

# POTENSI REGENERASI ALAMI SURIAN (*Toona sinensis*) MELALUI PENYIMPANAN BENIH DI TANAH

*Natural Regeneration Potency of Surian (Toona sinensis) Through Soil Seed Bank Storage*

**Nurhasybi dan Dede J. Sudrajat**

Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan  
Jalan Pakuan, Ciheuleut, P.O.Box 105 Bogor  
Email : d\_hasybi@yahoo.com

Naskah Masuk : 25 Februari 2014; Naskah direvisi : 05 Maret 2014;  
Naskah diterima : 12 Agustus 2014

## ABSTRACT

*Forest and land rehabilitation are basically conducted by planting that depends on seed procurement, plant propagation and seedling raised in the nursery. In natural condition, forest and land recovery through seed in the soil that can grow when its dormancy overcome. This research aimed at finding the storability of surian (*Toona sinensis*) seed in natural condition that can maintain seed viability before growing to be seedlings for natural forest recovery. Experiment design was randomly complete factorial design including : (a) site (a1. under the stand and a2. Open area), (b) container for seed storage (b1. aluminium foil, b2. plastic ware, b3. blacu cloth, b4. Wire mesh and (c) storage periods (c1. 0, c2. 2, c3. 4, c4. 6, c5. 8, c6. 10 weeks). The parameters were moisture content and germination percentage. The results indicated that surian seed can only survive within 4 weeks with germination percentage as much as 46 %. The seeds needed less porous of container. Seed moisture contents were fluctuated from 8 % - 10 % of initial moisture content until 38 % - 40 %.*

**Keywords : dormancy, forest and land rehabilitation, soil seed bank, storability, surian**

## ABSTRAK

Rehabilitasi hutan dan lahan secara umum dilakukan dengan pola penanaman yang bergantung pada ketersediaan benih, perbanyakan tanaman dan penyiapan bibit di persemaian. Kondisi di alam memperlihatkan hutan dan lahan memperbaiki dirinya melalui benih yang tersimpan didalamnya, yang akan tumbuh apabila dormansinya terpatahkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi alami yang mampu mempertahankan viabilitas benih jenis pionir sesuai dengan karakteristik benih. Sasaran yang hendak dicapai adalah diketahuinya informasi daya simpan benih jenis surian (*Toona sinensis*) di alam (bawah tegakan hutan dan tempat terbuka) pada kondisi mikro. Rancangan percobaan untuk pelaksanaan penelitian berupa rancangan acak lengkap pola faktorial meliputi faktor : (a) tapak (a1. di bawah tegakan dan a2. di tempat terbuka), (b) wadah simpan/ kemasan benih (b1. aluminium foil, b2. toples, b3. kain blacu, b4. kawat kasa) dan (c) Periode simpan (c1. 0, c2. 2, c3. 4, c4. 6, c5. 8, c6. 10 minggu). Parameter yang diamati adalah kadar air dan daya berkecambah. Hasil penelitian menunjukkan benih surian hanya dapat bertahan selama 4 minggu (daya berkecambah 46 %) dalam penyimpanan di tanah. Penyimpanan setelah melalui periode 2 minggu umumnya viabilitas benih mengalami penurunan sangat besar hingga mencapai 20 %. Benih surian memerlukan wadah simpan yang semi permeable. Fluktuasi kadar air benih surian bergerak dari kadar air awal 8 – 10 % hingga 38 – 40 %.

**Kata Kunci : daya simpan, dormansi, rehabilitasi hutan dan lahan, soil seed bank, surian**

## **I. PENDAHULUAN**

Regenerasi hutan secara alami sangat tergantung pada ketersediaan benih di alam, yang berasal dari pohon-pohon di sekitarnya ketika terjadi penyebaran benih (*seed dispersal*) dari buah yang jatuh. Konsep mengenai regenerasi hutan secara alami memiliki dua pandangan. Pertama melakukan intervensi penambahan bibit yang tumbuh yang disebut dengan penanaman pengkayaan (*enrichment planting*) yang telah banyak dilakukan di beberapa areal Hak Pengusahaan Hutan (HPH) di Indonesia. Kedua melakukan stimulasi terhadap bibit yang sudah tumbuh. Beberapa keberhasilan mengenai suksesi regenerasi alami terjadi pada kegiatan yang kedua ini (Wadsworth, 1997).

Pengalaman yang telah dilaporkan di beberapa Negara di Afrika dan Amerika Selatan menurut Wadsworth (1997) menunjukkan adanya kesulitan yang dihadapi dalam regenerasi alami tanaman hutan terutama untuk jenis-jenis komersial. Penyebabnya adalah : (a) penebangan telah menghilangkan sebagian besar pohon penghasil benih sehingga ketersediaan benih di alam (*soil seed bank*) sangat rendah untuk regenerasi, (b) musim berbuah tidak teratur dan dalam waktu yang lama, (c) celah yang terbuka di hutan (*gap*) hanya cocok untuk jenis-jenis yang memerlukan cahaya untuk pertumbuhan bibitnya. Regenerasi hutan sangat tergantung pada cadangan bibit yang tersebar di alam yang berasal dari cadangan benih yang terdapat di dalam tanah.

Di daerah padang rumput yang tidak dipelihara di Meksiko, peranan jenis non lokal pada hutan sekitar lebih besar dalam menginvasi lahan daripada regenerasi

alami dari jenis-jenis lokal (Toledo and Ramos, 2011), sehingga diperlukan penanaman bibit jenis-jenis lokal untuk mempercepat regenerasi (Wang *et al.*, 2009).

Kemampuan benih untuk bertahan secara alami banyak dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya predator yang tinggal di dalam tanah, mikroorganisme, suhu tanah, dan kelembaban yang tinggi disekitar benih. Umumnya, benih-benih yang memiliki kulit benih yang keras dapat bertahan pada kondisi penyimpanan di lapangan dan membentuk cadangan benih yang besar di dalam tanah. Sebagai contoh di Australia, benih *Acacia suaveolens* diperkirakan dapat bertahan hingga 11 tahun di dalam tanah, dimana dari satu tahun produksi benih, sebanyak 4 % benih masih mampu bertahan hingga 50 tahun. Kondisi serupa ditemukan pada *Acacia saligna* di Afrika Selatan, dimana ditemukan dibawah pohon induknya dengan cadangan benih sebesar 50.000 butir yang setara dengan 5 tahun produksi benih/ masa panen (Schmidt, 2000). Kemampuan viabilitas benih bertahan di alam sangat berhubungan dengan dormansinya seperti dormansi kulit benih dan dormansi yang dipengaruhi oleh perubahan suhu serta cahaya (Lauridsen, 2000).

Pada tanaman tertentu ditemukan adanya perbedaan variasi genetik dari benih yang terdapat di tanah pada kedalaman yang berbeda. Hal ini memungkinkan untuk menilai perubahan sejarah dalam suatu tingkatan tertentu dan distribusi variasi genetik dengan melakukan pengambilan contoh dari benih yang terdapat di dalam tanah, dan telah dilakukan beberapa upaya untuk mengetahui variasi sementara dalam struktur genetik populasi dari pengambilan sampel bertahap dari populasi yang dorman (Morris *et al.*, 2000).

*Anthocephalus cadamba*, *Duabanga moluccana* dan *Octomeles sumatrana* merupakan jenis-jenis yang potensial di Kalimantan karena cadangan benihnya di tanah untuk pemulihan hutan alam yang mengalami kerusakan. Jenis-jenis ini tumbuh

pada areal terbuka di hutan hujan tropis di Kalimantan dan Sumatera. Jenis-jenis ini merupakan jenis pionir yang potensial untuk kayu konstruksi dan kertas (Laurila, 1995). Keberadaan jenis-jenis lokal untuk regenerasi alami sangat penting (Reubens *et al.*, 2007). Jenis-jenis lain yang dapat dikembangkan tergantung kondisi tempat tumbuh dimana populasi awal akan dibentuk dan diharapkan dengan kondisi lingkungan dan karakter morfologi tertentu diharapkan benih tersebar ke daerah yang lebih luas. Surian (*Toona sinensis*) dengan karakter morfologi benih yang bersayap dan ringan memungkinkan menyebar dari populasi awal ke daerah yang lebih luas dengan bantuan angin.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui daya simpan benih optimal di alam yang dapat mempertahankan viabilitas benih dan lamanya benih surian (*Toona sinensis*) mampu bertahan sebelum tumbuh atau mengalami kematian. Metoda ini merupakan suatu teknik yang meniru kondisi di alam dalam memulihkan diri dari kerusakan dan informasi ini dapat dipergunakan untuk kegiatan penaburan benih secara langsung (*direct seeding*).

## **II. BAHAN DAN METODE**

Lokasi pengumpulan benih surian dilaksanakan di Sumedang, Jawa Barat. Pengujian mutu benih dilaksanakan di laboratorium Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan di Bogor. Penelitian lapangan dilaksanakan di kebun percobaan Nagrak, kecamatan Sukaraja, kabupaten Bogor, jarak  $\pm$  10 km dari Bogor. Curah hujan rata-rata selama 5 tahun (2000 – 2004) (Sudrajat, 2005) mencapai 3985 mm/tahun. Gambaran iklim mikro di tempat terbuka : suhu rata-rata 30,3 ° C, kelembaban rata-rata 80,3 % dan cahaya 13500 lux, sedangkan di bawah tegakan : suhu rata-rata 20,6 ° C, kelembaban rata-rata 80,8 % dan cahaya 9500 lux.

Bahan penelitian ini adalah benih surian. Untuk pengujian daya berkecambah digunakan media kertas merang, aluminium foil, toples, kain blacu, plastik dan lain-lain. Alat yang digunakan meliputi germinator, oven, termohigrometer, luxmeter dan lain-lain.

Penyimpanan benih di dalam tanah dilakukan di bawah tegakan campuran jenis pohon mahoni (*Swietenia macrophylla*) dan gmelina (*Gmelina arborea*) dengan jarak antar pohon bervariasi 3 – 5 meter, dan di tempat terbuka. Wadah simpan menggunakan alas aluminium foil, toples, kain blacu dan kawat kasa. Pengujian perkecambahan menggunakan 4 ulangan masing-masing 100 butir dan penentuan kadar air benih 3 ulangan masing-masing 15 butir. Pengujian perkecambahan menggunakan media kertas merang dengan metoda uji di atas kertas (UDK) dalam germinator dan di rumah kaca. Wadah berisi benih disimpan dalam tanah berbentuk lobang segi empat yang ditutup kawat kasa (lihat gambar 1).



Gambar (Figure) 1. Pembuatan lobang persegi empat (30 cm x 30 cm x 30 cm) dan penempatan benih dalam lobang kemudian ditutup kawat kasa (*The hole was formed in rectangular (30 cm x 30 cm x 30 cm) and the seed placed in it covered by wire*).

Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial meliputi faktor : (a) tapak (a1. di bawah tegakan dan a2. di tempat terbuka), (b) wadah simpan/ kemasan benih (b1. aluminium foil, b2. toples, b3. kain blacu, b4. kawat kasa) dan (c) Periode simpan (c1. 0, c2. 2, c3. 4, c4. 6, c5. 8, c6. 10 minggu). Parameter yang diamati adalah kadar air dan daya berkecambah. Apabila ada

perlakuan yang menimbulkan perbedaan nyata, maka akan dilakukan uji beda nyata Duncan.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rata-rata kadar air dan daya berkecambah awal benih surian yang digunakan dicantumkan pada tabel 1.

Tabel (Table) 1. Rata-rata kadar air dan daya berkecambah awal benih surian (*The average of moisture content and the initial germination percentage of surian seed*)

Jenis ( <i>species</i> )	Kadar air ( <i>moisture content</i> ) (%)	Daya berkecambah ( <i>germination percentage</i> ) (%)
Suren ( <i>T. sureni</i> )	10,04	76

Analisis sidik ragam terhadap kadar air dan daya berkecambah benih surian dalam penyimpanan sistem soil seed bank ini dicantumkan pada Tabel 2.

Tabel (Table) 2. Analisis sidik ragam berbagai perlakuan penyimpanan benih di tanah untuk parameter kadar air benih dan daya berkecambah benih surian (*Analysis of variance in soil seed bank to the variables of moisture content and germination percentage*)

No.	Parameter ( <i>variables</i> )	Perlakuan ( <i>treatments</i> )	F-hitung ( <i>F-value</i> )
1.	Kadar air benih ( <i>seed moisture content</i> )	Kondisi tapak (A)	341,09 **
		Wadah simpan (B)	2093,79 **
		Interaksi A*B	58,73 **
		Periode simpan (C)	2751,42 **
		Interaksi A*C	432,75 **
		Interaksi B*C	1310,47 **
		Interaksi A*B*C	266,89 **
2.	Daya berkecambah ( <i>germination percentage</i> )	Kondisi tapak (A)	6,51*
		Wadah simpan (B)	21,12 **
		Interaksi A*B	1,65 ns
		Periode simpan (C)	783,01**
		Interaksi A*C	6,52 **
		Interaksi B*C	12,78 **
		Interaksi A*B*C	1,76 *

Keterangan : ns = tidak berpengaruh nyata (*not sigficant at 95 % level*)  
 \*\* = berpengaruh sangat nyata (99%) (*significant at 99 % level*)  
 \* = berpengaruh nyata (95%) (99%) (*significant at 95 % level*)

### A. Kadar air benih surian (*T. sinensis*)

Analisa sidik ragam menunjukkan interaksi antara faktor kondisi tapak, wadah simpan dan periode simpan, berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air benih surian. Uji beda jarak Duncan dilakukan untuk mengetahui faktor yang menyebabkan perbedaan.

Tabel (Table) 3. Uji Duncan pengaruh interaksi kondisi tapak (A), wadah simpan (B) dan periode simpan (C) terhadap kadar air benih (%) surian (*Duncan's test the effect of interaction between site condition (A), container (B) and storage period to the seed moisture content of surian*)

Interaksi	Kadar air benih surian ( <i>moisture content of surian seed</i> ) (%)
A1B2C4	38,80 A
A2B4C2	38,44 A
A1B1C5	38,37 A
A2B2C5	34,50 B
A1B4C2	33,75 B
A1B2C5	28,23 C
A1B2C6	28,23 C
A1B3C3	28,05 C
A2B3C2	27,82 C
A2B1C2	24,95 D
A2B2C2	24,05 D
A1B3C2	21,03 E
A2B2C4	17,04 F
A2B1C5	16,78 FG
A1B3C4	16,57 FG

Keterangan (*Reamrks*) : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata secara statistik pada tingkat kepercayaan 99 % (*Figure followed by the same letters are not significantly different at 99% confident level*)

Kadar air benih surian tertinggi (38 %) berbeda dengan kombinasi interaksi faktor lain pada penyimpanan dibawah tegakan dengan wadah toples selama 6 minggu, dan di tempat terbuka dengan kawat kasa selama 2 minggu, serta dibawah tegakan dengan alas aluminium foil selama 8 minggu.

## B. Daya berkecambah benih surian (*T. sinensis*)

Analisa sidik ragam terhadap daya berkecambah benih surian menunjukkan interaksi antara faktor kondisi tapak, wadah simpan dan periode simpan, berpengaruh nyata dan sangat nyata terhadap daya berkecambah benihnya. Untuk melihat faktor yang menyebabkan perbedaan dilakukan uji beda jarak Duncan (Tabel 4).

Tabel (Table) 4. Uji Duncan pengaruh interaksi kondisi tapak (A), wadah simpan (B) dan periode simpan (C) terhadap daya berkecambah (%) surian (*Duncan's test the effect of interaction between site condition (A), container (B) and storage period to the germination percentage of surian*)

Interaksi faktor ( <i>interaction of factors</i> )	Daya berkecambah benih surian ( <i>Germination percentage of surian seed</i> ) (%)
A1B1C1	78,00 A
A2B4C1	78,00 A
A2B3C1	78,00 A
A2B2C1	78,00 A
A2B1C1	78,00 A
A1B4C1	78,00 A
A1B3C1	78,00 A
A1B2C1	78,00 A
A2B2C2	73,33 A
A1B2C2	58,00 B
A2B1C2	56,00 BC
A2B3C2	53,33 BCD
A1B3C2	48,67 BCD
A1B1C2	48,00 CD
A1B1C3	46,67 CD

Keterangan (*Remarks*) : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata secara statistik (tingkat kepercayaan 99 %) (*Figure followed by the same letters are not significantly different at 95% confident level*)

Daya berkecambah benih surian setelah 2 minggu disimpan memiliki daya berkecambah berkisar antara 50 – 70 % tetapi pada minggu ke 4 terus mengalami penurunan di bawah 50 %. Daya berkecambah tertinggi (73 %) benih surian dicapai setelah disimpan selama 2 minggu di tempat terbuka dengan menggunakan wadah toples. Benih surian setelah disimpan selama 2 minggu cenderung mengalami



penurunan daya berkecambah tetapi kadar air cenderung meningkat. Hal ini disebabkan kulit benih tipis dan dengan bertambahnya waktu semakin lunak dan permeabilitasnya menjadi tinggi untuk menyerap uap air sehingga kandungan air dalam benih menjadi meningkat. Sebaliknya benih mengalami kerusakan dengan semakin lamanya disimpan, sehingga daya berkecambahnya menurun.

Wadah simpan berupa toples cukup menimbulkan kelembaban yang sangat tinggi di dalam wadah dan benih terekspose kandungan uap air tinggi yang akan mudah menaikkan kadar air demikian juga dengan kain blacu dan kawat kasa. Ketatnya wadah simpan toples juga akan mampu menjaga kondisi benih di dalam stabil sehingga daya berkecambah tidak terlalu berfluktuasi. Wadah simpan lain seperti aluminium foil hanya terpengaruh sedikit ketika air tanah sangat jenuh sesaat kemudian uap air cenderung jauh menurun, demikian juga kain blacu dan kawat kasa. Kerusakan fisik yang mungkin terjadi karena serangan serangga dan kejenuhan air tanah lebih mudah terjadi pada penyimpanan dalam kawat kasa. Penyimpanan di tempat terbuka cenderung cepat sekali terjadi penurunan kadar air karena proses pengeringan oleh sinar matahari secara langsung, sedangkan di bawah tegakan hanya sebagian cahaya matahari yang masuk ke bagian bawah tegakan.

Data yang diperoleh menunjukkan secara keseluruhan benih surian hanya mampu bertahan selama 4 minggu dalam penyimpanan dalam tanah (*soil seed bank*) dan hanya ditemukan 1 kecambah atau daya berkecambah 1 % pada setelah benih disimpan selama 6 minggu.

Benih surian tidak mampu bertahan lebih dari 4 minggu, walaupun masih ditemukan kecambah hingga minggu ke 6 tetapi sangat sedikit. Pertumbuhan secara alami surian di alam mungkin terjadi ketika jumlah benih sangat banyak jatuh ke atas tanah pada bulan April – Mei dan tertutup serasah, sebagian besar melewati

perjalanan panjang dalam proses kelembaban malam dan kekeringan di siang hari sampai musim hujan tiba. Benih surian dengan kadar air awal 8 – 10 % merupakan benih yang tergolong mendekati sifat orthodox dan benih kategori ini seharusnya dapat bertahan dalam penyimpanan selama 5 – 6 bulan (Bonner, 2008). Kondisi ini memperlihatkan keberlangsungan kehidupan populasi surian di alam setelah benihnya terlepas dari buah (*seed dispersal*). Data perkecambahan menunjukkan benih suren yang tumbuh sangat sedikit sekali dibanding benih yang terlepas dari buahnya dan menyebar di atas tanah mengingat jumlah benih surian rata-rata per buah bervariasi 9 – 21 butir (Pramono, 2014). Sehingga benih yang tumbuh dari regenerasi alami sudah merupakan benih yang melewati proses cekaman dan adaptasi lingkungan yang panjang. Benih suren mendekati kondisi seperti benih *Duabanga moluccana*, *Anthocephalus cadamba* dan *Octomeles sumatrana* yang memerlukan fluktuasi cahaya untuk tumbuh dan berkembang di alam (Lauridsen, 2000).

Morfologi benih surian yang kecil, bersayap dan berkulit tipis dalam penelitian penyimpanan ini terlihat dengan fleksibilitas kulit benihnya yang memungkinkan terjadinya pertukaran uap air. Hal ini sangat mempengaruhi kandungan air dalam benih yang terlihat dari meningkatnya kadar air dari nilai kadar air awal 8 – 10 % menjadi 38 – 40 % pada wadah toples di bawah tegakan setelah benih disimpan selama 6 – 8 minggu. Kadar air tertinggi ini menyebabkan kerusakan yang terjadi pada benih surian juga cukup besar seperti kematian karena proses pembusukan dan serangan jamur. Daya berkecambah cukup tinggi hanya terlihat pada periode awal untuk wadah toples setelah itu mengalami kemuduran dan kematian. Kecenderungan yang sama juga terjadi ketika keluar masuknya air cukup besar peluangnya pada wadah kain blacu dan kawat kasa.

Bentuk-bentuk pemecahan dormansi di alam sangat beragam dan ini juga terlihat pada benih *Macaranga* sp. yang ternyata bukan hanya disebabkan oleh penghalang (*barrier*) kulit benih saja tetapi diduga kondisi fisiologi benih untuk tumbuh memerlukan kondisi khusus. Beberapa benih memerlukan proses pematangan embryo dahulu sebelum tumbuh dengan baik seperti *Gmelina arborea*, *Tectona grandis* dan *Styrax benzoin* (Nurhasybi *et al.*, 2007). Menurut Priestley (1986), Benih yang tetap dapat mempertahankan kemampuan simpannya di tanah untuk waktu yang lama dalam suatu kondisi yang memungkinkan terjadinya penyerapan uap air (imbibisi) disebabkan oleh dormansi yang masih dimiliki oleh benih tersebut, secara prinsip disebabkan baik oleh faktor eksternal (*exogenous*) ataupun internal (*endogenous*). Dormansi endogenous umumnya ditemukan pada benih yang baru mengalami kemasakan. Benih yang berkulit keras seperti *Acacia* sp. dari species yang berbeda, ternyata memiliki elastisitas dan kekuatan yang berbeda. Secara umum benih berkulit tebal lebih bertahan dalam penyimpanan di lapangan dan membentuk cadangan benih yang besar di tanah seperti yang terjadi pada *Acacia suaveolens* di Australia (Schmidt, 2000).

Faktor yang menyebabkan penurunan viabilitas kadang-kadang tidak berhubungan dengan menurunnya kadar air benih. Benih surian diduga memiliki kecenderungan dimana tidak ada keterkaitan antara penurunan kadar air dengan kemunduran viabilitas benih seperti pada benih meranti merah (*Shorea leprosula*) (Nurhasybi *et al.*, 2007) dan benih jenis-jenis dipterocarpaceae lainnya selain terkait dengan kadar air juga disebabkan oleh kerusakan sel (Bailly *et al.*, 2008). Pada batas berapa minimal dan maksimal kadar air benih di alam yang menyebabkan benih mampu bertahan dan tumbuh di musim hujan masih belum ditemukan jawabannya.

Kemampuan pertumbuhan benih di alam sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Beberapa faktor yang mempengaruhi viabilitas benih di dalam tanah diantaranya, cahaya, suhu dan air (Bewley and Black, 1994). Fluktuasi yang besar yang terjadi pada penyimpanan benih surian di tanah juga diakibatkan oleh kombinasi interaksi cahaya, suhu dan air. Tetapi kerusakan dan kematian benih juga dapat diakibatkan oleh predator seperti semut, rayap dan binatang lainnya.

#### **IV. KESIMPULAN**

Potensi regenerasi alami surian sangat rendah dilihat dari kemampuan benihnya disimpan di tanah. Benih surian dapat bertahan selama 4 minggu (daya berkecambah 46 %) dalam penyimpanan di tanah pada kondisi penyimpanan di bawah tegakan dengan kadar air benih awal 8 – 10 % hingga menjadi 38 – 40 % setelah penyimpanan.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terima kasih dan penghargaan yang tulus disampaikan kepada Enok Rohani Kartiana, Dwi Haryadi dan Abay yang telah membantu kegiatan penelitian ini, dan kepada ibu dan bapak dewan redaksi yang telah memberikan saran perbaikan tulisan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Bailly, C., Bouteau, H.E.M., and F. Corbineau. 2008. From intracellular signaling networks to cell death : the dual role of reactive oxygen species in physiology. ScienceDirect C.R. Biologies 331 (2008) page 806 – 814. Elsevier.
- Bonner, F.T. 2008. Storage of seeds. In F.T. Bonner, Karrfalt, R.K. and R.G. Nisley (editors). 2008. The woody plant seed manual. United States Department of Agriculture. Handbook 727.
- Bewley, J.D. and Black, M. 1994. Seeds : Physiology of development and germination. Second edition. Plenum Press. New York.

- Lauridsen, E.B. 2000. Longevity of seed. Training course in seed biology. IFSP. Bogor.
- Laurila, R. 1995. Wood quality and Utilization Potential of Twelve Pioneer Tree Species in Logged-over Rain Forest. IUFRO XX World Congress 8.8.1995.
- Morris, A., Baucom, R., and Cruzan, M.B. 2000. Stratified analysis of the soil seed bank in the Cedar glade endemic, *Austragalus bibullatus* : Evidence for historical changes in genetic structure. Department of ecology and evolutionary biology, University of Tennessee, Knoxville.
- Nurhasybi, Sudrajat, D.J dan Widyani, N. 2007. Pengaruh pengeringan dan kondisi penyimpanan terhadap daya berkecambah benih meranti merah (*Shorea leprosula*). Jurnal Penelitian Hutan Tanaman, Vol. 4 Suplemen No. 1, Desember 2007. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Bogor.
- Nurhasybi, Sudrajat, D.J., Pramono, A.A. dan B. Budiman.. 2007. Review status IPTEK perbenihan tanaman hutan. Publikasi khusus Vol. 6 No. 6 Des 2007. Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Bogor. Bogor.
- Pramono, A.A. 2008. Aspek ekologi dan silvikultur dalam penhgelolaan sumber benih dengan pola agroforestri : Kasus pada surian (*Toona sinensis*) di Kabupaten Sumedang. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 2104 (tidak diterbitkan).
- Priestley, D.A. 1986. Seed Aging : Implications for seed storage and persistence in the soil. Comstock Publishing Associates. Ithaca and London.
- Reubens, B., Heyn, M., Gebrehiwot, K., Hermy, M., and B. Muys. 2007. Persistent soil seed banks for natural rehabilitation of dry forests in Northern Ethiopia. *Tropicultura*, 2007 (25,4) page : 204 – 214.
- Schmidt, L. 2000. Pedoman penanganan benih tanaman hutan tropis dan sub tropis. (terjemahan). Ditjen RLPS. Jakarta.
- Sudrajat, D.J. 2005. Identifikasi perubahan penggunaan lahan dan pengaruhnya terhadap limpasan air permukaan (studi kasus kota Bogor). Thesis program Magister pada Program studi perencanaan wilayah dan kota Institut Teknologi Bandung (ITB). Bandung. (tidak diterbitkan).
- Toledo, L.L. and M.M. Ramos. 2011. The soil seed bank in abandoned tropical pastures : source of regeneration or invasion.?. *Revista Mexicana de Biodiversidad* (82), page : 663 – 678.
- Wadsworth, F.H. 1997. Forest Production for tropical america. Agriculture Handbook No. 710. USDA. USA.

Wang, J., Ren, H., yang, L., Li, D., and Q. Guo. 2009. Soil seed banks in four 22-year-old plantations in South China : implications for restoration. *Forest ecology and management*. Elsevier.