik ragam pengaruh perlakuan ekstraksi benih menggunakan *seed drier* dan penjemuran di bawah sinar matahari terhadap produksi benih, kadar air, dan daya berkecambah benih mangium.

Parameter	Pengeringan dengan <i>seed drier</i>		Penjemuran di bawah sinar matahari	
	F Hitung	F Tabel (5%)	F Hitung	F Tabel (5%)
Produksi benih dari polong	145,907 *	2,45	45,014 *	2,45
Kadar air benih	210,473 *	2,45	632,222 *	2,45
Daya berkecambah	87,48 *	2,45	68,71 *	2,45

Keterangan: *Berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 2. Rata-rata produksi benih dari polong, kadar air benih, dan daya berkecambah yang dihasilkan berdasarkan perlakuan pengeringan dengan *seed drier* dan penjemuran di bawah sinar matahari dengan uji BNT.

Perlakuan	Lama pengeringan	Produksi benih dari polong (gram)	Kadar air benih (%)	Daya berkecambah (%)
Pengeringan dengan <i>seed drier</i>	1 jam	4,21 ^d	7,97 ^a	64 ^d
	2 jam	6,06 ^c	7,73 ^{ab}	68 ^d
	3 jam	7,80 ^c	7,30 ^b	74 ^{bc}
	4 jam	10,14 ^b	6,67 ^{bc}	82 ^b
	5 jam	12,51 ^a	6,50 ^c	87 ^a
Penjemuran di bawah sinar matahari	1 hari	8,61 ^c	7,90 ^a	73 ^c
	2 hari	13,05 ^b	7,62 ^{ab}	78 ^b
	3 hari	14,77 ^a	6,04 ^b	87 ^a
	4 hari	14,80 ^a	6,01 ^b	88 ^a
	5 hari	14,93 ^a	6,00 ^b	89 ^a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

Sortasi benih berdasarkan berat, digunakan alat *seed gravity table* dan diperoleh 4 klasifikasi berat benih, yaitu I (berat), II (berat-sedang), III (sedang), dan IV (ringan). Kisaran rata-rata berat 1000 butir berdasarkan klasifikasi berat (*seed gravity table*) disajikan pada Tabel 4.

Daya berkecambah

Hasil analisis sidik ragam pengaruh ukuran dan berat benih terhadap daya berkecambah benih mangium disajikan pada Tabel 5. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa ukuran dan berat benih berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih mangium. Hal ini berarti terdapat perlakuan yang menunjukkan daya berkecambah benih yang berbeda satu sama lain. Untuk mengetahui lebih lanjut perlakuan yang menimbulkan perbedaan terhadap daya berkecambah benih mangium, dilakukan uji beda rata-rata dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yang disajikan pada Tabel 6.

Nilai daya berkecambah tertinggi diperoleh pada ukuran dan berat benih yang paling besar. Semakin besar ukuran dan berat benih akan menghasilkan nilai daya berkecambah yang cenderung semakin meningkat. Berat dan ukuran benih yang besar mempunyai vigor lebih baik dibandingkan benih yang kecil. Menurut Schmidt (2000), ukuran benih berkorelasi dengan viabilitas dan vigor benih, dimana benih yang berat cenderung mempunyai vigor yang lebih baik. Sorensen dan Campbell (1993) menyatakan bahwa ukuran benih dalam bentuk berat dan ukuran dimensi yang lebih besar lebih banyak dipilih karena umumnya berhubungan dengan daya berkecambah yang lebih baik (Schmidt 2000).

Adanya dugaan bahwa benih berukuran besar memberikan keuntungan fisiologis karena persediaan cadangan makanan yang lebih mencukupi untuk perkecambahan benih. Diharapkan dengan adanya klasifikasi ukuran benih akan memperbaiki kualitas fisiologis lot benih yang dapat menjamin perkecambahan dan pertumbuhan bibit lebih baik. Adanya variasi berat dan ukuran benih tersebut dipengaruhi oleh faktor keturunan (genetik) dari pohon induk atau sumber benih dan faktor lingkungan. Benih yang berasal dari pohon induk atau sumber benih yang berbeda dapat mempunyai keragaman berat dan ukuran benih serta mempunyai respons yang berbeda pula terhadap daya berkecambah dan vigor benih, sehingga antara lot-lot benih dalam satu jenis yang berbeda pohon induk atau provenannya dapat berkorelasi atau tidak berkorelasi dengan daya berkecambah dan vigor benih (Sudrajat dan Haryadi 2006). Selain itu, kondisi lingkungan tempat tumbuh (letak geografis, iklim, tanah, ketinggian) dimana pohon induk tersebut tumbuh juga berpengaruh (Schmidt 2000).

Dengan demikian, pada metode sortasi benih berdasarkan ukuran benih dapat digunakan ayakan/*mesh*, sedangkan pada metode sortasi benih berdasarkan berat benih dapat digunakan alat *seed gravity table*. Untuk meningkatkan mutu fisik dan fisiologis benih sebaiknya menggunakan benih yang memiliki ukuran benih besar dan paling berat.

Tabel 3. Kisaran rata-rata ukuran benih mangium berdasarkan perlakuan ayakan/*mesh*.

Klasifikasi ukuran benih	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Kecil	3,64-4,12	1,98-2,27	1,18-1,26
Sedang	4,12-4,27	2,27-2,47	1,26-1,52
Besar	> 4,27	> 2,47	> 1,52

Tabel 4. Kisaran rata-rata berat 1000 butir benih mangium berdasarkan *seed gravity table*.

Berat 1000 butir benih (g)			
I (Berat)	II (Berat-sedang)	III (Sedang)	IV (Ringan)
> 12,185	9,485-12,185	9,020-9,485	7,373-9,020

Tabel 5. Hasil analisis sidik ragam pengaruh ukuran dan berat benih terhadap daya berkecambah benih mangium.

Parameter	F Hitung	F Tabel (5%)
Ukuran benih	3,70*	2,87
Berat benih	189,54*	2,87

Keterangan: *Berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%

Tabel 6. Rata-rata daya berkecambah benih mangium berdasarkan perlakuan ukuran dan berat benih.

Perlakuan	Klasifikasi ukuran	Daya berkecambah (%)
Ukuran benih	Kecil	79 ^c
	Sedang	80 ^b
	Besar	86 ^a
Berat benih	I (Berat)	89 ^a
	II (Berat-sedang)	86 ^a
	III (Sedang)	83 ^b
	IV (Ringan)	80 ^c

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ateng Rahmat Hidayat yang telah membantu dalam pelaksanaan pengujian di laboratorium pengujian benih dan rumah kaca Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan, Bogor. Sumber dana penelitian berasal dari dana DIPA.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal RL. 1980. Seed technology. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi.
- Anugrahandy A, Argo BD, Susilo B. 2013. Perancangan alat sortasi otomatis buah apel manalagi (*Malus sylvestris* Mill) menggunakan Mikrokontroler AVR ATmega 16. Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem 1 (1): 1-9.

- Bramasto Y. 2008. Teknik penanganan benih tanaman hutan hasil panen. *Mitra Hutan Tanaman* 3 (3): 131-140.
- Justice OL, Bass LN. 1979. Principle and practice of seed storage. Eastle House Publ. Ltd., Great Britain.
- Preece D, Brook R. 1996. *Acacia mangium*: An important multipurpose tree for the tropic lowland. FACT Net, Morrilton AR, USA.
- Rohandi A, Widayani N. 2007. Pengaruh tingkat devigorasi dan kerapatan benih krasikarpa terhadap pertumbuhan semainya. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 4 (1): 13-26.
- Schmidt L. 2000. Pedoman penanganan benih tanaman hutan tropis dan subtropis. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial – Indonesia Forest Seed Project. PT. Gramedia, Jakarta.
- Schopmeyer CS. 1974. Seed of woody plant in the United States. Forest Service, USDA, Washington DC.
- Sorensen FC, Campbell RK. 1993. Seed weight-seedling size correlation in Coastal Douglas fir: Genetic and environmental components. *Canadian Journal of Forest Research* 23 (2): 275-285.
- Sudrajat DJ, Haryadi H. 2006. Berat dan ukuran sebagai tolak ukur dalam proses sortasi dan seleksi benih tanaman hutan. *Info Benih* 2 (1): 45-51.
- Suita E. 2008. Beberapa informasi berat dan ukuran benih tanaman hutan untuk penanaman. *Info Benih* 12 (2): 89-98.
- Suita E. 2010. Seleksi dan pendugaan umur simpan benih tanaman hutan penghasil kayu energi jenis weru (*Albizia procera*) dan pilang (*Acacia leucophloea*). Prosiding Workshop Sintesa Hasil Penelitian Hutan Tanaman. Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan, Bogor, 1 Desember 2010.
- Suita E. 2013. Pengaruh sortasi benih terhadap viabilitas dan pertumbuhan bibit akor (*Acacia auriculiformis*). *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan* 1 (2): 83-91.
- Sutopo L. 2010. Teknologi benih. Edisi Revisi. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Willan RL. 1985. A guide to forest seed handling. FAO, Forestry Paper 20/2, Rome.
- Yuniarti N, Megawati, Leksono B. 2013. Pengaruh metode ekstraksi dan ukuran benih terhadap mutu fisik-fisiologis benih *Acacia crassicaarpa*. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 10 (3): 129-137.
- Zanzibar M. 2008. Metode sortasi dengan perendaman dalam H₂O dan hubungan antara daya berkecambah dan nilai konduktivitas pada benih tusam (*Pinus merkusii* Jungh Et De Vriese). *Jurnal Standardisasi* 10 (2): 86-92.