

**PENGARUH DIAMETER DAN LUAS TAJUK POHON INDUK TERHADAP
POTENSI PERMUDAAN ALAM TINGKAT SEMAI TUMBUHAN PENGHASIL
GAHARU JENIS KARAS (*Aquilaria malaccensis* Lamk)
(*The Effect of Diameter and Canopy Width of Mother Tree on Seedling Potency of the
Agarwood Karas Species 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 : 24 Maret 2008

ABSTRACT

*The karas plant (*Aquilaria malaccensis* Lamk) is one of potentially producing plant of high commercial agarwood. Before, product was only exploited from dead tree. However, increasing utilization for perfume, cosmetica and herb drug, which raises the value, has made people look for the agarwood by cutting away living tree. Therefore, for the conservation effort and to sustain production which is not depended on natural forest, the plantation needs to be established as a solution. Constraint in plantation establishment can be solved by planting seedlings coming from seeds or the seedling growing under mother tree. Mother tree in natural forest, grown within experimental plots with RCBD design are classified based on their diameter class ($D_1 \pm 20$ cm, $D_2 \pm 30$ cm, $D_3 > 30$ cm). Observation was done in five plots at random, with three replication, of which class of diameter was considered as treatment. After 2-3 month seeds will fall and grow into seedlings. Result showed that regeneration potential was depended on the mother tree diameter and width of canopy. The number of seedling found under mother tree $\emptyset \pm 20$ cm with canopy width of 26.33 m^2 : 5.082 seedlings, trees with $\emptyset \pm 30$ cm and 42.60 m^2 canopy : 12.397 seedlings, and trees with $\emptyset > 30$ cm and 50.13 m^2 canopy gave 18.348 seedlings. Analysis of variance test and least significance difference showed that the difference in diameter class differed (significantly) in producing seedlings in nature. From the biological point of view it can be assumed that the bigger the stem diameter and the wider the canopy of mother tree, the higher potency to yield seedlings in nature. Hence the seedlings production can be estimated from the diameter and canopy width of the mother tree.*

Key words : Agarwood, natural seedling

ABSTRAK

Tumbuhan karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk) tergolong salah satu jenis pohon penghasil gaharu yang potensial dan bernilai komersial tinggi. Semula produksi hanya dengan memanfaatkan pohon produksi yang mati alami. Akibat nilai guna yang berkembang selain sebagai bahan parfum, kosmetika, dan obat herbal serta nilai jual yang semakin tinggi, mendorong masyarakat untuk mencari gaharu dengan cara menebang pohon hidup. Dalam upaya konservasi dan melestarikan produksi agar tidak tergantung kepada hutan alam, upaya budidaya merupakan solusi yang perlu dilaksanakan. Dalam budidaya, kendala pengadaan bibit dapat ditempuh selain menggunakan benih juga dapat dibina dengan memanfaatkan anakan alam yang tumbuh di bawah pohon induk. Melalui pengamatan terhadap pohon induk alami dalam rancangan berblok dengan tiga faktor kelas diameter ($D_1 : \pm 20$ cm, $D_2 : \pm 30$ cm, $D_3 : >30$ cm) melalui lima plot pengamatan secara acak pada tiga ulangan sesuai kelas diameter batang pohon induk, benih-benih yang jatuh setelah 2-3 bulan akan tumbuh menghasilkan anakan alam. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa potensi permudaan alam memiliki hubungan dengan diameter dan luas tajuk. Potensi anakan alam pada pohon induk $\emptyset \pm 20$ cm dan luas tajuk $26,33 \text{ m}^2$: 5,082 batang, pada $\emptyset \pm 30$ cm dengan luas tajuk $42,60 \text{ m}^2$: 12,397 batang, dan pada pohon $\emptyset > 30$ cm dengan luas tajuk $50,13 \text{ m}^2$ menghasilkan 18,348 batang anakan alam. Hasil uji keragaman dan uji beda nilai terkecil, antar kelas diameter batang berbeda nyata (*signifikan*) terhadap permudaan alam. Sesuai hasil tersebut secara biologis dapat diasumsikan bahwa semakin besar diameter batang dan semakin luas tajuk pohon induk akan semakin tinggi potensi permudaan-permudaan alam yang dihasilkan. Dalam upaya pengadaan bahan tanaman dengan memanfaatkan anakan alam, secara teknis dapat diperkirakan sesuai kelas diameter serta luas tajuk pohon induk.

Kata kunci : Gaharu, permudaan alam

I. PENDAHULUAN

Dunia mengakui bahwa Indonesia memiliki potensi sumberdaya tumbuhan, baik sebagai penghasil kayu, juga tumbuhan berbagai ragam jenis penghasil non kayu yang memiliki nilai guna, baik sebagai sumber bahan makanan, industri maupun sebagai bahan obat herbal (Manan, 1998). Salah satu jenis komoditi Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) yang memiliki nilai guna sebagai bahan parfum, kosmetika, dan sebagai bahan obat herbal adalah gaharu (Heyne, 1987). Sumarna (2002) melaporkan bahwa gaharu mulai dikenal masyarakat pada abad ketujuh yang ditemukan masyarakat Assam, India berasal dari jenis *Aquilaria agaloccha* Rottb. dan di Indonesia gaharu mulai dikenal sejak tahun 1200 yang ditunjukkan oleh adanya perdagangan barter antara masyarakat Palembang dan Pontianak dengan para pedagang dari Kwang Tung, China. Tumbuhan gaharu di Indonesia berasal dari famili Thymeleaceae, Leguminosae, dan Euphorbiaceae dengan delapan genus yakni *Aquilaria* spp., *Aetoxylon* sp., *Enkleia* sp., *Dalbergia* sp., *Excoccaria* sp., *Gyrinops* sp., *Gonystylus* sp., dan *Wiekstroemia* sp. (Gun et al., 2004). Sidiyasa dan Suharti (1998) melaporkan bahwa jenis *Aquilaria malaccensis* Lamk tergolong sebagai salah satu pohon penghasil gaharu berkualitas dan bernilai komersial tinggi.

Produk gaharu alam yang dipungut dari pohon mati memiliki bentuk serpih, gumpalan atau bubuk. Akibat berkembangnya nilai guna dengan harga jual yang tinggi, kini masyarakat memburu gaharu di hutan alam dengan cara menebang pohon hidup yang sangat mengancam kelestarian sumberdaya pohon penghasil (Sumarna, 2002). Salampesi (2004) melaporkan bahwa dampak pola produksi dengan menebang pohon hidup, menghasilkan dampak terhadap semakin menurunnya populasi pohon penghasil yang dapat mengancam kelestarian sumberdaya serta produksi. Sejak tahun 1998 potensi produksi terus menurun dari

sekitar 600 ton/tahun dan sejak tahun 2002 dengan kuota ekspor 300 ton/tahun hanya terpenuhi sekitar 10-15% dan pada tahun 2004 dengan kuota ekspor 150 ton/tahun tidak tercatat adanya ekspor gaharu dari Indonesia (Asgarin, 2004). Gun et al (2004) melaporkan bahwa dalam upaya konservasi tumbuhan penghasil gaharu, komisi CITES (*Convention on International Trade on Endangered Species of Flora and Fauna*) sejak tahun 2004 telah menetapkan genus *Aquilaria* spp. dan *Gyrinops* sp. masuk dalam kelompok tumbuhan *Appendix II* CITES.

Dalam upaya konservasi sumberdaya pohon penghasil gaharu serta perolehan produksi tidak tergantung kepada potensi dari hutan alam, maka pembudidayaan jenis pohon penghasil komersial dari genus *Aquilaria* spp. atau *Gyrinopsis* sp. perlu dilakukan. Sumarna (2002) melaporkan bahwa dalam budidaya tumbuhan penghasil gaharu terdapat kendala teknis dalam pengadaan bahan tanaman. Pengembangan bibit tanaman dengan menggunakan benih, terkendala oleh sifat benih yang rekalsitran dengan masa dormansi yang rendah. Salah satu solusi alternatif pengadaan bibit dapat dilakukan dengan memanfaatkan potensi permudaan alam tingkat semai yang tumbuh di bawah pohon induk alami (*seed stand*). Sumarna dan Santoso (2005) melaporkan bahwa benih dari genus *Aquilaria* spp. setelah 3-5 bulan benih jatuh akan tumbuh permudaan alam dalam jumlah yang sangat rapat, tetapi akibat persaingan hara serta lingkungan tumbuh, potensi populasi anakan alam akan menurun.

Loveless (1991) melaporkan bahwa sistem regenerasi tumbuhan tropika sesuai dukungan iklim dan intensitas sinar matahari akan berlangsung secara periodik dan akan menghasilkan permudaan alam dalam jumlah yang dipengaruhi oleh kondisi musim di wilayah setempat. Nilai populasi pertumbuhan permudaan alam dalam proses regenerasi akan ditentukan oleh faktor intern pohon induk, menyangkut kematangan (maturasi) yang

erat hubungannya dengan umur, tinggi, dan diameter batang serta luas tajuk pohon induk (Fitter dan Hay, 1992).

Berdasarkan beberapa aspek dalam hubungan dengan upaya pengadaan bibit untuk tujuan pembudidayaan pohon penghasil gaharu dari jenis karas (*A. malaccensis*), dilakukan penelitian dengan mengamati hubungan diameter dan luas tajuk pohon induk terhadap pertumbuhan permudaan alam. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang besarnya pengaruh diameter dan luas tajuk pohon induk terhadap potensi permudaan alam tingkat semai yang dapat membantu dalam mempersiapkan bahan tanaman bagi upaya pembudidayaan pohon penghasil gaharu jenis karas (*A. malaccensis*).

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Pengamatan pohon induk dan potensi permudaan alam dilaksanakan di kawasan hutan Lamban Sigatal dan Sepintun, Kecamatan Pauh, Kabupaten Sorolangun, Provinsi Jambi. Pohon induk yang diamati merupakan hasil inventarisasi pohon plus oleh Balai Perbenihan Tanaman Hutan (BPTH) Sumatera Selatan. Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2005.

B. Bahan dan Alat Penelitian

1. Populasi pohon induk (*seed stand*) jenis *Aquilaria malaccensis* Lamk
2. Pita meter untuk mengukur kelas diameter batang pohon induk
3. *Cheqcounter* untuk membantu menghitung populasi anakan alam
4. Garpu, cangkul, golok, dan parang untuk membantu dalam mengolah lahan di bawah pohon induk.

C. Metode

1. Persiapan Teknis

a. Pemilihan Pohon Induk

Untuk mendapatkan pohon induk gaharu karas (*A. malaccensis*) sesuai bahan

pengamatan dapat dipilah menjadi tiga kelas diameter batang yaitu $D_1 : \pm 20$ cm, $D_2 : \pm 30$ cm, dan $D_3 : > 30$ cm.

b. Pembersihan dan Pengolahan Lahan

Lahan di bawah tajuk pohon induk dibersihkan, diolah, dan digemburkan untuk memberikan peluang tumbuhnya benih dalam menghasilkan permudaan alam.

2. Rancangan Pengamatan

Pengamatan potensi permudaan alam di bawah pohon induk, terpola dalam rancangan kelompok, sebagai perlakuan adalah tiga kelas diameter batang pohon induk yaitu $D_1 : \pm 20$ cm, $D_2 : \pm 30$ cm, dan $D_3 : > 30$ cm yang diulang 3 kali. Penilaian potensi permudaan alam terukur secara acak dari bawah pohon induk sesuai perlakuan kelas diameter, melalui *sample plot* dalam ukuran 1 m x 1 m yang di-ulang lima kali pada tiga setiap ulangan pohon induk sesuai kelas diameter batang. Pengamatan dilaksanakan setelah 2-3 bulan benih jatuh dan telah tumbuh menghasilkan potensi anakan alam tingkat semai. Dugaan potensi permudaan alam merupakan hasil kali rata-rata dari lima *sample plot* dari tiga ulangan sesuai kelas diameter batang pohon induk. Perhitungan potensi anakan per pohon induk adalah :

$$\text{Potensi/Phn Induk} = \frac{5 \text{ plot} \times 3 \text{ ulangan}}{5} \times \frac{3 \text{ luas tajuk}}{3}$$

3. Analisis Data

Data populasi permudaan alam dalam setiap kelas diameter batang pohon induk dianalisis dalam uji keragaman (*Anova*) untuk membandingkan antar kelas diameter pohon induk. Dilanjutkan dengan uji beda nilai terkecil (BNT) untuk mengetahui limit diameter pohon induk yang optimal menghasilkan permudaan alam (Snedecor, 1956).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil pengamatan terhadap tiga faktor kelas diameter pohon induk penghasil gaharu jenis karas (*A. malaccensis*) dengan lima plot pada tiga ulangan pohon induk, diperoleh data rata-rata potensi per-mudaan alam seperti tertuang pada Tabel 1.

Sesuai kelas diameter batang pohon induk dari lima plot pengamatan diperoleh nilai rata-rata potensi anakan alam per meter persegi pada kelas diameter ± 20 cm : 193 batang, diameter ± 30 cm : 291 batang, dan pada diameter >30 cm : 366 batang yang menunjukkan bahwa semakin besar kelas diameter batang pohon induk, akan semakin banyak potensi per-mudaan alam yang dihasilkan (Tabel 2).

Hasil perhitungan untuk dapat men-duga rata-rata potensi per-mudaan alam

tingkat semai setiap kelas diameter ba-tang dan luas tajuk pohon induk, diper-oleh data seperti tertera pada Tabel 3.

Hasil uji keragaman antar kelas dia-meter pohon induk menunjukkan bahwa terdapat adanya perbedaan yang nyata (signifikan), seperti tertera pada Tabel 4.

Hasil uji beda pengaruh antar kelas diameter pohon induk, untuk menetapkan nilai hubungan antara kelas diameter de-ngan potensi anakan alam yang tumbuh di bawah tajuk pohon induk, menunjuk-kan bahwa semakin besar diameter pohon induk, akan semakin tinggi potensi anak-an alam yang tumbuh di bawahnya, se-perti ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel (Table) 1. Potensi per-mudaan alam tingkat semai sesuai kelas diameter batang (*Seedling potency based on stem diameter class*)

Ulangan (Replication)	Plot contoh (Sample plot)					Total (Total)	Rataan (Mean)
	1	2	3	4	5		
D ₁ I	168	185	178	165	188	884	177
D ₁ II	189	211	186	169	201	956	191
D ₁ III	211	208	210	206	221	1.056	211
Total	568	604	574	540	610	2.896	579
Rataan (Mean)	189	201	191	180	203	965	193
D ₂ I	267	288	298	278	252	1.383	277
D ₂ II	274	298	307	296	278	1.453	291
D ₂ III	296	321	311	307	294	1.529	306
Total	837	907	916	881	824	4.365	874
Rataan (Mean)	279	302	305	294	275	1.455	291
D ₃ I	345	364	365	344	321	1.739	348
D ₃ II	338	344	390	358	364	1.794	359
D ₃ III	352	312	386	406	498	1.954	391
Total	1.035	1.020	1.141	1.108	1.183	5.487	1.098
Rataan (Mean)	345	340	380	369	394	1.829	366
	813	843	876	843	872	4.249	850

Keterangan (Remark) : D₁ (Ø 20 cm), D₂ (Ø 30 cm), D₃ (Ø >30 cm)

Tabel (Table) 2. Potensi per-mudaan alam tingkat semai per m² sesuai kelas diameter pohon induk (*Seedling potency per m² based on diameter class of mother tree*)

Perlakuan (Treatment)	Plot contoh (sample plot)					Total (Total)	Rataan (Mean)
	1	2	3	4	5		
D ₁ (± 20 cm)	189	201	191	180	203	964	193
D ₂ (± 30 cm)	279	302	305	294	275	1.455	291
D ₃ (>30 cm)	345	340	380	369	394	1.828	366
Total	813	843	876	843	872	4.247	850

Keterangan (Remark) : D₁ (Ø 20 cm), D₂ (Ø 30 cm), D₃ (Ø >30 cm)

Tabel (Table) 3. Potensi permudaan alam tingkat semai sesuai kelas diameter batang dan luas tajuk pohon induk (*Seedlings potency based on diameter class and canopy area of mother tree*)

Ulangan (<i>Replication</i>)	Jumlah anakan (<i>Number of seedling</i>)/m ²	Luas tajuk (<i>Canopy</i>) (m ²)	Potensi anakan (<i>Seedling potency</i>)
D ₁ I	177	24,8	4.390
D ₁ II	191	28,6	5.463
D ₁ III	211	25,6	5.402
Total	579	79,0	15.255
Rataan (<i>Mean</i>)	193	26,33	5.082
D ₂ I	277	36,4	10.083
D ₂ II	291	42,4	12.338
D ₂ III	306	49,0	14.994
Total	874	127,8	37.415
Rataan (<i>Mean</i>)	291	42,60	12.397
D ₃ I	348	49,9	17.365
D ₃ II	359	45,6	16.370
D ₃ III	391	54,9	21.466
Total	1.098	150,4	55.201
Rataan (<i>Mean</i>)	366	50,13	18.348

Keterangan (*Remark*) : D₁ (Ø 20 cm), D₂ (Ø 30 cm), D₃ (Ø >30 cm)

Tabel (Table) 4. Analisis uji keragaman pengaruh diameter pohon induk terhadap potensi permudaan alam tingkat semai (*Analysis of variance of effect of mother tree diameter on seedling potency*)

Sumber keragaman (<i>Source of variance</i>)	db (<i>df</i>)	JK (<i>SS</i>)	KT (<i>MS</i>)	Fh (<i>Fc</i>)	F.tabel (<i>table</i>)	
					5%	1%
Plot	4	875,10	218,77	0,03	3,26	5,41
Diameter pohon (<i>Tree diameter</i>)	2	75113,97	37556,88	5,60*	4,46	8,65
Error	8	53683,90	6710,49	-		
Total	14	129672,00	-			

*) Berbeda nyata (*Significant*)

Tabel (Table) 5. Uji Beda Nyata Jujur (HSD) pengaruh kelas diameter pohon induk terhadap potensi anakan (*HSD test effect of diameter of mother tree on seedling potency*)

Diameter batang (<i>Stem diameter</i>)	D ₁	D ₂	D ₃
D ₁	-		
D ₂	491*	-	
D ₃	864**	373*	-

HSD5% : 366; 1% : 709 *) Berbeda nyata (*Significant*); ** Berbeda sangat nyata (*Highly significant*)

Keterangan (*Remark*) : D₁ (Ø 20 cm), D₂ (Ø 30 cm), D₃ (Ø >30 cm)

B. Pembahasan

Hasil uji keragaman (Anova) dan hasil uji beda antar kelas diameter batang yang menunjukkan bahwa diameter batang dengan dukungan luas tajuk yang berpengaruh dan berbeda nyata (signifikan) terhadap potensi permudaan alam (D₁: Ø ± 20 cm x luas tajuk 26,33 m² : 5,082 batang/phn; D₂ : Ø ± 30 cm x luas tajuk 42,60 m² : 12,397 batang/phn, dan D₃ : Ø > 30 cm x luas tajuk rata-rata 50,13 m²

menghasilkan potensi permudaan alam 18,348 batang/phn. Berdasarkan hasil tersebut secara biologis dapat diasumsikan bahwa kelas diameter batang pohon induk memiliki keeratan hubungan dengan luas tajuk yang berkaitan erat dengan kemampuan pohon dalam menghasilkan permudaan alam. Diameter batang pohon induk dan luas tajuk juga erat hubungannya dengan kapasitas energi hara yang tersedia pada setiap pohon induk yang secara fisiologis akan berperan dalam proses

regenerasi. Benih-benih yang jatuh secara alami merupakan benih yang memiliki tingkat kematangan fisiologis optimal yang dapat menghasilkan kualitas dan kuantitas permudaan alam. Kramer dan Kozlowski (1979) melaporkan bahwa tumbuhan tropika memiliki masa berbunga dan berbuah secara periodik yang dipengaruhi oleh kondisi iklim dan lingkungan setempat serta kondisi musim. Secara biologis potensi buah terbentuk selain akan ditentukan oleh tingkat kematangan pohon (maturasi), juga akan ditentukan oleh tersedianya energi yang tersedia di dalam sel-sel di seluruh jaringan tanaman dan secara fisik selain ditentukan oleh tinggi dan diameter batang, juga kapasitas tajuk serta kondisi daun sebagai organ pembentuk energi tumbuh melalui proses fotosintesa (Loveless, 1991). Fitter dan Hay (1992) melaporkan bahwa potensi buah yang dihasilkan oleh berbagai jenis tumbuhan tropika, selain ditentukan oleh faktor fisiologis intern pohon induk, juga akan sangat ditentukan oleh faktor kondisi lahan serta kondisi lingkungan tempat tumbuh. Sedangkan produktivitas buah sebagai bahan regenerasi akan sangat ditentukan oleh faktor ketersediaan hara lahan, juga faktor luas kanopi (tajuk) yang erat hubungannya dengan fisiologis kemampuan daun dalam menghasilkan energi untuk mendukung produk buah (Nambiar dan Brown, 1997). Kendala dalam budidaya tanaman penghasil gaharu untuk jenis karas (*A. malaccensis*) secara generatif adalah sifat benih yang rekalsitran dengan masa dormansi yang sangat rendah, maka solusi alternatif untuk memperoleh bibit dapat dipecahkan dengan memanfaatkan potensi permudaan alam yang masih cukup tersedia di berbagai daerah sebaran tumbuh (Sumarna dan Santoso, 2005). Sumarna (2004) melaporkan bahwa tumbuhan karas (*A. malaccensis*) memiliki sifat fenologis dengan badan buah yang tidak jatuh, buah akan pecah dan benih-benih akan jatuh setelah kurang dari satu minggu, setelah 2-3 bulan kemudian benih akan tumbuh

menghasilkan anakan tingkat semai dengan ukuran antara 10-15 cm yang cukup optimal untuk dicabut dan dipelihara sebagai bahan tanaman. Sumarna (2002) melaporkan bahwa dalam upaya memperoleh potensi anakan alam tingkat semai sebagai bahan tanaman untuk tujuan budidaya, manajemen lahan di bawah tajuk pohon induk perlu dikelola secara baik, perlu diusahakan adanya pengolahan dan pemeliharaan yang optimal agar benih-benih jatuh dapat menghasilkan kualitas dan kuantitas pertumbuhan anakan tingkat semai yang tinggi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Potensi pohon induk alami jenis karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk) berpeluang dalam menghasilkan anakan tingkat semai setelah 2-3 bulan pasca berbuah yang dapat dipola sebagai bahan tanaman untuk tujuan konservasi dan pengembangan budidaya.
2. Terdapat hubungan erat antara kelas diameter batang dan luas tajuk pohon induk jenis karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk) dalam menghasilkan potensi pertumbuhan anakan tingkat semai.
3. Pengembangan bahan tanaman dengan memanfaatkan permudaan alam tingkat semai, dapat menjadi solusi dalam memecahkan masalah sifat fenologis rekalsitran dan dormansi rendah bagi benih tumbuhan karas (*Aquilaria malaccensis* Lamk).

B. Saran

1. Untuk memperoleh kuantitas pertumbuhan semai sebagai bahan tanaman diperlukan upaya manajemen lahan di bawah tajuk pohon induk alami (*seeds stand*) dengan pengolahan dan pembersihan lahan, agar benih yang jatuh berpeluang tumbuh secara baik.

2. Masa punggut anakan alam tingkat semai untuk dipelihara sebagai bahan tanaman perlu dipola dengan memperhatikan masa buah/benih jatuh dan ukuran semai yang optimal dengan memperhatikan tinggi dan jumlah daun terbentuk.

DAFTAR PUSTAKA

- Asgarin. 2004. Beberapa Masalah dan Kendala Pengusahaan Kayu Gaharu. Prosiding Lokakarya Pengembangan Tanaman Gaharu. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Jakarta.
- Fitter, A. H. dan R.K.M. Hay. 1992. *Environmental Physiology of Plant*. Department of Biology University of York, England.
- Gun, B., P. Steven, M. Singadan, L. Sunari, P. Chatterton. 2003. *Eaglewood in Papua New Guinea*. Tropical Rain Forest Project. Working Paper No. 51. Vietnam.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia, Jilid I s/d III*. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Kramer, P.J. dan T.T. Kozlowski. 1979. *Physiology of Woody Plant*. University of Durhan, University of Wisconsin, Academic Press Inc. London.
- Loveless, A. R. 1991. *Prinsip-prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropika*. Terjemahan. 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 Forest*. ACIAR and CIFOR Published. CSIRO Canberra. Australia.
- Salampesi, F. 2004. *Tata Niaga Perdagangan dan Ekspor Komoditi Gaharu*. Makalah Pengajaran Pengembangan Gaharu. Seameo Biotrop. Bogor.
- Sidiyasa, K. dan S. Suharti. 1998. *Potensi Jenis Pohon Penghasil Gaharu*. Prosiding Lokakarya Pengembangan Tanaman Gaharu. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Jakarta.
- Snedecor, G.W. and W.G. Cochran. 1967. *Statistical Methods*. Sixth Ed. Iowa State University Press. 593 pp.
- Sumarna, Y. 2002. *Budidaya Gaharu*. Seri Agribisnis. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sumarna, Y. 2004. *Budidaya dan Rekayasa Produksi Gaharu*. Sosialisasi Mikoriza, Gaharu, dan Cuka Kayu. Biro Kerjasama Luar Negeri. Jakarta.
- Sumarna, Y. dan E. Santoso. 2005. *Teknologi Budidaya dan Rekayasa Produksi Gaharu*. Prosiding Temu Pakar Pengembangan HHBK. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Jakarta.