

CIRI ANATOMI LIMA JENIS KAYU PENGHASIL GAHARU DAN DUA JENIS KERABATNYA

(Anatomical Features of Five Species Producing-Eaglewood and Two Related Species)

Oleh/By :

Andianto

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Jl. Gunung Batu No.5, Bogor 16610
Telp. (0251) 8633378, Fax. (0251) 86333413

Diterima 4 Februari 2010, disetujui 22 Juni 2010

ABSTRACT

Anatomical features can be used identify eaglewood producing species. Some of these species are members of thymeleaceae. Wood samples of five species producing-eaglewood and two related species were prepared by sliding microtome into thin sections for anatomical-structure observation. Fiber and vessel dimensions were measured on the samples. Results indicated that wood portions of Aquilaria spp., Gyrinops versteeghii and Gyrinopsis cumingiana contained included-phloem which were not countered on Amyxa pluricornis and Phaleria sp. Wood of Aquilaria spp. exhibited the vessels in radial multiples of 2(-3) common cells. Radial multiple vessels are also found in Gyrinops versteeghii and Gyrinopsis cumingiana wood with 2-4(-6-8) common cells. Wood of Gyrinops versteeghii and Gyrinopsis cumingiana could be distinguished by their different ray width, whereby the former had uniseriate width, while the latter revealed uni-to bi-seriate. Further, Amyxa pluricornis and Phaleria sp. woods could be differentiated by their parenchyma types. The former wood species possesses a confluent axial parenchyma, while the latter contained a vasicentric axial parenchyma. Solitary-vessel percentage, ray height, and fiber length at the stems of Aquilaria malaccensis and Aquilaria microcarpa were greater than those in their roots, but the reverse was true for vessel diameter and length.

Keywords : Thymeleaceae, producing-eaglewood species, anatomical features

ABSTRAK

Identifikasi jenis kayu penghasil gaharu dapat dilakukan berdasarkan ciri anatominya. Beberapa jenis kayu penghasil gaharu adalah anggota dari suku Thymeleaceae. Contoh kayu dari lima jenis yang diketahui sebagai penghasil gaharu dan dua jenis sekerabatnya disayat dengan mikrotom untuk memperoleh sayatan tipis guna pengamatan struktur anatomi. Dimensi pembuluh dan serat diukur melalui preparat maserasi. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *Aquilaria* spp., *Gyrinops versteeghii* dan *Gyrinopsis cumingiana* memiliki kulit tersisip sedangkan *Amyxa pluricornis* dan *Phaleria* sp. tidak. *Aquilaria* spp. memiliki pembuluh ganda radial umumnya 2(-3) sel. *Gyrinops versteeghii* dan *Gyrinopsis cumingiana* memiliki pembuluh ganda radial umumnya 2-4 (-6-8) sel. *Gyrinops versteeghii* dapat dibedakan dengan *Gyrinopsis cumingiana* dari lebar jari-jari, yaitu 1 seri pada *Gyrinops versteeghii*, tetapi 1 sampai 2 seri pada *Gyrinopsis cumingiana*. *Amyxa pluricornis* dapat dibedakan dengan *Phaleria* sp. dari bentuk parenkim, yaitu parenkim konfluen pada *Amyxa pluricornis*, namun vasisentrik pada *Phaleria* sp. Bagian batang *Aquilaria malaccensis* dan *Aquilaria microcarpa* memiliki persen pembuluh soliter, tinggi jari-

jari dan panjang serat lebih besar dibandingkan bagian akar, namun sebaliknya diameter dan panjang pembuluhnya lebih kecil.

Kata kunci : Thymeleaceae, jenis kayu penghasil gaharu, ciri anatomi

I. PENDAHULUAN

Salah satu suku (famili) yang beberapa jenis diantaranya mempunyai khasiat obat adalah Thymeleaceae. Suku ini memiliki jenis-jenis yang dikenal sebagai penghasil gaharu. Kegunaan dan manfaat gaharu sangatlah luas, dikelompokkan dalam penggunaan untuk obat-obatan, parfum dan kosmetika (Anonim, 2002). Menurut Sidiyasa dan Suharti (1987) dalam Anonim (2002), selain jenis tumbuhan *Aquilaria* spp. dan *Gonystilus* spp; gaharu dapat diperoleh dari jenis-jenis tumbuhan seperti *Weikstromia* spp; *Enkleia* spp; *Actoxylon* spp; *Gyrinops* spp; dan *Dalbergia* spp. Dalam Anonim (1960) tercatat bahwa suku ini terdiri dari beberapa genus, yaitu *Aquilaria*, *Enkleia*, *Linostoma*, *Wikstroemia*, *Daphne*, *Gyrinops*, *Drapetes*, *Pimelea* dan *Amyxa*.

Pemilahan jenis kayu dari pohon yang diketahui sebagai penghasil gaharu dapat menemui kendala apabila kayunya sudah berbentuk potongan dan tercampur dengan jenis lain. Untuk menghindari atau mengatasinya dapat dilakukan melalui pemilahan berdasarkan ciri anatomi kayu.

Tulisan ini menyajikan ciri-ciri anatomi dari lima jenis kayu penghasil gaharu dan dua jenis sekerabatnya yang merupakan anggota dari suku Thymeleaceae.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan penelitian berupa contoh jenis-jenis kayu yang termasuk dalam suku Thymeleaceae, yaitu *Aquilaria malaccensis*, *A. microcarpa*, *A. beccariana* yang diambil dari Samboja - Kutai Kertanegara (Kalimantan Timur), sedangkan *Gyrinopsis cumingiana* dan *Gyrinops versteeghii* diambil dari Amfoang - Kupang (Nusa Tenggara Timur), dan untuk jenis *Amyxa pluricornis* serta *Phaleria* sp. diambil dari koleksi contoh kayu Puslitbang Hasil Hutan.

Kecuali *Amyxa pluricornis* dan *Phaleria* sp., contoh kayu dari bagian batang dan akar diambil langsung dari pohon hidup, sedangkan bagian daun dikumpulkan guna pemeriksaan nama botanis. Contoh kayu diambil dari bagian pohon setinggi dada dengan ukuran kurang lebih 15 x 10 x 7,5 cm. Akar yang diambil berdiameter pangkal minimum 2 cm. Bahan diberi alkohol segera setelah diambil dari pohon. Pengamatan struktur anatomi dilakukan di Laboratorium Anatomi Kayu Puslitbang Hasil Hutan dan identifikasi material herbarium dilakukan di Laboratorium Botani Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam.

B. Metode

Pada setiap contoh uji dari semua jenis dibuat preparat sayat. Preparat sayat dibuat terlebih dahulu dengan melunakan contoh kayu. Contoh kayu direndam dalam aquades selama 3 hari lalu dipindahkan ke dalam larutan alkohol gliserin 1: 1 selama 1 minggu sebelum

disayat. Pembuatan preparat sayat berdasarkan Saas (1961). Dibuat sayatan dengan mikrotom setebal 15 - 25 mikron pada penampang lintang, penampang radial dan penampang tangensial. Sayatan yang baik dicuci dengan aquades lalu di dehidrasi berturut turut dengan alkohol 96%, 75%, 50%, 25%, kemudian direndam dalam safranin, dicuci dengan air keran dan di dehidrasi kembali menggunakan alkohol 25%, 50%, 75%, 96% dan alkohol absolut. Selanjutnya berturut-turut direndam dalam karbolxylol dan toluena. Sesudah itu sayatan direkat dengan entelan di atas gelas obyek.

Pengamatan dan pengukuran dimensi sel masing-masing dilakukan pada preparat sayat dan maserasi dengan menggunakan mikroskop. Pembuatan preparat maserasi dilakukan menurut petunjuk Tesoro (1989). Contoh kayu sebesar batang korek api dipanaskan secara perlahan dalam tabung reaksi yang berisi campuran larutan 30% hidrogen peroksida dengan 60% asam asetat glasial 1:1. Serat dan pembuluh yang sudah terpisah dicuci bersih dengan air keran hingga hilang bau asamnya, lalu diwarnai dengan safranin. Pembuluh dan serat yang sudah diwarnai dimuat dalam gelas obyek yang terlebih dahulu sudah ditetesi gliserin. Serat individual disebar merata lalu ditutup dengan gelas penutup. Sampai tahap ini preparat siap untuk diukur.

Pengamatan ciri anatomi kayu melalui preparat sayat meliputi ciri-ciri yang dianjurkan oleh komite Internasional Association of Wood Anatomist (Wheeler *et al.* 1989). Pengamatan dan analisa ciri kuantitatif dilakukan pada setiap preparat yang dibuat. Ciri kuantitatif diamati 10 sampai 30 kali, yaitu diameter pembuluh, frekuensi pembuluh per-mm², frekuensi jari-jari, tinggi jari-jari, panjang serat dan pembuluh, diameter dan tebal dinding serat masing-masing 30, 10, 10, 30, 30, 15 kali.

Data kuantitatif selanjutnya dianalisis dengan bantuan program MINITAB 14. Nilai yang diperoleh dinyatakan dalam bentuk selang penduga kepercayaan nilai tengah yaitu $\bar{x} \pm t(0,025, db = n-1) \times SE$ rata-rata, dimana \bar{x} adalah nilai rata-rata, t adalah nilai sebaran *t-student* pada taraf nyata $\alpha = 5\%$, dan SE adalah standar eror rata-rata (Mattjik dan Sumertajaya. 2002).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penampilan pohon dari salah satu jenis penghasil gaharu dan penampang lintang makroskopis maupun mikroskopis kayu masing-masing disajikan dalam Gambar 1, 2 dan 3. Secara ringkas hasil pengamatan ciri anatomi kayu dari ketujuh jenis, dan perbandingan antara ciri anatomi kayu dan akar dua jenis penghasil gaharu masing-masing dapat dilihat dalam Tabel 1 dan 2, sedangkan kunci identifikasi disajikan pada Tabel 3.

Secara umum diskripsi anatomi kayu beberapa jenis dari suku Thymaleaceae sudah dilakukan oleh Metcalfe dan Chalk (1950), namun belum spesifik untuk setiap jenis. Hasil pengamatan kali ini dapat melengkapi data yang belum ada sebelumnya.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa semua jenis kayu yang diamati memiliki beberapa persamaan ciri satu sama lain, yaitu : batas lingkaran tumbuh tidak tegas; beberapa pembuluh bergerombol, bidang perforasi sederhana; susunan noktah antar pembuluh umumnya selang-seling; noktah antar pembuluh dengan jari-jari sama dengan noktah antar pembuluh; jari-jari umumnya dominan memiliki lebar 1 seri; dan serat dengan noktah berhalaman. Menurut Metcalfe dan Chalk (1950), jenis anggota suku Thymaleaceae memiliki beberapa ciri seperti : pembuluh gerombol yang terkadang tidak biasa dan terkadang umum; frekuensi pembuluh berkisar antara 4-15 per mm², bidang perforasi sederhana; noktah antar

sel pembuluh selang-seling, parenkim paratrakeal sangat jarang dan terbatas, hingga jarang bergabung dengan sel pembuluh (pada jenis *Phaleria*). Umumnya ciri-ciri demikian cocok dengan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini. Meskipun jenis *Gyrinops versteeghii* memiliki frekuensi pembuluh sebesar 19 per mm², namun frekuensi pembuluh jenis lainnya cocok dengan kisaran tersebut. Kulit tersisip yang ditemukan pada beberapa jenis sesuai dengan penemuan Metcalfe dan Chalk (1950) pada *Aquilaria*, *Gyrinops* dan *Gyrinopsis*.

Hasil pengamatan Mandang dan Wiyono (2002) pada jenis *Aquilaria malaccensis* menunjukkan adanya persamaan ciri dengan hasil penelitian ini, yaitu dalam hal susunan pembuluh yang beberapa bergerombol dan berbentuk lonjong, serta jari-jari yang heteroseluler. Perbedaannya terletak dalam hal: 1) gandaan pembuluh radial, yaitu berganda radial 2-3(-4) sel, 2) diameter pembuluh yang lebih kecil yaitu 141 mikron, 3) frekuensi yang lebih besar yaitu 7 per mm², 4) lebar jari-jari beberapa dua seri. Dalam penelitian ini ditemui pembuluh berganda radial 2(-3), diameter pembuluh 169 mikron, frekuensi pembuluh 4 per mm², dan lebar jari-jari 1 seri. Perbedaan ini diduga karena pengambilan contoh kayu pada usia dan lokasi yang berbeda baik letak pada pohon maupun letak lokasi tempat tumbuh. *Gyrinops versteeghii* memiliki panjang pembuluh 314 mikron, diameter 76 mikron, frekuensi pembuluh 19 per mm² dan jari-jari 1 seri dengan 1 jalur sel tegak dan/bujur sangkar marjinal, namun menurut Mandang dan Wiyono (2002) jenis ini memiliki pembuluh dengan panjang 304 mikron, diameter 89 mikron, frekuensi pembuluh 18 per mm² dan jari-jari yang beberapa diantaranya memiliki 2 seri dengan tubuh jari-jari 1-2(-3) jalur sel tegak. Namun demikian,



Keterangan (*Remarks*): (a) dan (and) (b) bentuk pohon (*tree shape*), (c) batang pohon yang telah menghasilkan gaharu, tumbuh dengan kondisi merana (*tree stem which contained eaglewood, grew in suffer condition*), (d) daun dan buah (*fruit and leaf*), (e) dan (and) (f) permukaan kulit dan kayu (*surface of bark and wood*)

Gambar 1. Tampilan dari *Aquilaria* sp.
Figure 1. Appearance of *Aquilaria* sp.

jari-jari heteroseluler pada jenis ini sama-sama dijumpai. Menurut Balfas (2009), *Aquilaria malaccensis* memiliki pembuluh soliter atau membentuk gabungan radial 2-5, dan *Gyrinops* memiliki pembuluh yang umumnya membentuk gabungan radial 3-9 dan jarang dijumpai soliter.

Berdasarkan pengamatan ciri anatomi ketujuh jenis kayu yang diteliti, secara umum dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kayu dengan ciri anatomi yang memiliki kulit tersisip dan yang tidak memiliki kulit tersisip. *Amyxa pluricornis* dan *Phaleria* sp. sama-sama tidak memiliki kulit tersisip, sedangkan *Gyrinopsis cumingiana*, *Gyrinops versteeghii*, *Aquilaria malaccensis*, *A. beccariana*, dan *A. microcarpa* memiliki kulit tersisip.

Amyxa pluricornis dapat dibedakan dari *Phaleria* karena memiliki bentuk pembuluh lonjong dengan diameter pembuluh, panjang dan tebal dinding serat yang lebih besar, namun sebaliknya memiliki frekuensi pembuluh dan jari-jari, serta tinggi jari-jari yang lebih kecil dibandingkan *Phaleria*. *Amyxa pluricornis* memiliki diameter pembuluh 176 mikron, panjang serat diatas 1500 mikron, tebal dinding serat 6,1 mikron, frekuensi pembuluh 10 per mm², frekuensi jari-jari 11 per mm dan tinggi jari-jari 363 mikron. Selain itu memiliki susunan noktah antar pembuluh selang-seling dengan mulut noktah koalesen (bersambung), lebar jari-jari 1 seri dan bentuk parenkim paratrakea konfluen. Sedangkan *Phaleria* memiliki bentuk pembuluh bundar dengan diameter 142 mikron, frekuensi pembuluh 15 per mm², panjang serat 1110 mikron dan tebal dinding serat 2,6 mikron. Sel jari-jari pada *Phaleria* memiliki tinggi 603 mikron, lebar hingga 3 seri, frekuensi 21 per mm serta memiliki bentuk parenkim paratrakea vasisentrik.

Aquilaria sp. dapat dibedakan dengan *Gyrinops* sp. diantaranya berdasarkan susunan gandaan radial pembuluh. Pada *Aquilaria* sp. gandaan radialnya 2(-3-4) namun pada *Gyrinops* gandaannya 2-3-4(-8). Diameter pembuluh *Aquilaria* sp. dengan *Gyrinops* sp. berbeda (nyata), rata-rata ukuran diameter pembuluh lebih besar pada *Aquilaria* sp. namun memiliki frekuensi pembuluh per mm² lebih kecil.

Aquilaria microcarpa Baill. dan *Aquilaria malaccensis* Lamk. memiliki pembuluh yang jarang, yaitu 4 per mm² dan keduanya memiliki jari-jari heteroseluler, tetapi *Aquilaria beccariana* Van Tiegh. dapat dibedakan melalui jari-jari yang homoseluler, frekuensi pembuluh lebih besar (7 per mm²), pembuluh lebih panjang (414 mikron), dan sel serat yang lebih panjang (1262 mikron). *Aquilaria microcarpa* Baill. dapat dibedakan dengan jenis *Aquilaria* lainnya karena memiliki jari-jari yang lebih tinggi (334 mikron). *Aquilaria malaccensis* Lamk. memiliki persen soliter pembuluh paling besar dibanding dengan jenis *Aquilaria* lainnya.

Gyrinopsis cumingiana dan *Gyrinops versteeghii* memiliki persamaan ciri pembuluh gandaan 2-3-4 sel. *Gyrinops versteeghii* dapat dibedakan dari *G. cumingiana* melalui persen soliter pembuluh. *G. versteeghii* memiliki persen soliter pembuluh paling kecil yaitu 28% serta diameter pembuluh yang juga kecil, yaitu 76 mikron sedangkan *G. cumingiana* memiliki persen soliter pembuluh 43%, berdiameter pembuluh 130 mikron. Pada *Gyrinopsis cumingiana* juga ditemukan parenkim bentuk gelendong.

Untuk mengetahui perbandingan ciri anatomi antara batang dan akar, dilakukan pengamatan ciri anatomi terhadap akar dari jenis *A. malaccensis* dan *A. microcarpa*. Bagian batang *Aquilaria malaccensis* dan *Aquilaria microcarpa* keduanya memiliki persen soliter pembuluh, tinggi jari-jari dan panjang serat yang lebih besar dibandingkan bagian akar, namun diameter dan panjang pembuluh lebih kecil. Pada akar *Aquilaria microcarpa* terdapat gandaan radial hingga 6 sel, namun tidak terlihat pada bagian batang. Perbedaan-perbedaan ini diduga berhubungan dengan proses pertumbuhan sel pada pohon. Dari hasil pertelaan ini dapat dibuat kunci identifikasi, seperti pada tabel 3.

Tabel 1. Ciri anatomi lima jenis kayu penghasil gaharu dan sekerabatnya (Thymeleaceae)
 Table 1. Anatomical features of five species producing eaglewood and related species (Thymeleaceae)

Ciri anatomi (Anatomical features)	<i>Amyxa pluricornis</i>	<i>Phalera</i> sp.	<i>Aquilaria beccariana</i>	<i>Aquilaria microrpa</i>	<i>Aquilaria malaccensis</i>	<i>Gymnopsis cumingiana</i>	<i>Gymnops versteeghii</i>
A. Batas lingkar tumbuh (Growth rings)	•	•	•	•	•	•	•
B. Kulit tersisip (Included phloem)	-	-	+	+	+	+	+
C. Pembuluh (Vessel)							
1. Bentuk (Form)	Lonjong (oval)	Bundiar (Round)	Lonjong (Oval)	Lonjong (Oval)	Lonjong (Oval)	Lonjong (Oval)	Agak bundar (Slightly round)
2. Persen soliter (Solitary vessel) (%)	34	38	31	29	50	43	28
3. Pembuluh bergerombol (Clusters vessel)	Beberapa (Some)	Beberapa (Some)	Beberapa (Some)	Beberapa (Some)	Beberapa (Some)	Umum dijumpai (Common)	Beberapa (Some)
4. Pembuluh ganda (Multiple vessel)	2(-3-4)	2(3-4)	2(-3-4)	2(-3-4)	2(-3)	2-3-4(-6)	2-3-4(-8)
5. Diameter, mikron (Diameter, micron)	176±12(163-188)	142±8(134-150)	157±9(148-165)	149±10(139-159)	169±17(152-186)	130±14(116-144)	76±6(70-83)
6. Frekuensi per mm ² (Frequency per mm ²)	10	15	7	4	4	14	19
7. Panjang, mikron (Length, micron)	507±34(473-541)	340±19(321-359)	414±30(384-444)	341±26(315-367)	346±(321-370)	408±28(380-436)	314±29(285-343)
8. Noktah antar pembuluh (Intervessel pit)							

Lanjutan (Continued)

	a. Susunan (<i>Arrangement</i>)	Koalesen (<i>Codexcent</i>)	Selang-seling (<i>Alternate</i>)	Selang-seling (<i>Alternate</i>)	Selang-seling (<i>Alternate</i>)	Selang-seling (<i>Alternate</i>)	Selang-seling (<i>Alternate</i>)
	b. Diameter, mikron (<i>Diameter, micron</i>)	5,5	5,1	5,6	6,3	8,3	6,2
9.	Noktah antar pembuluh dengan jari-jari (<i>Vessel-ray pitting</i>)	= n.a.p. (=i.n.p.)	= n.a.p. (=i.n.p.)	= n.a.p. (=i.n.p.)	= n.a.p. (=i.n.p.)	= n.a.p. (=i.n.p.)	= n.a.p. (=i.n.p.)
10.	Tilosis (<i>Tylosis</i>)	+	-	-	-	-	-
11.	Endapan (<i>Deposit</i>)	-	-	-	-	-	-
Ciri anatomi (<i>Anatomical features</i>)							
D	Paratrakea (<i>Paratracheal</i>)	<i>Amyxa pluricornis</i>	<i>Phaleria</i> sp.	<i>Aquilaria beccariana</i>	<i>Aquilania microcarpa</i>	<i>Aquilaria malaccensis</i>	<i>Gyrinopsis emingiana</i>
1.	Paratrakea (<i>Paratracheal</i>)	Konfluen (<i>Confluent</i>)	Kasisentrik (<i>Vascentric</i>)	Paratrakea jarang (<i>Scanty paratracheal</i>)	Paratrakea jarang (<i>Scanty paratracheal</i>)	Paratrakea jarang (<i>Scanty paratracheal</i>)	Paratrakea jarang (<i>Scanty paratracheal</i>)
2.	Apotrakea (<i>Apoatracheal</i>)	-	-	-	-	-	-
3.	Panjang untaian sel parenkim, sel per untaian (<i>Length of axial parenchyma cell strand, cells per parenchyma strand</i>)	3-7	2-5	4-6	4-6	3-4	2-3
4.	Parankim fusiform/gelendong (<i>Fusiform parenchyma</i>)	-	-	-	-	-	+
E.	Jari-jari (<i>Ray</i>)	-	-	-	-	-	-
1.	Homostelular (<i>Homocellular</i>)	-	-	+	-	-	-
2.	Heterostelular (<i>Heterocellular</i>)	+	+	-	+	+	+
3.	Lebar, seri (<i>Width, serial</i>)	1	1-3	1	1	1	1(-2)
4.	Komposisi (<i>Composition</i>)	Sel bjr sangkar dan tegak bercampur (<i>Square and upright cells mixed</i>)	1-3 jalur sel tegak marginal (<i>1-3 rows of upright marginal cells</i>)	Sel barings, sel bjr sangkar dan sel tegak bercampur (<i>Procumbent, square and upright cells mixed</i>)	Sel bjr sangkar dan tegak (<i>Square and upright cells mixed</i>)	1-2 jalur sel tegak dan/bjr sangkar marginal (<i>1-2 rows of upright marginal cells</i>)	Sel bjr sangkar dan tegak bercampur (<i>Square and upright cells mixed</i>)

Lanjutan (Continued)

5.	Tinggi rata-rata, mikron (<i>Average height, micron</i>)	363	603	273	334	267	296	252
6.	Tinggi maksimum, mikron (<i>Maximum height, micron</i>)	675	1273	506	650	557	459	441
7.	Frekuensi per mm tangensial (<i>Frequency per tangential mm</i>)	11	21	6	6	8	7	5
F.	Serat (<i>Fiber</i>)							
1.	Noktah halaman (<i>Bordered pit</i>)	+	+	+	+	+	+	+
2.	Noktah cenderung 2 baris (<i>Tend to 2 series</i>)	+	+	-	-	-	-	-
3.	Tebal dinding, mikron (<i>Wall thickness, micron</i>)	6,1±1,2(4,8-7,3)	2,6±0,4(2,26-3)	2,7±1,3(2,6-2,8)	2,5±0,2(2,3-2,7)	2,9±0,2(2,7-3,1)	2,5±0,2(2,3-2,7)	2,2±0,2(2,0-2,4)
4.	Diameter, mikron (<i>Diameter, micron</i>)	25,6±2,1(23,4-27,8)	37,7±1,9(35,7-39,7)	38,3±1,3(37-39,7)	37,9±1,4(36,5-39,3)	39,0±1,3(37,6-40,3)	38,3±1,6(36,7-40,0)	33,6±1,2(32,4-34,8)
5.	Panjang, mikron (<i>Length, micron</i>)	1579±35(1544-1614)	1110±32(1078-1142)	1262±73(1189-1335)	1116±90,8(1025-1207)	1059±61(998-1120)	1088±47(1041-1136)	945±71(874-1016)
G.	Inklusi mineral (<i>Mineral inclusion</i>)	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan : (*Remarks*)

● = batas lingkaran tumbuh tidak jelas (*boundaries indistinct*)

+ = ada (*present*)

- = tidak ada (*absent*)

() = jarang (*rare*)

n.a.p.(*i.v.p.*) = noktah antar pembuluh (*interessel pit*)

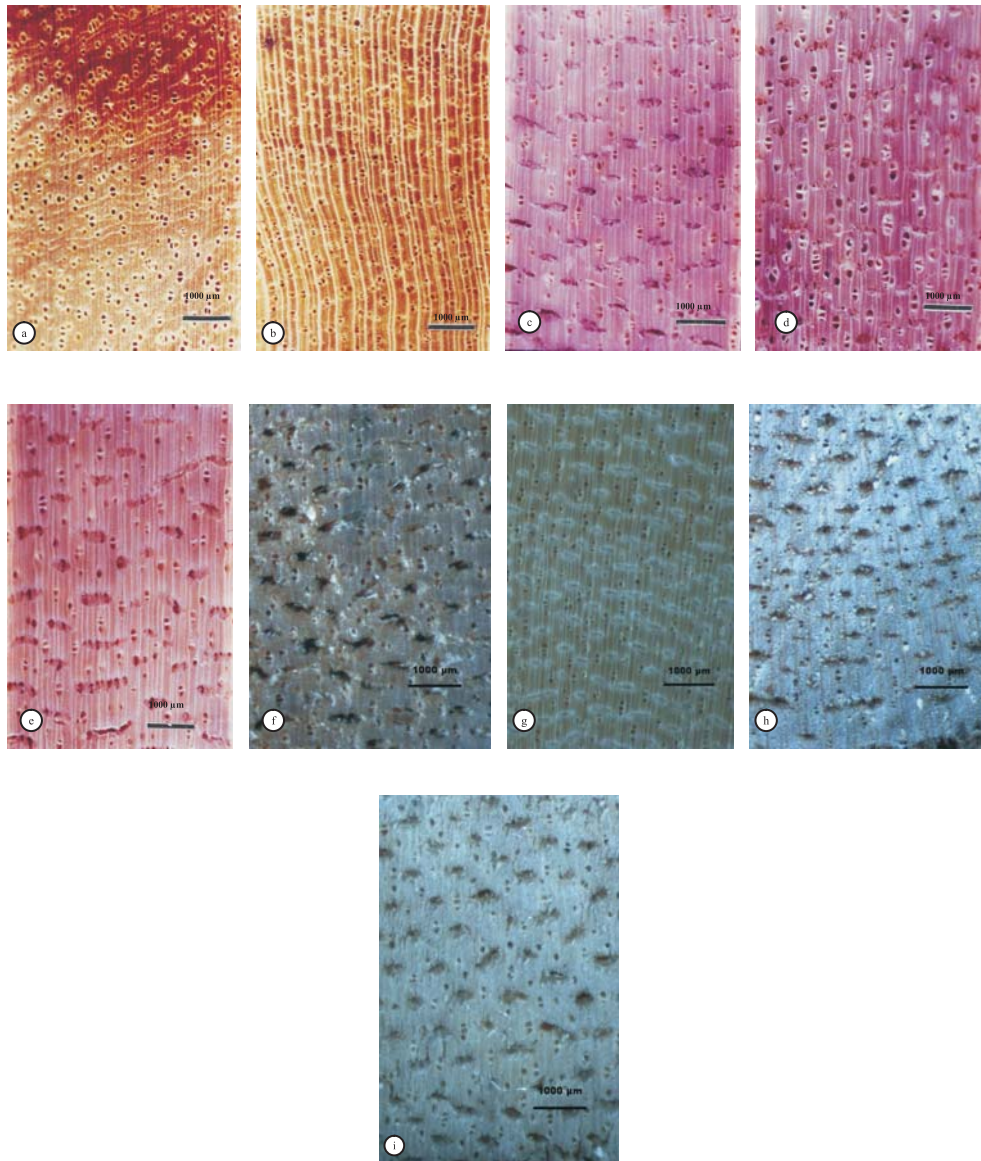
Tabel 2. Perbandingan ciri anatomi batang dan akar *Aquilaria malaccensis* dengan *Aquilaria microcarpa*
 Table 2. Comparison of stem and root anatomical features between *Aquilaria malaccensis* and *Aquilaria microcarpa*

Ciri anatomi (<i>Anatomical features</i>)	<i>Aquilaria malaccensis</i>		<i>Aquilaria microcarpa</i>	
	Batang (<i>Stem</i>)	Akar (<i>Root</i>)	Batang (<i>Stem</i>)	Akar (<i>Root</i>)
A. Batas lingkaran tumbuh (<i>Growth rings</i>)	•	•	•	•
B. Kulit tersisip (<i>Included phloem</i>)	+	+	+	+
C. Pembuluh (<i>Vessel</i>)				
1. Bentuk (<i>Form</i>)	Lonjong (<i>Oval</i>)	Lonjong (<i>Oval</i>)	Lonjong (<i>Oval</i>)	Agak bundar (<i>Slightly round</i>)
2. Porositas (<i>Porosity</i>)	Baur (<i>Diffuse</i>)	Baur (<i>Diffuse</i>)	Baur (<i>Diffuse</i>)	Baur (<i>Diffuse</i>)
3. Persen soliter (<i>Solitary vessel</i>) (%)	50	38	29	27
4. Pembuluh bergerombol (<i>Clusters vessel</i>)	Beberapa (<i>Some</i>)	Beberapa (<i>Some</i>)	Beberapa (<i>Some</i>)	Beberapa (<i>Some</i>)
5. Pembuluh gandaan (<i>Multiples vessel</i>)	2(-3)	2(-3)	2(-3-4)	2-3(-4-6)
6. Diameter rata-rata, mikron (<i>Average diameter, micron</i>)	169±17(152-186)	177±11(166-188)	149±10(139-159)	173±9(163-182)
7. Panjang rata-rata, mikron (<i>Average length, micron</i>)	346±(321-370)	384±25(358-409)	341±26(315-367)	406±31(375-437)
8. Frekuensi per mm ² (<i>Frequency per mm²</i>)	4	5	4	12
9. Bidang perforasi (<i>Perforation plates</i>)	Sederhana (<i>Simple</i>)	Sederhana (<i>Simple</i>)	Sederhana (<i>Simple</i>)	Sederhana (<i>Simple</i>)
Noktah antar pembuluh (<i>Intervessel pit</i>)				
a. Susunan (<i>Arrangement</i>)	Selang-seling (<i>Alternate</i>)	Selang-seling (<i>Alternate</i>)	Selang-seling (<i>Alternate</i>)	Selang-seling (<i>Alternate</i>)
b. Diameter, mikron (<i>Diameter, micron</i>)	8,3	6,3	6,3	5,5
10. Tilosis (<i>Tylosis</i>)	-	-	-	-
11. Endapan (<i>Deposit</i>)	-	-	-	-
D. Parenkim (<i>Parenchyma</i>)				
1. Paratrakea jarang (<i>Scanty paratracheal</i>)	+	+	+	+
2. Apotrakea (<i>Apoatracheal</i>)	-	-	-	-
Panjang untai sel parenkim, sel per untai (<i>Length of axial parenchyma cell strand, cells per parenchyma strand</i>)	3-4	3-4	4-6	3-7

Lanjutan (Continued)

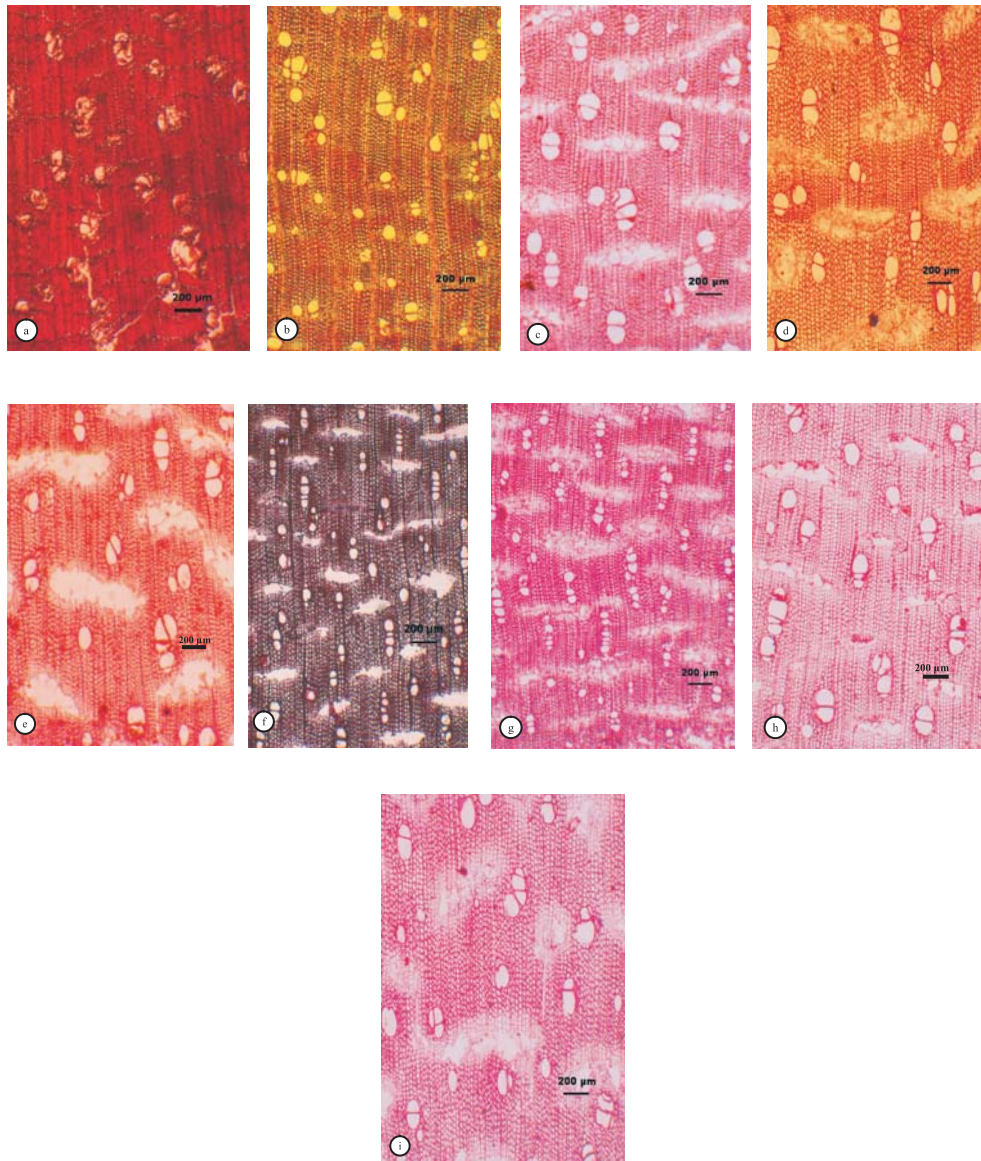
E.	Jari-jari (Ray)	Heteroseluler (Heterocellular)	Heteroseluler (Heterocellular)	Heteroseluler (Heterocellular)	Heteroseluler (Heterocellular)	Heteroseluler (Heterocellular)
1.	Tipe sel (Cell type)	1	1	1	1	1(-2)
2.	Lebar, seri (Width, seriate)	1-2 jalur sel-sel tegak dan/bjr sangkar marginal (1-2 rows of upright and/ square marginal cells)	1-2 jalur sel sel tegak dan/bjr sangkar marginal (1-2 rows of upright and/ square marginal cells)	1-2 jalur sel sel tegak dan/bjr sangkar marginal (1-2 rows of upright and/ square marginal cells)	sel baring, sel bjr sangkar dan sel tegak bercampur (procumbent, square and upright cells mixed)	1 jalur sel tegak dan/bjr sangkar marginal (1 rows of upright and/ square marginal cells)
3.	Komposisi (Composition)	267	196	334	325	
4.	Tinggi rata-rata, mikron (Average height, micron)	8	8	6	5	
5.	Frekuensi per mm tangensial (Frequency per tangential mm)					
F.	Serat (Fiber)					
1.	Tebal dinding, mikron (Wall thickness, micron)	2,8	2,6	2,6	2,3	
2.	Noktah halaman (Bordered pit)	+	+	+	+	
3.	Diameter, mikron (Diameter, micron)	39	39	37	40	
4.	Panjang, mikron (Length, micron)	1084	1021	1112	975	
G.	Saluran interseluler (Intercellular canals)	-	-	-	-	
H.	Inklusi mineral (Mineral inclusion)	-	-	-	-	

Keterangan: (Remarks) ● = batas lingkaran tumbuh tidak jelas (boundaries indistinct)
 + = ada (present)
 - = tidak ada (absent)
 () = jarang (rare)



Keterangan (*Remarks*): (a) *Amyxa pluricornis* Domke, (b) *Phaleria* Sp., (c) *Aquilaria beccariana* Van Tiegh, (d) *Aquilaria microcarpa* Baill, (e) *Aquilaria malaccensis* Lamk, (f) *Gyrinopsis cumingiana* Decne, (g) *Gyrinops versteeghii* (Gilg) Domke, (h) akar (root of) *Aquilaria microcarpa* Baill, (i) akar (root of) *Aquilaria malaccensis* Lamk

Gambar 2. Penampang lintang makroskopis (perbesaran 4 x dan 7,5 x, skala 1 mm)
Figure 2. Macroscopic cross section (magnification 4x and 7,5 x, scale bar 1 mm)



Keterangan (*remarks*): (a) *Amyxa pluricornis* Domke, (b) *Phaleria* Sp., (c) *Aquilaria beccariana* Van Tiegh, (d) *Aquilaria microcarpa* Baill, (e) *Aquilaria malaccensis* Lamk, (f) *Gyrinopsis cumingiana* Decne, (g) *Gyrinops versteeghii* (Gilg) Domke, (h) akar (*root of*) *Aquilaria microcarpa* Baill, (i) akar (*root of*) *Aquilaria malaccensis* Lamk

Gambar 3. Penampang lintang mikroskopis (perbesaran 25 x, skala 200 µm)
Figure 3. Microscopic cross section (magnification 25x, scale bar 200 µm)

Tabel 3. Kunci identifikasi
Table 3. Key of identification

1	Susunan noktah antar pembuluh umumnya selang-seling, diameter noktah antar pembuluh 5-8 mikron, serat dengan noktah berhalaman, jari-jari umumnya dominan memiliki lebar 1 seri (<i>Arrangement of intervessel pitting commonly alternate, diameters of intervessel pitting are between 5-8 micron, fibres with simple bordered pits, rays commonly 1 seriate</i>)	2
2A	Kulit tersisip ada (<i>Included pith present</i>)	3
2B	Kulit tersisip tidak ada (<i>Included pith absent</i>)	4
3A	Pembuluh ganda radial umumnya 2 dan jarang 3 sel (<i>Radial multiples vessels are commonly 2 and rarely 3 cells</i>)	<i>Aquilaria</i> sp.
3B	Pembuluh ganda radial umumnya 2-3-4 dan jarang yang lebih (6-8) sel (<i>Radial multiples vessels are commonly 2-3-4 and rarely up to (6-8) cells</i>)	5
4A	Parenkim aksial konfluen (<i>Axial parenchyma confluent</i>)	<i>Amyxa pluricornis</i>
4B	Parenkim aksial vasisentrik (<i>Axial parenchyma vasicentric</i>)	<i>Phaleria</i> sp.
5A	Lebar jari-jari 1 seri (<i>Rays width uniseriate</i>)	<i>Gyrinops versteeghii</i>
5B	Lebar jari-jari 1 sampai 2 seri (<i>Rays width 1 to 2 seriate</i>)	<i>Gyrinopsis cumingiana</i>

IV. KESIMPULAN

1. Jenis kayu Gaharu dan lainnya dari suku Thymeleaceae dapat dibedakan berdasarkan ciri anatomi kayu.
2. Semua jenis kayu yang diamati memiliki beberapa persamaan ciri, yaitu : batas lingkaran tumbuh tidak tegas; bidang perforasi sederhana; susunan noktah antar pembuluh umumnya selang-seling; noktah antar pembuluh dengan jari-jari sama dengan noktah antar pembuluh; jari-jari umumnya dominan memiliki lebar 1 seri; serat dengan noktah berhalaman.
3. Ciri utama kayu *Amyxa pluricornis* adalah tidak memiliki kulit tersisip, bentuk parenkim konfluen, memiliki dinding serat tebal, dan noktah antar pembuluh selang-seling dengan mulut noktah koalesen (bersambung).
4. Ciri utama kayu *Phaleria* sp. selain tidak memiliki kulit tersisip juga memiliki lebar jari-jari hingga 3 seri, bentuk pembuluh bundar, parenkim paratrakea vasisentrik dan jari-jari lebih tinggi dari jenis lainnya (hingga 603 mikron).
5. Ciri utama *Aquilaria* sp. memiliki kulit tersisip, pembuluh ganda radial 2-3(-4) sel, diameter pembuluh lebih besar (149-169 mikron) dibandingkan *Gyrinops* sp. namun memiliki frekuensi pembuluh per mm² lebih kecil (4-7) dibandingkan jenis lainnya.
6. Ciri utama *Aquilaria beccariana* memiliki jari-jari homoseluler dan memiliki pembuluh dan serat yang lebih panjang dari *Aquilaria* lainnya.

7. Ciri utama *Aquilaria microcarpa* memiliki pembuluh yang jarang, yaitu 4 per mm², jari-jari heteroseluler dan jari-jari yang lebih tinggi dari *Aquilaria* lainnya.
8. Ciri utama *Aquilaria malaccensis* Lamk. memiliki persen soliter pembuluh paling besar dibanding dengan jenis *Aquilaria* lainnya.
9. Ciri utama *Gyrinopsis cumingiana* memiliki kulit tersisip, pembuluh ganda umumnya 2-3-4 sel dan jarang yang 6 sel, panjang utas parenkim 3-4 sel dan ditemukan parenkim bentuk gelendong.
10. Ciri utama *Gyrinops versteeghii* selain memiliki kulit tersisip dan pembuluh ganda yang umumnya juga 2-3-4 sel dan jarang yang 8 sel, memiliki persen soliter pembuluh paling kecil yaitu 28% serta diameter pembuluh yang juga kecil, rata-rata kurang dari 100 mikron.
11. Batang *Aquilaria malaccensis* dan *Aquilaria microcarpa* mempunyai persen pembuluh soliter, tinggi jari-jari dan panjang serat lebih besar dibandingkan bagian akar, namun diameter dan panjang pembuluh lebih kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir. Y.I. Mandang yang telah banyak membantu dan memberikan masukan yang sangat berarti. Terima kasih juga disampaikan kepada Usep Sudarji, dan Tuti sebagai teknisi laboratorium.

(Acknowledgement)

The author would like to thank to Ir. Y.I Mandang for his invaluable help and suggestions. Thank you also to Usep Suddarji and Tuti, as laboratory technicians.)

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. Rekomendasi strategi generik pengembangan industri gaharu. Biro Kerjasama Luar Negeri dan Investasi. Sekretariat Jenderal. Departemen Kehutanan.
- Anonim. 1960. Flora malesiana. Series I. Spermatophyta Flowering Plants. Vol 6, part 6. Wolters-Noordhoff Publishing, Groningen, The Netherlands.
- Balfas, J. 2009. Kandungan resin pada kayu gaharu tanaman. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 27(3):235-244. Bogor.
- Mandang, Y.I. dan B. Wiyono. 2002. Anatomi kayu gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) dan beberapa jenis sekerabat. Bulletin Penelitian Hasil Hutan 20(2):107-126. Bogor.
- Mattjik, A. A. dan M. Sumertajaya. 2002. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Jilid I. IPB PRESS. Bogor.
- Metcalfe, C.R. dan L. Chalk. 1950. Anatomy Of The Dicotyledones. Oxford At The Clarendon Press. P. 317-326.
- Sass J.E. 1961. Botanical microtechnique. The IOWA State University Press.

- Tesoro, F.O. 1989. Methodology for Project 8 on *Corypha* and *Livistona*. FPRDI, College, Laguna, Philippines.
- Wheeler, E.A., P. Gasson, and P. Baas. 1989. IAWA list of microscopic features for hard wood identification. IAWA Bull. N.s.10(3): 219-232