

**PENGARUH KONDISI KEMASAKAN BENIH DAN JENIS MEDIA TERHADAP  
PERTUMBUHAN SEMAI TANAMAN PENGHASIL GAHARU JENIS KARAS  
(*Aquilaria malaccensis* Lamk.)**

**(*The Effects of Seed Maturity Condition and Media Type on Growth of Agarwood  
Seedlings of Karas Trees (Aquilaria malaccensis Lamk.)*\*)**

Oleh/By:

Yana Sumarna

Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam

Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165; Telp. 0251-8633234, 7520067; Fax 0251-8638111 Bogor

\*) Diterima : 27 Desember 2007; Disetujui : 8 Juli 2008

**ABSTRACT**

*Agarwood is categorized as a non-timber forest product which has complex use values, not only for perfume and cosmetics, but also for medicinal industrial materials. The products were initially taken from the dead trees, but people nowadays tend to cut down the trees to obtain agarwood which could lead to the depletion of the resource. Since 2004 the species of *Aquilaria* sp. and *Gyrinops* sp. have been listed as endangered species in the Appendix II by the Commission of CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna). A number of reservation efforts to maintain sustainable production of the agarwood could be done through cultivation. Based on the biological nature of the plants, the agarwood seedlings can be cultivated either from the seeds which fall from the tree or from the seeds taken from the mature fruit. Technically, growth of the seeds in yielding good quality and optimal number of seedlings will be influenced by germination media type used. Through examination on seeds fall from the trees (A) and seeds taken from mature fruits (B) germinated by three media types, i.e. (a) soil, (b) soil + organic compost (1:1) and (c) soil + zeolith sand (1:1), it can be suggested that growth percentage of seeds fall from the tree (A) was about 82.88% while that of seeds taken from mature fruit was only 70.33% after three months. The good germination media was indicated by the media treatment of soil combined with organic compost (b).*

*Keywords: Agarwood, seed, media, seedling, cultivation*

**ABSTRAK**

Gaharu tergolong Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) yang memiliki nilai guna yang kompleks, selain sebagai bahan parfum dan kosmetika, juga sebagai bahan baku industri obat-obatan. Produk gaharu semula dihasilkan dari pohon penghasil yang telah mati, akan tetapi kini masyarakat mencari gaharu dengan cara menebang pohon hidup yang bisa mengancam kelestarian sumberdaya pohon penghasil. Sejak tahun 2004 jenis *Aquilaria* spp. dan *Gyrinops* sp telah ditetapkan sebagai tumbuhan langka dalam Appendix II oleh Komisi II CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*). Upaya konservasi sumberdaya pohon penghasil gaharu untuk menjaga kelestarian produksi dapat dilakukan melalui upaya pembudidayaan. Sesuai sifat biologis tumbuhan, bahan tanaman penghasil gaharu dapat dibudidayakan dengan benih yang jatuh di bawah pohon induk atau dengan cara pengumpulan benih dari hasil pemanenan buah yang telah matang secara fisiologis. Secara teknis pertumbuhan benih untuk menghasilkan anakan tingkat semai yang berkualitas dan dalam jumlah yang optimal akan dipengaruhi oleh jenis media perkecambahan yang digunakan. Melalui pengujian terhadap benih jatuh (A) dan benih dari buah hasil panen (B) yang dikecambahkan dengan tiga perlakuan jenis media: (a) tanah, (b) tanah + kompos organik (1 : 1), dan (c) tanah + pasir zeolit, diperoleh persen tumbuh benih jatuh (A) sekitar 82,88% dan benih dari buah matang sekitar 70,33% setelah tiga bulan tanam, dengan media perkecambahan yang baik ditunjukkan oleh perlakuan campuran tanah dengan kompos organik (b)

Kata kunci: Gaharu, benih, media, semai, budidaya

## I. PENDAHULUAN

Indonesia dengan posisi geografis dan dukungan iklim tropis serta masa penyinaran matahari yang panjang, secara biologis menghasilkan peluang tumbuh dan berkembangnya potensi jenis sumberdaya tumbuhan, sehingga Indonesia memiliki posisi sebagai negara dengan potensi biodiversitas kedua setelah Brazilia (Manan, 1998). Salah satu potensi sumberdaya tumbuhan Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) yang potensial adalah pohon penghasil gaharu. Potensi sumberdaya tumbuhan penghasil gaharu Indonesia berasal dari tiga famili, yakni Thymeleaceae, Leguminoceae, dan Euphorbiaceae dengan delapan genus, yakni *Aquilaria* spp., *Aetoxylon* sp., *Enkleia* sp., *Excoccaria* sp., *Gonystylus* sp., *Gyrinops* spp., *Lagerstomia* sp., dan *Wiekstromia* sp. dengan daerah sebaran pertumbuhan di berbagai wilayah, antara lain Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara, dan Irian Jaya (Sidiyasa dan Suharti, 1998; Sumarna, 2002; Gun *et al.*, 2004).

Biro Pusat Statistik (2004) dalam Asgarin (2006) melaporkan bahwa perdagangan gaharu Indonesia sebagian besar masih dalam bentuk bahan mentah (*raw material*) yang hingga tahun 1998 mampu memasok lebih dari 600 ton per tahun, tetapi sejak tahun 2004 produksi gaharu Indonesia terus menurun. Dengan kuota hanya mencapai 150 ton, hanya mampu terpenuhi sekitar 10% dan pada tahun 2005 dengan kuota sekitar 50 ton, tidak tercatat adanya data ekspor gaharu dari Indonesia.

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi industri serta adanya perubahan paradigma dunia pengobatan untuk kembali memanfaatkan tumbuhan alami (*back to nature*), produk gaharu saat ini dibutuhkan selain sebagai bahan industri wewangian (parfum) dan kosmetika juga dibutuhkan sebagai bahan obat herbal untuk pengobatan stress, radang ginjal, lambung, liver, tumor, kanker, dan lain lain (Sumarna, 2002). Sumarna (2006) mel-

porkan bahwa produksi gaharu yang semula dipungut dengan memanfaatkan pohon yang mati alami, akibat dorongan permintaan pasar dengan nilai jual yang tinggi, kini masyarakat mencari gaharu dengan cara menebang pohon hidup dan mencacah batang untuk mencari bagian kayu bergaharu. Akibat semakin menurunnya populasi pohon penghasil gaharu di berbagai wilayah, sehingga mengancam kelestarian sumberdaya gaharu, komisi *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES) sejak tahun 2004 telah menetapkan dua genus famili Thymeleaceae, yakni *Aquilaria* spp. dan *Gyrinops* sp. masuk ke dalam kelompok tumbuhan dalam *Appendix II* CITES (Gun *et al.*, 2004).

Dalam upaya mempertahankan posisi Indonesia sebagai produsen gaharu serta upaya melestarikan sumberdaya pohon penghasil gaharu, upaya budidaya terhadap jenis-jenis pohon penghasil yang bernilai komersial tinggi perlu dikembangkan, baik di wilayah *in-situ* maupun pada berbagai lahan kawasan *ex-situ* yang memiliki kesesuaian tumbuh optimal (Sumarna dan Santoso, 2006). Untuk tujuan pembudidayaan bahan tanaman pohon penghasil gaharu, dapat dikembangkan dengan memanfaatkan potensi benih dari pohon induk alami yang masih cukup tersedia di hutan alam produksi dengan kendala fenologis, berupa sifat benih yang rekalsitran dan memiliki masa dormansi rendah serta embrio benih rentan terhadap kekeringan. Benih tumbuhan tropis yang jatuh secara alami memiliki nilai kematangan prima, sehingga dengan dukungan kondisi lingkungan tumbuh (cahaya, suhu, kelembaban) akan dihasilkan nilai pertumbuhan anakan tingkat semai dengan kuantitas dan kualitas yang optimal (Fitter dan Hay, 1992).

Penelitian bertujuan untuk mendapatkan teknik silvikultur pengembangan bahan tanaman dengan memanfaatkan bahan generatif benih yang berbeda kematangan (jatuh alami dan buah matang)

dari tumbuhan penghasil gaharu jenis karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk) serta pengujian jenis media pertumbuhan benih yang baik dalam menghasilkan kualitas maupun kuantitas semai dalam mendukung upaya pengembangan budidaya. Dari hasil pengujian ini diharapkan dapat diperoleh informasi teknis dalam pengadaan benih serta menentukan jenis media yang menghasilkan persen tumbuh anak-anak tingkat semai sebagai bahan tanaman.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

#### 1. Pengadaan Benih

Benih dan buah pohon penghasil gaharu dari jenis karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk) dipungut dari pohon tegakan benih yang telah mendapat sertifikasi dari Balai Perbenihan Tanaman Hutan (BPTH) Sumatera Selatan yang berasal dari kawasan hutan Kabupaten Merangin, Kecamatan Tabir Ulu, Provinsi Jambi.

#### 2. Waktu Penelitian

Kegiatan pengujian mutu benih dilaksanakan di Laboratorium Silvikultur dan persemaian Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam di Bogor pada bulan Oktober 2005-Januari 2006.

### B. Bahan dan Perlengkapan

Bahan dan alat penelitian adalah benih karas yang jatuh alami, benih dari buah hasil pemanenan, tanah permukaan (*topsoil*), kompos organik, pasir zeolit halus, dan bak kecambah plastik.

### C. Metode

#### 1. Pengadaan Benih

Benih jatuh sebagai bahan pengujian dipungut dengan cara mengumpulkan dari lantai di bawah pohon induk, setelah dibersihkan dan dimasukkan ke dalam kantong plastik berisi media serbuk gergaji basah. Benih dari buah matang dipanen dengan tanda fisiologis badan buah

telah pecah, buah-buah matang dipanen dan dikumpulkan dalam karung, kemudian dihamparkan di lantai dan setelah buah pecah, benih-benih dikumpulkan dan siap untuk ditumbuhkan.

### 2. Uji Perkecambahan Benih

Pengujian perkecambahan benih dipola dalam rancangan kelompok, sebagai kelompok adalah kondisi benih (A) : benih jatuh dan (B) : benih dari buah hasil panen. Kondisi benih teruji dengan tiga faktor perlakuan media : (a) tanah, (b) tanah + kompos organik (1 : 1), dan (c) tanah + pasir zeolite (1 : 1). Media perkecambahan ditempatkan pada bak kecambah plastik. Masing-masing kelompok kondisi benih dan perlakuan media diulang tiga kali, pada setiap bak kecambah sesuai kondisi benih dan perlakuan ditanamkan masing-masing sebanyak 100 benih. Setelah benih tumbuh selama umur tiga bulan, diamati jumlah benih yang tumbuh dalam nilai persen tumbuh.

### 3. Analisis Data

Data persen tumbuh benih dan laju tumbuh tinggi bibit dianalisis keragamannya (*analysis variance*) dan bila menunjukkan adanya pengaruh yang nyata, dilanjutkan dengan uji beda nilai terkecil (BNT) untuk memperoleh pengaruh dan peran media yang terbaik (Snedecor and Cochran, 1967).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil

Hasil pengamatan terhadap benih karas (*A. malaccensis*) hasil pungut dari benih jatuh dan benih hasil panen buah matang yang diuji dalam perlakuan tiga jenis media, hingga menghasilkan semai berumur tiga bulan, diperoleh data persen tumbuh benih jatuh sekitar 83% dan benih dari panen buah matang 70% (Tabel 1). Sesuai data transformasi Arsin ( $\sqrt{\%}$ ) (Tabel 2), hasil uji keragaman antar kondisi benih dan antar perlakuan tiga jenis media menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata (Tabel 3).

Sesuai hasil uji beda nilai terkecil (BNT) antar kondisi benih menunjukkan bahwa benih jatuh (A) berbeda sangat nyata dibandingkan dengan benih yang diperoleh dari buah hasil panen (B) dalam menghasilkan persen tumbuh anakan tingkat semai sebagai bahan tanaman untuk mendukung upaya pembudidayaan tanaman gaharu dari jenis karas (*A. malaccensis*) (Tabel 4).

Sedangkan hasil uji beda nilai terkecil antar perlakuan jenis media tumbuh menunjukkan bahwa perlakuan (b) : campuran media tanah dengan kompos organik (1:1) menghasilkan persen tumbuh anakan tingkat semai yang lebih baik dibandingkan perlakuan (a) tanah sebagai kontrol dan (c) campuran tanah dengan pasir zeolit (Tabel 5).

Tabel (Table) 1. Persen tumbuh (%) benih jatuh dan benih dari hasil panen buah pada tiga perlakuan media perkecambahan (*Growth percentages (%) of seeds fall from the tree and seeds taken from the fruit on the three germination media treatments*)

Jenis media ( <i>Media type</i> )	A			Total (%)	B			Total (%)
	I (%)	II (%)	III (%)		I (%)	II (%)	III (%)	
a	73	68	64	205	69	65	66	200
b	89	92	95	276	74	75	78	227
c	88	90	87	265	68	68	70	206
Total	250	250	246	746	211	208	214	633
Rata-rata ( <i>Average</i> )				82,88				70,33

Keterangan (*Remarks*) : A : Benih jatuh (*Seed fall*); B : Buah matang (*Mature fruit*); a : Tanah (*Soil*); b : Tanah (*Soil*) + Kompos (*Compost*) (1:1); c : Tanah (*Soil*) + Pasir zeolit (*Zeolith sand*) (1:1)

Tabel (Table) 2. Arsin  $\sqrt$  persen tumbuh benih jatuh dan buah hasil panen pada tiga perlakuan media perkecambahan (*Arsin growth percentages of seeds fall from the tree and seeds taken from the fruit on the three germination media treatments*)

Jenis media ( <i>Media type</i> )	A			Total	B			Total
	I	II	III		I	II	III	
a	58,69	55,55	53,13	167,37	56,17	53,73	54,33	164,23
b	70,63	73,57	77,08	221,28	59,74	60,00	62,03	181,77
c	69,73	71,56	68,87	210,16	55,55	55,55	56,79	167,89
Total	199,05	200,68	199,08	598,81	171,46	169,28	173,15	513,89

Keterangan (*Remarks*) : A : Benih jatuh (*Seed fall*) ; B : Buah matang (*Mature fruit*); a : Tanah (*Soil*); b : Tanah (*Soil*) + Kompos (*Compost*) (1:1); c : Tanah (*Soil*) + Pasir zeolit (*Zeolith sand*) (1:1)

Tabel (Table) 3. Hasil analisis uji keragaman perlakuan kondisi kemasakan benih dan jenis media terhadap perkecambahan benih setelah tiga bulan (*Results of the variance analysis of the seed maturity condition and media type treatments on seed germination after three months*)

Sumber keragaman ( <i>Source of variance</i> )	db ( <i>df</i> )	JK ( <i>SS</i> )	KT ( <i>MS</i> )	F hit. ( <i>F calc.</i> )	F. tabel ( <i>F. table</i> )	
					5%	1%
Ulangan ( <i>Replication</i> )	2	0,48	0,24	0,01	3,88	6,93
Kondisi benih ( <i>Seed condition</i> )	1	400,63	400,63	19,63**)	4,75	9,33
Perlakuan media ( <i>Media treatment</i> )	2	438,21	241,60	11,84**)	3,88	6,93
Kesalahan ( <i>Error</i> )	12	244,84	20,40	-		
Total	17					

\* ) Berbeda sangat nyata (*Highly significantly different*)

Tabel (Table) 4. Hasil uji beda nyata terkecil kondisi benih terhadap pertumbuhan benih tanaman karas (*Results of the least significant difference test of the seed condition treatments on growth of karas seedlings*)

Kondisi benih ( <i>Seed condition</i> )	A : 66,53	B : 57,09
A	-	
B	9,44**	

LSD 5% : 5,68 ; 1% : 7,96 \*\*) berbeda sangat nyata (*Highly significantly different*)

Keterangan (*Remarks*) : A : Benih jatuh (*Seeds fall*); B : Buah matang (*Mature fruit*)

Tabel (Table) 5. Hasil uji beda nyata terkecil perlakuan jenis media terhadap pertumbuhan benih tanaman karas (*Results of the least significant difference test of the media type treatments on growth of karas seedlings*)

Media	a : 55,29	b : 67,17	c : 63,00
a : 55,29	-		
b : 67,17	11,88 **	-	
c : 63,00	7,71	4,17	-

LSD 5% : 8,03; 1% : 11,25 \*\*) berbeda sangat nyata (*Highly significantly different*)  
 Keterangan (*Remarks*) : a : Tanah (*Soil*); b : Tanah (*Soil*) + Kompos (*Compost*) (1:1); c : Tanah (*Soil*) + Pasir zeolit (*Zeolith sand*) (1:1)

## B. Pembahasan

Memperhatikan hasil uji keragaman dan uji beda nilai terkecil antar kondisi benih dan pengaruh jenis media perkecambahan yang menunjukkan perbedaan yang sangat nyata, hal ini berarti bahwa secara fisiologis faktor kemasakan benih dan jenis media sangat menentukan nilai persen tumbuh benih. Kondisi benih jatuh (A) yang menghasilkan persen tumbuh lebih tinggi (83%) dibandingkan dengan benih (B) dari buah hasil pemanenan (70%), secara biologis tingginya persen tumbuh erat hubungannya dengan aspek optimasi kematangan benih. Sedangkan pengaruh media tanam benih yang optimal ditunjukkan oleh perlakuan campuran tanah dengan kompos organik (b) dimungkinkan karena adanya peran hara yang terdapat pada kompos yang menghasilkan persen tumbuh semai yang baik dalam mempersiapkan tersedianya bahan tanaman gaharu jenis karas (*A. malaccensis*).

Secara biologis benih sebagai bahan generatif dalam proses regenerasi tumbuhan, keberhasilan tumbuh benih selain ditentukan faktor intern kematangan pohon induk (*maturasi*) yang erat hubungannya dengan umur, juga ditentukan oleh aspek kemasakan fisiologis benih yang ditentukan oleh kondisi struktur, bentuk, dan ukuran benih. Pada tumbuhan *dicotyl* benih-benih jatuh memiliki kadar air berbeda-beda, benih tumbuhan karas (*A. malaccensis*) yang bersifat rekalsitran memiliki kadar air sekitar 40%, sehingga bila terjadi penurunan kadar air dari benih-benih yang jatuh akan menghasilkan daya

tumbuh (*viability*) yang rendah (Sumarna, 2002). Loveless (1991) menyatakan bahwa embrio sebagai struktur utama, di dalamnya tersedia bahan organik kompleks berupa karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan hormon tumbuh yang akan tersimpan dalam keping lembaga (*cotyledone*) dan pada kondisi optimal benih-benih akan tumbuh setelah embrio benih terinduksi kadar air dari lingkungan.

Pada kenyataan lapang proses regenerasi tumbuhan hutan di wilayah tropika dengan dukungan iklim, musim serta intensitas cahaya yang optimal, benih yang jatuh akan menghasilkan permudaan alam yang relatif tinggi, tetapi akibat persaingan hara dan lingkungan tumbuh populasinya akan menurun lebih dari 70% (Fitter dan Hay, 1992). Larcher (1975) menyatakan bahwa masuknya kadar air akan merangsang kerja enzim untuk meningkatkan volume sel-sel embrio dan meningkatnya kadar air secara fisiologis akan menginduksi kerja inti sel (*nucleus*) untuk membelah diri (*mitosis*). Loveless (1991) melaporkan bahwa hasil pembelahan sel-sel secara biologis akan mendorong terjadinya diferensiasi pembentukan jaringan organ akar (*radicula*) dan calon batang (*plumula*) yang dilengkapi oleh terbentuknya keping lembaga (*cotyledone*). Keping lembaga (*cotyledone*) dengan kandungan hara utama berupa karbohidrat, tersedia dalam kapasitas yang terbatas dan setelah tanaman mampu menyerap hara, keping lembaga akan terlepas dari batang (Fitter dan Hay, 1992).

Nambiar dan Brown (1997) melaporkan bahwa manajemen hara dan ketersediaan

air bagi tanaman mutlak diperlukan dalam mendukung laju pertumbuhan, sehingga melalui induksi perlakuan pemberian kompos organik dengan kandungan hara yang optimal kepada media tanam akan membantu proses pertumbuhan benih untuk menghasilkan bahan tanaman yang baik dan berkualitas.

Dalam sistem budidaya tanaman, perlakuan masukan hara berupa kompos organik secara biologis sangat menguntungkan, selain akan meningkatkan aerasi dan pertukaran kation, juga akan meningkatkan peran mikroorganisma tanah dalam mempersiapkan hara untuk siap diserap oleh akar sebagai sumber energi pertumbuhan (Sutanto, 2002). Simamora dan Salundik (2006) melaporkan bahwa kualitas kompos organik akan ditentukan oleh bahan dasar yang digunakan, kompos yang baik secara biologis memiliki kandungan hara yang cukup kompleks, terdiri dari unsur nitrogen (N) 1,33%, posfor (P) 0,85%, kalium (K) 0,36%, kalsium (Ca) 5,61%, besi (Fe) 2,1%, seng (Zn) 285 ppm, dan memiliki pH sekitar 7,2 yang secara fisiologis pemberian kompos dapat mendukung laju pertumbuhan benih dalam menghasilkan bahan tanaman dan atau pertumbuhan pada areal pertanaman di lapangan.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap kondisi asal benih karas (*A. malaccensis*), menunjukkan bahwa kondisi benih yang jatuh alami dan benih dari buah hasil pemanenan dengan induksi perlakuan hara kompos organik pada media pesemaian, menghasilkan persen tumbuh tingkat semai yang tinggi dibandingkan dengan tanpa perlakuan kompos organik.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

1. Benih-benih gaharu jenis karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk) yang jatuh secara alami dan benih hasil pemanenan buah matang optimal dapat menghasilkan pertumbuhan anakan

tingkat semai yang baik sebagai bahan tanaman.

2. Formula media perkecambahan dengan komposisi tanah + kompos organik dengan perbandingan (1 : 1) menghasilkan persen tumbuh anakan tingkat semai yang baik dan optimal dalam pengembangan bibit pohon penghasil gaharu jenis karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk).

##### B. Saran

1. Untuk memperoleh satuan jumlah benih yang jatuh alami dari pohon penghasil gaharu dari jenis karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk), secara teknis dapat diperoleh dengan cara pemasangan jaring di bawah tajuk pohon induk atau dapat diperoleh dengan memanen buah-buah yang telah matang.
2. Sesuai sifat benih pohon penghasil gaharu jenis karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk) yang rekalsitran dengan masa dormansi sangat rendah, benih-benih yang diperoleh dalam waktu kurang dari satu minggu harus segera dikecambahkan.
3. Untuk menghindari gangguan terhadap penyakit di persemaian, diperlukan perlakuan sterilisasi terhadap benih dan media tanam, agar diperoleh bahan tanaman yang berkualitas dan berkuantitas tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Asgarin. 2006. Tata Niaga Perdagangan Gaharu Indonesia. Asosiasi Gaharu Indonesia, Temu Pakar, Rencana Strategis (Renstra) Pengembangan Komoditi Gaharu. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Jakarta.
- Biro Pusat Statistik. 2004. Data Perdagangan Ekspor Hasil Hutan Indonesia. Biro Pusat Statistik. Departemen Perdagangan. Jakarta.
- Fitter, A.H. dan R.K. Hay. 1992. Environmental Physiology of Plants.

- Department of Biology University of York, England.
- Gun, B., P. Steven, M. Singadan, L. Sunari, and P. Chatterton. 2004. Eaglewood in Papua New Guinea. Tropical Rain Forest Project. Working Paper No. 51. Vietnam.
- Larcher, W. 1975. *Physiological Plant Ecology*. University Innsbruck, London.
- Loveless, A. R. 1991. *Principles of Plant Biology for the Tropics*. Diterjemahkan dan diterbitkan oleh PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Manan, S. 1998. *Hutan Rimbawan dan Masyarakat*. Fakultas Kehutanan. IPB Press. Bogor.
- Nambiar, E.K.S. dan A.G. Brown. 1997. *Management of Soil, Nutrient and Water in Tropical Plantation*. CSIRO, Canberra, Australia.
- Sidiyasa, K. dan M. Suharti. 1998. *Potensi Jenis Pohon Penghasil Gaharu*. Prosiding Lokakarya Pengembangan Tanaman Gaharu. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Jakarta.
- Simamora, S. dan Salundik. 2006. *Meningkatkan Kualitas Kompos*. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Snedecor, G. W. and W.G. Cochran. 1967. *Statistical Methods*. Iowa State University Press. Iowa, USA.
- Sumarna, Y. 2002. *Budidaya Gaharu. Seri Agribisnis*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sumarna, Y. 2006. *Budidaya dan Rekayasa Produksi Gaharu*. Prosiding Temu Pakar Pengembangan Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK). Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Jakarta.
- Sumarna, Y. dan E. Santoso. 2006. *Teknik Budidaya dan Rekayasa Teknis Produksi Gaharu, Minoriza, dan Cuka Kayu*. Sosialisasi Biro Kerjasama Luar Negeri dan Investasi. Sekretariat Jenderal Departemen Kehutanan. Jakarta. (*Tidak dipublikasikan*).
- Sutanto, R. 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Yayasan Kanisius. Yogyakarta.