**KEANEKARAGAMAN JENIS JAMUR YANG POTENSIAL
DALAM PEMBENTUKAN GAHARU DARI BATANG *Aquilaria* spp.
(Biodiversity of Potential Agarwood Inducer Fungi Taken from *Aquilaria* spp. Stems)**

Oleh / By:

Luciasih Agustini, Dono Wahyuno, dan/and Erdy Santoso

ABSTRACT

*Agarwood formation is a unique phenomenon. It is believed as results of combinations of some factors, i.e. plant physiology, fungal infection and so on. A number of agarwood potential inducers fungi were obtained from some materials collected from various areas. The objective of the study was to identify the fungi, to find out diversity of the fungal species. The materials were collected from several agarwood plantations in Java, Sumatera, Kalimantan, and Malucas. Prior to identification, the fungi were isolated, purified and propagated in various synthetic media. Identification was conducted by observing macroscopic and microscopic characteristics of isolates that had been cultured mainly on PDA and BLA media, incubated in room temperature and exposed to 300-400 lux light for 10-14 days. The identification results showed that three *Fusarium* species, *Fusarium solani* (Mart.) Appell and Walenw., *F. tricinctum* (Corda) Sacc., *F. sambucinum* Fuckel. and *Cylindrocarpon* species were the main fungi obtained from the samples.*

Key words : Biodiversity, Fusarium, Cylindrocarpon, macroscopic and microscopic characteristic

ABSTRAK

Terbentuknya gaharu diyakini sebagai respon pohon gaharu terhadap banyak faktor, di antaranya fisiologis tanaman dan infeksi jamur. Sejumlah isolat jamur yang berpotensi menginduksi gaharu telah diisolasi dari sampel kayu gaharu dari berbagai daerah. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui keanekaragaman jenis isolat yang berhasil dikoleksi. Sampel kayu diambil dari beberapa lokasi penanaman gaharu di Jawa, Sumatera, Kalimantan, dan Maluku. Kegiatan isolasi, pemurnian, dan perbanyakan dilakukan dengan menumbuhkan pada berbagai media. Identifikasi dilakukan dengan mengamati ciri makroskopis dan mikroskopis isolat yang dibiakkan pada media PDA dan BLA yang diinkubasi pada suhu ruang dengan pencahayaan 300-400 lux selama 10-14 hari. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa biodiversitas isolat koleksi meliputi jenis *Fusarium solani* (Mart.) Appell and Walenw., *F. tricinctum* (Corda) Sacc., *F. sambucinum* Fuckel, dan *Cylindrocarpon* sp.

Kata kunci: Keanekaragaman, Fusarium, Cylindrocarpon, ciri makroskopis dan mikroskopis

I. PENDAHULUAN

Genus *Aquilaria* merupakan tanaman yang menjadi sumber utama penghasil gaharu, selain *Gyrinops* sp., *Ganystylus* sp., dan *Aetoxylon symptetallum*. Gaharu yang diperdagangkan dalam bentuk gubal, *chips*, serbuk, dan minyak (hasil penyulingan) merupakan hasil hutan yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Negara-negara di Timur Tengah, Taiwan, dan Jepang mengimpor gaharu yang selanjutnya digunakan sebagai bahan parfum, dupa, bahkan untuk kepentingan medis (pengobatan alternatif). Bervariasinya pemanfaatan gaharu ini didukung oleh beragamnya karakteristik produk

gaharu yang diperdagangkan. Penggolongan kualitas gaharu dan produk turunannya ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain aroma (*fragrance*), kerapatan kayu, kemurnian produk, kandungan resin, warna, dan ukuran (Barden *et al.*, 2000).

Berdasarkan data dari *United Nation Environment Programme-Wood Component Manufacture Association* (UNEP-WCMA) *Convention on International Trade in Endangered Species* (CITES), lebih dari 95 % gaharu yang diperdagangkan di Singapura berasal dari Indonesia dan Malaysia. Namun demikian pasokan gaharu Indonesia cenderung tidak stabil, mengingat gaharu yang

diperdagangkan masih bersumber pada pengumpulan gaharu yang terbentuk secara alami di hutan. Cara seperti ini, di samping menyebabkan ketidakstabilan pasokan gaharu Indonesia di pasar internasional, juga mengakibatkan kelangkaan pohon penghasil gaharu. *Aquilaria malaccensis* (Lamk), salah satu spesies penghasil gaharu yang utama, telah dikategorikan sebagai spesies yang langka, sehingga pada tahun 1994 dimasukkan ke dalam *Appendix II* CITES. Hal ini disebabkan oleh perilaku para pengumpul gaharu yang cenderung menebang pohon *Aquilaria*, meskipun belum dipastikan mengandung gaharu. Kelangkaan spesies ini, mungkin akan dialami oleh spesies-spesies penghasil gaharu lainnya, karena diduga hanya sekitar 10 % dari *Aquilaria* dewasa, dengan diameter lebih dari 20 cm, yang menghasilkan gaharu (Gianno, 1990 dalam Donovan dan Puri, 2004). Oleh karena itu, untuk menjamin kesinambungan produksi gaharu dan menyelamatkan spesies-spesies penghasil gaharu dari kelangkaan, telah diupayakan induksi pembentukan gaharu secara buatan pada tanaman *Aquilaria*.

Gaharu terbentuk karena adanya produksi dan akumulasi senyawa resin di dalam jaringan batang tanaman penghasil gaharu. Produksi resin ini merupakan bagian dari mekanisme pertahanan tanaman terhadap serangan hama dan jamur patogen (Raffa *et al.*, 1985). Secara alami, *Aquilaria* dapat terinfeksi oleh sejumlah jamur, antara lain *Aspergillus* spp., *Botryodiplodia* spp., *Diplodia* spp., *Fusarium bulbigenum* Wt., *F. laterium* Ness, *F. oxysporum* Schlecht. emend. Syd and Hansen, *F. solani* (Mart.) Appel and Wollenw. Emend Syd and Hansen, *Penicillium* spp., dan *Pythium* spp. (Soehartono dan Mardiatuti, 1997 dalam Barden *et al.*, 2000). Sedangkan menurut Daijo dan Oller (2001) gaharu disebabkan oleh *Phialophora parasitica* Ajello, L.K. Georg, and Wang.

Laboratorium Mikrobiologi Hutan – Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam memiliki koleksi isolat jamur dari batang *Aquilaria* dari berbagai lokasi yang belum teridentifikasi. Mengingat beragamnya jenis jamur yang berpotensi menginduksi pembentukan gaharu, maka perlu dilakukan identifikasi terhadap isolat-isolat koleksi ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang keanekaragaman jenis koleksi isolat jamur dari batang *Aquilaria* yang menunjukkan gejala pembentukan gaharu, yang selanjutnya akan digunakan dalam uji inokulasi di lapangan.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Identifikasi koleksi isolat jamur dari beberapa batang *Aquilaria* spp. dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Hutan dan Laboratorium Penyakit Tanaman - Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, dari bulan Maret 2004-Februari 2005.

B. Bahan dan Metode

1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat jamur yang diperoleh dari batang *Aquilaria* yang telah menunjukkan pembentukan gaharu secara alami di lapang. Batang *Aquilaria* diambil dari beberapa tanaman gaharu yang terdapat di Jawa, Kalimantan, Maluku, dan Sumatera (Tabel 1).

Media yang digunakan untuk isolasi, perbanyakan, dan memacu pembentuk struktur reproduksi/morfologi cendawan yang diperoleh adalah media Agar Air (*Water Agar*; 2 % agar); media Agar Kentang Dekstrosa (PDA/*Potato Dextrose Agar*); dan media BLA (*Banana Leaf Agar*). Larutan pewarna *lactophenol cotton blue* digunakan untuk memperjelas ciri morfologi cendawan saat diamati di bawah mikroskop.

Tabel (Table) 1. Daftar isolat yang diamati (*List of observed isolates*)

No.	Kode isolat (<i>Isolate code</i>)	Asal lokasi (<i>Sampling location</i>)	No.	Kode isolat (<i>Isolate code</i>)	Asal lokasi (<i>Sampling location</i>)
1	Ga-1	Kalimantan Tengah	8	Ga-5	Kalimantan Timur
2	Ga-2	Maluku	9	Ga-6	Belitung
3	Ga-3	Jawa Barat	10	Ga-7a	Riau
4	Ga-4a	Kalimantan Selatan	11	Ga-7b	Riau
5	Ga-4b	Kalimantan Selatan	12	Ga-8a	Bengkulu
6	Ga-4c	Kalimantan Selatan	13	Ga-8b	Bengkulu
7	Ga-4d	Kalimantan Selatan	14	Ga-9	Jambi

2. Metode

Sebelum dilakukan perbanyakan dan pengamatan morfologi, masing-masing isolat dimurnikan. Pemurnian isolat dilakukan dengan cara isolasi *single spore* yaitu mensuspensikan sampel biakan jamur dari cawan petri pada seri pengenceran (10^{-5} konidia/ml), kemudian dituang pada media WA secara merata. Kultur diinkubasi 24 jam pada suhu kamar. Melalui pengamatan dengan mikroskop, konidia tunggal yang berkecambah dipindahkan ke medium PDA.

Bentuk dan karakteristik konidofor (phialide) diamati dengan *slide culture*, yang dibuat dengan cara mengambil sejumlah kecil koloni jamur pada medium PDA (ukuran $\pm 0,3 \text{ cm}^2$), lalu diletakkan pada *object glass* dan ditutup dengan *cover glass*. *Slide culture* diletakkan pada cawan petri steril yang dipertahankan kelembabannya, dengan meletakkan *tissue/kertas saring* yang telah dibasahi dengan *aquadest* steril. Setelah diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu kamar, *slide culture* dilihat di bawah mikroskop.

Bentuk dan ukuran makro dan mikrokonidia diamati berdasarkan isolat yang ditumbuhkan pada BLA. Pada media alami ini struktur sporodokia, juga makrokonidia yang dibentuknya dapat diamati. BLA dibuat sesuai dengan metode Nelson *et al.* (1983) dengan cara meletakkan potongan daun pisang berukuran $\pm 1 \text{ cm}^2$ yang telah disterilisasi pada temperatur 121°C pada cawan petri yang berisi media WA. Cuplikan koloni

isolat jamur diletakkan di antara potongan daun pisang tersebut (Gambar 1). Kultur diinkubasi 10-14 hari pada suhu kamar dengan pencahayaan 300-400 lux. Koloni jamur yang tumbuh pada permukaan daun pisang diamati di bawah mikroskop.

Gambar (Figure) 1. Isolat *Fusarium* sp. pada media BLA (*Fusarium* sp. isolate on BLA medium)

Laju pertumbuhan koloni diamati dengan cara menumbuhkan masing-masing isolat pada media PDA di cawan petri, yang diinkubasi pada suhu kamar dan diletakkan di bawah cahaya. Diameter koloni yang terjadi diukur secara vertikal dan horizontal selama tujuh hari. Warna dan ada tidaknya *aerial hifa* ditentukan pada hari ke tujuh.

Berdasarkan hasil uji pengamatan pendahuluan, isolat yang diperoleh kemungkinan merupakan kelompok dan kerabatnya, maka identifikasi isolat

didasarkan pada kunci identifikasi Nelson *et al.* (1983), dengan ditunjang kunci identifikasi yang diusulkan oleh Booth (1971), *Fuskey - Fusarium Interactive Key* (Seifert, 1996) dan *The Genus Cylindrocarpon* (Booth, 1966). Penentuan warna koloni mengacu pada *A Mycological Colour Chart* (Rayner, 1970).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan gubal pada gaharu merupakan proses yang rumit dan mungkin sangat kompleks. Chung dan Purwayanti (1999) menyatakan, pembentukan gubal merupakan proses yang berkaitan dengan penyakit yang berlangsung di dalam batang atau cabang utama, yang biasanya berkaitan jamur, luka atau serangga penggerek. Sedangkan menurut Isnaini *et al.* (2005) gaharu merupakan respon tanaman terhadap adanya infeksi patogen, luka atau *stress* yang dialami oleh tanaman. Tanaman yang diinokulasi dengan *Acremonium* yang dikombinasi dengan perlakuan *stress* karena faktor abiotik mampu menghasilkan gaharu lebih cepat daripada tanaman yang diperlakukan dengan abiotik saja atau biotik saja (Isnaini *et al.*, 2005).

Hasil isolasi yang dilakukan terhadap beberapa contoh gaharu yang diperoleh dari berbagai lokasi di Indonesia, jamur dari kelompok *Fusarium* merupakan jenis yang relatif sering ditemukan pada batang gaharu. Hasil isolasi yang telah dilakukan, ada dua genus yang diperoleh, yaitu *Fusarium* dan *Cylindrocarpon*. Kedua genera ini memiliki kesamaan morfologi yang sangat mirip, tetapi Booth (1966) memisahkan *Cylindrocarpon* karena karakteristik pangkal konidia yang relatif tumpul dan tidak memiliki *hock/foot cell* yang jelas seperti pada *Fusarium*. *Fusarium* mudah dikenal dengan ciri utama konidianya yang berbentuk bulan sabit (*fusoid*). Sedangkan karakteristik dari warna dan kecepatan tumbuh koloni, bentuk makro

dan mikrokonidia beserta ukurannya, dan karakteristik dari klamidospora merupakan karakter yang berguna untuk membedakan spesies *Fusarium* (Nelson *et al.*, 1983).

Untuk mengamati ciri morfologi *Fusarium* secara lengkap, biakan pada medium PDA tidak dapat memunculkan ciri yang diperlukan untuk identifikasi secara lengkap. Ciri utama untuk identifikasi *Fusarium* yang benar, yaitu adanya makrokonidia yang dibentuk dari sporodokia, diperoleh pada biakan jamur pada media BLA yang diekspos terhadap cahaya. Pengaruh cahaya terhadap sporulasi jamur sangat kompleks dan bervariasi. Hawker (1971) melaporkan bahwa beberapa spesies *Fusarium* yang dibiakkan dalam cawan petri menunjukkan zona produksi makrokonidia sebagai respon terhadap cahaya. Cahaya ini menginduksi pertambahan panjang dan jumlah septa makrokonidia pada beberapa jenis spesies *Fusarium*. Adapun media PDA hanya dapat menginduksi morfogenesis makrokonidia dari aerial miselia. Seifert (1996) menyatakan bahwa makrokonidia harus diamati dari koloni yang tumbuh pada media SNA (*Synthetic Nutrient Agar*), CLA (*Carnation Leaf Agar*), atau BLA. Makrokonidia yang dibentuk koloni pada media PDA dipergunakan sebagai alternatif terakhir, karena makrokonidia yang dibentuk pada aerial miselia cenderung sangat bervariasi.

Tiga spesies *Fusarium* yang berhasil diisolasi dari *Aquilaria* spp. yaitu *Fusarium solani* (Mart.) Appel & Wollenw., *Fusarium tricinctum* (Corda) Sacc., dan *Fusarium sambucinum* Fuckel. Di antara ketiga spesies tersebut, *F. solani* merupakan spesies yang paling banyak ditemukan. *Fusarium solani* dibedakan dengan *F. sambucinum*, antara lain berdasarkan karakter kelimpahan dan bentuk mikrokonidianya. Sedang *F. solani* dapat dibedakan dengan *F. tricinctum* berdasarkan karakter bentuk makrokonidianya juga bentuk mikro-

konidianya yang relatif lebih besar untuk *F. solani* dan mikrokonidianya umumnya berbentuk elips. Banyak spesies dari *Fusarium* merupakan jamur yang kosmopolitan, sehingga untuk membedakan spesies *Fusarium* merupakan hal yang kompleks, karena variasi yang ditemukan dalam satu spesies sangat besar. Untuk jenis/*strain* yang patogenik, tanaman inang dapat digunakan untuk membantu dalam mengidentifikasi, tetapi untuk yang saprofit atau yang patogen lemah memerlukan pengamatan yang menyeluruh.

Keberadaan *F. solani* pada *Aquilaria* spp. memerlukan perhatian yang lebih, karena beberapa *strain F. solani* merupakan patogen penting pada tanaman, walaupun banyak *strain* dari kelompok ini yang bersifat sebagai saprofit. Keberadaan *Fusarium* spp. pada gaharu sudah pernah dilaporkan pada penelitian sebelumnya. Chung dan Purwayanti (1999) menduga, pembentukan gaharu dimulai oleh infeksi cendawan patogen, yang mengakibatkan tanaman menjadi lemah, dan infeksi oleh cendawan saprofit memacu terbentuknya gaharu. Adapun penelitian Sidiyasa dan Suharti (1987) menyatakan bahwa berbagai jenis jamur seperti *Diplodia* sp., *Pythium* sp., dan *F. solani* berperan dalam pembentukan resin gaharu. Umboh *et al.* (2000) menggunakan jamur *F. oxysporum*, *F. solani*, *Scytallidium* sp., *Libertella* sp., dan *Trichoderma* sp. untuk memacu terbentuknya gubal pada *A. malaccensis* dan *A. crassna* Pierre ex Laconte. Sedangkan Parman *et al.* (1996) menemukan jamur penyebab terbentuknya gubal gaharu pada pohon ketimunan (*Gyrinops versteghii*) adalah *F. lateritium* Nees:Fr dan *Popullaria* sp. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa *F. solani* yang dominan, merupakan cendawan yang bersifat kosmopolit. Sedang adanya perbedaan spesies *Fusarium* yang ditemukan yaitu *F. tricinctum* dan *F. sambucinum* dengan laporan hasil penelitian sebelumnya, mungkin berkaitan

dengan lokasi, saat pengambilan sampel, dan juga kondisi ekologi dari masing-masing lokasi. Hal ini berkaitan dengan habitat *Fusarium* yang sangat luas, bahkan beberapa spesies di antaranya berperan sebagai endofit pada tanaman tahunan. Bettucci *et al.* (1999) mendapatkan *F. anthophilum* (A. Braun) Wollenw., *F. graminearum* Scwabe, *Fusarium* sp. yang ditemukan pada jaringan *Eucalyptus globules* Labill dan *E. grandis* W. Hill ex Maiden yang sehat maupun yang menunjukkan gejala luka pada bagian kulitnya di Uruguay.

Hasil identifikasi terhadap koleksi isolat (Lampiran 1) menunjukkan *F. solani* diperoleh dari gaharu yang ditanam di Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Belitung, Riau, dan Bengkulu. *F. tricinctum* diperoleh dari Jawa Barat, Maluku, dan Kalimantan Selatan; sedangkan *F. sambucinum* terbatas hanya di Kalimantan Selatan. Adanya variasi penyebaran spesies *Fusarium* mungkin berkaitan dengan kondisi ekologis atau musim dari masing-masing lokasi di mana sampel diperoleh. Untuk mendapatkan gambaran yang jelas berkaitan dengan pola penyebaran ini, uji selanjutnya berupa inokulasi buatan perlu dilakukan. Gaharu pada umumnya ditemukan di dataran rendah pada hutan primer maupun sekunder, tetapi tanaman ini sebenarnya mampu tumbuh hingga 700 m dpl (Chung dan Purwaningsih, 1999). Menurut Booth (1971); Nelson *et al.* (1983) *F. solani*, *F. tricinctum*, dan *F. sambucinum* merupakan spesies yang kosmopolit.

Dua isolat *Cylindrocarpon* yang ditemukan, kemungkinan merupakan jamur kontaminan yang menempel pada kulit batang gaharu. Peranan *Cylindrocarpon* yang ditemukan sampai saat ini belum diketahui karena laporan mengenai keberadaan jamur ini masih sangat terbatas. Tetapi banyak spesies dari jamur ini yang bersifat sebagai saprofit pada jaringan yang telah mati

(Booth, 1966; Ellis dan Ellis, 1997). Berdasarkan pada karakter morfologinya (Lampiran 1 dan Lampiran 2), kemungkinan kedua isolat berasal dari spesies yang berbeda.

Isolat yang diperoleh disimpan di Laboratorium Mikrobiologi Hutan - Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam untuk diuji pada kegiatan lebih lanjut.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil identifikasi koleksi jamur hasil isolasi dari beberapa lokasi penanaman gaharu di Jawa, Kalimantan, Maluku, dan Sumatera diperoleh tiga spesies *Fusarium* yaitu *F. solani* (Mart.) Appell and Wallenw., *F. tricinctum* (Corda) Sacc., dan *F. sambucinum* Fuckel, serta *Cylindrocapon* spp.

Untuk menentukan efektifitas isolat-isolat tersebut dalam menginduksi pembentukan gaharu perlu dilakukan uji inokulasi pada tanaman penghasil gaharu di lapangan dan respon tanaman dievaluasi secara berkala.

DAFTAR PUSTAKA

- Barden, A., N. Awang Anak, T. Mulliken, dan M. Song. 2000. Heart of the matter: Agarwood use and trade and CITES implementation for *Aquilaria malaccensis*. TRAFFIC Network.
- Bettuci, L., R. Alonso and S. Tiscornia. 1999. Endophytic mycobiota of healthy twigs and the assemblage of species associated with twig lesions of *Eucalyptus globules* and *E. grandis* in Uruguay. Mycol. Res 103: 468-472.
- Booth, C. 1966. The genus *Cylindrocapon*. Commonwealth Mycological Institute, England.
- Booth, C. 1971. The Ggnus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, England.
- Chung, R.C.K. dan Purwaningsih. 1999. *Aquilaria malaccensis* Lamk. (Eds) L.P.A. Oyen dan N.X. Dung. Plant Resources of South East Asia 19. Essential Oil Plants. Prosea. Bogor Indonesia 64-67 pp.
- Daijo, V. dan D. Oller. 2001. Scent of earth. URL: <http://store.yahoo.com/scent-of-earth/alag.html> [diakses: 5 Februari 2001]
- Donovan, D.G. dan R.K. Puri. 2004. Learning from traditional knowledge of non-timber forest products: Penan Benauli & The autecology of *Aquilaria* in Indonesian Borneo. Ecology & society 9(3): 3.
- Ellis, M.B. dan J.P. Ellis. 1997. Microfungi on land plants. The Richmond Publishing Co Ltd. England.
- Hawker, L.E. 1971. The physiology of reproduction in fungi. Hafner Publishing Company, New York.
- Isnaini, Y., M.S. Sinaga, M.I.J. Umboh. 2005. Induced agarwood formation using fungal inoculation and abiotic factor. Int. Conference of Crop Security, Malang. (Abstract).
- Nelson, P.E., T.A. Tousson, dan W.F.O. Marasas. 1983. *Fusarium* species - An illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University Press. University Park & London.
- Parman, T. Mulyaningsih, dan Y.A. Rahman. 1996. Studi etiologi gubal gaharu pada tanaman ketimunan. Makalah Temu Pakar Gaharu di Kanwil Dephut Provinsi NTB, Mataram, 11-12 April 1996.
- Raffa, K.F, A.A. Berryman, J. Simasko, W. Teal, dan B.L. Wong. 1985. Effect of grand fir monoterpenes on the fir engraver, *Scolytus ventralis*, and its symbiotic fungus. Environ Entomol 14: 552-556.
- Rayner, R.W. 1970. A mycological colour chart. Commonwealth Mycological Institute & British Mycological Society, England.

- Seifert, K. 1996. Fuskey – Fusarium interaktif key. Agriculture & Agri-Food Canada. URL: <http://www.ctu.edu.vn/colleges/agri/gtrinh/fuskey.pdf>. [diakses: 11 September 2004].
- Sidiyasa, K. dan M. Suharti. 1987. Jenis-jenis tumbuhan penghasil gaharu. Makalah Utama Diskusi Pemanfaatan Kayu Kurang Dikenal. Cisarua, Bogor, 13-14 Januari 1987.
- Umboh, M.I.J, G. Rahayu, dan H. Affandi. 2000. Upaya peningkatan produksi gubal gaharu: mikrop-ropagasi *Aquilaria* sp. dan upaya peningkatan bioproses gubal gaharu. Laporan Riset Unggulan Terpadu V Bidang Teknologi Perlindungan Lingkungan. Jakarta: Kantor Menteri Negara Riset & Teknologi.

Lampiran (Appendix) 1. Rekapitulasi karakter morfologi jamur hasil isolasi dari *Aquilaria* sp. (Recapitulation of morphological characters of fungi isolated from *Aquilaria* spp.)

Karakter	Isolat						
	Ga-1	Ga-2	Ga-3	Ga-4a	Ga-4b	Ga-4c	Ga-4d
I. Koloni (PDA)							
Pertumbuhan (mm; Ø 7 hari)	63	64	53	54	58	61	65
Aerial miselium	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Warna (tampak belakang)	Putih, buff	Peach	Peach, saffron	Putih, Cream	Salmon, saffron	Scarlet, bay	Putih, Cream
II. Makrokonia							
Sporodokia	Ada;	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Warna	Hyaline	Hyaline	Hyaline	hyaline	Hyaline	Hyaline	Hyaline
Bentuk tipe *)	C-D	C-D	C-E	C-E	C	C-D	C
Dimensi (µm)	87,5 x 2,5	50 - 62 x 3,75 - 5	32,5 - 57,5 x 3	48 - 55 x 2,5 - 3,8	45 - 55 x 3,75	65 - 80 x 4,5 - 5	40 - 65 x 3 - 4
Jumlah septa	4	5	3 - 6 (dominan 3)	4 - 6	4 - 5 (dominan 4)	5-6	4-7 (dominan 5-6)
Bentuk basal sel	Foot shaped	Foot shaped	Blunt	Foot shaped	Foot shaped	Foot shaped	Foot shape
Bentuk apical sel	Hooked	Blunt	Blunt	Blunt	Blunt	Blunt	Blunt
III. Mikrokonia							
Kelimpahan relatif	Banyak	Banyak	Banyak	Banyak	Banyak	Sedikit	Banyak
Letak	Di ujung	Di ujung	Di ujung	Di ujung	Di ujung	In head	In head
Bentuk	Elips, oval	Elips, oval	Oval, elips	Bulat, oval	Oval, elip	Elips, allantoid	Elipsoid, oval
Dimensi (µm)	7,5 - 12,5 x 2 - 2,5	4 - 0 x 1,5 - 2,5	2,5 - 5 x 1,3 - 2,5	7,5 - 10 x 1 - 2,5	3 - 10 x 2,5 - 5	10 - 12,5 x 2,5	2,5 - 5 x 2,5
Konidiofor	Simple, bersepta 1-2	Simple, bersepta 3-4	Simple, bercabang	Simple	Simple	Simple, bercabang	Simple, bercabang
IV. Klamidospora							
Klamidospora	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Susunan	Tunggal, bergerombol	Berpasangan	Tunggal, berpasangan, dalam rantai 3-4	Tunggal, berpasangan	Tunggal (dominan), berpasangan	Berpasangan, rantai 3-4	Berpasangan
Species	<i>F. xylaroides</i>	<i>F. tricinatum</i>	<i>F. tricinatum</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. tricinatum</i>	<i>F. tricinatum</i>	<i>F. solani</i>

Lampiran (Appendix) 1. Lanjutan (Continued)

Karakter	Isolat						
	Ga-5	Ga-6	Ga-7a	Ga-7b	Ga-8a	Ga-8b	Ga-9
I. Koloni (PDA)							
Laju pertumbuhan (Ø 7 hari)	62	51	63	50	61	48	65
Aerial miselium	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Warna (tampak belakang)	Peach, ada juring berwarna apricot; scarlet	Cream / Putih / Buff	Rosy buff	Buff	Cream	Cream ; Buff	Cream; buff
II. Makrokonidia							
Sporodokia	Ada	Tidak ada	Ada	Ada	Ada	Tidak ada	Ada
Warna	Hyaline	Hyaline	Hyaline	Hyaline	Hyaline		Hyaline
Bentuk tipe *)	C-D	C-E	C	C	C-D		
Dimensi (µm)	50 – 7,5 x 5,6 – 7,5	17-25 x 2,4	47,5 – 62,5 x 3,5	37,5 – 45 x 2,5 – 4	50 – 60 x 3,5 – 5	25 – 30 x 4 – 5	20 – 30 x 2,4 – 3,6
Jumlah septa	5 – 7 (Dominan: 5)	1 – 3	5 – 6	3 – 5	4 – 6	1-3	4 – 7
Bentuk basal sel	Foot shaped	Membulat	Foot shaped	Foot shaped	Foot shaped	Membulat	Membulat
Bentuk apical sel	Membulat	Membulat	Membulat	Membulat	Hooked	Membulat	Membulat
III. Mikrokonidia							
Kelimpahan relatif	Banyak	Banyak	Banyak	Banyak	Sedikit	Sedikit	Tidak ada
Letak	Di ujung	Di ujung	Di ujung	Di ujung	Di ujung		-)
Bentuk	Bulat, oval	Bulat, oval	Oval	Oval (ada yang bersepta 1);	Oval	oval	-)
Dimensi (µm)	5 – 7,5 x 2,5	3 – 12 x 2,5	2,5 – 5 x 2,5	2,5 – 7,5 x 1 – 1,5	5 – 7,5 x 1,5 – 2,5	Simple bercabang	-)
Konidiofor	Simple	Simple	Simple panjang, bersepta 1-3	Simple	Simple		
IV. Klamidospora							
Klamidospora	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada	Ada
Susunan	Berpasangan, berantai	Berpasangan, berantai 3-4	Tunggal, berpasangan	Tunggal, berpasangan	Bergerombol	Simple, pairs	Terminal, interkalari;
Species	<i>F. tricinatum</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. solani</i>	<i>Cylindrocarpon</i>	Simple, pairs
*) Berdasarkan pada Seifert (1996)							
-) Tidak teramati							

Lampiran (Appendix) 2. Makro konidia dan mikrokonidia *Fusarium* dan *Cylindrocarpon* dari *Aquilaria* spp. (A) Isolat Ga-1 dan mikrokonidia (insert); (B) Isolat Ga-8b; (C) Isolat Ga-9; (D) Isolat Ga-2; (E) Isolat Ga-4d; (F) Isolat Ga-5; (G) Isolat Ga-3; (H) Isolat Ga-8a dan (I) Isolat Ga-4a. [Macroconidia and microconidia of *Fusarium* and *Cylindrocarpon* were obtained from *Aquilaria* spp. (A) Ga-1 isolate and its microconidia (insert); (B) Ga-8b isolate; (C) Ga-9 isolate; (D) Ga-2 isolate; (E) Ga-4d isolate; (F) Ga-5 isolate; (G) Ga-3 isolate; (H) Ga-8a isolate and (I) Ga-4a isolate]