

SIFAT-SIFAT BIOKIMIAWI DAN FABRIKASI *GANODERMA*,
JAMUR PATOGEN POHONAN

*BIOCHEMICAL CHARACTERS AND MANUFACTURE OF GANODERMA,
AN ARBOREAL FUNGAL PATHOGEN*

Agus Susanto

Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan

ABSTRACT

Besides as a cause of tree diseases, Ganoderma is also a medicine for human health. Ganoderma used as medicine is Ganoderma lucidum. This fungus contains polysaccharides, terpenoid, ganoderic acid, germanium, protein, adenosine, and fiber. All of these materials have the following properties: antitumor activities, increase of oxygen in brain, balance of bioelectric function, decrease of cholesterol and glucose concentration in blood, detoxification of poison, etc. Because of that, Ganoderma is used to cure diabetes, stroke, hypertension, and it is used as a tonic to promote good health in old age.

Key words: Ganoderma lucidum, medicine

INTISARI

Ganoderma selain dikenal sebagai penyebab penyakit pohon-pohonan, juga dikenal sebagai obat bagi kesehatan manusia. *Ganoderma* yang digunakan sebagai obat ini sebagian besar adalah *Ganoderma lucidum*. Jamur ini mengandung polisakarida, terpenoid, asam ganoderik, germanium, protein, adenosin, dan serat. Bahan-bahan tersebut secara keseluruhan bersifat antitumor, meningkatkan oksigen dalam otak, menyeimbangkan fungsi bioelektrik, menurunkan kadar gula dalam darah, menurunkan kolesterol, menghilangkan racun, menghaluskan kulit, dan sebagainya. Oleh karena itu, obat *Ganoderma* dapat untuk menyembuhkan penyakit kencing manis, stroke, hipertensi, serta dapat digunakan sebagai tonik dan obat awet muda.

Kata kunci: *Ganoderma lucidum*, obat

PENGANTAR

Pada dasawarsa terakhir ini orang sudah mulai memperhatikan kualitas kesehatan di samping masalah pangan dan sandang. Dalam hal kualitas kesehatan orang cenderung memilih obat yang alami, yaitu yang berasal dari alam. Obat-obatan kimiawi digunakan kalau sudah terpaksa sekali. Hal ini disebabkan karena banyaknya efek samping obat-obatan kimiawi. Pandangan ini akan bertambah luas dengan semakin gencarnya kampanye 'kembali ke alam', termasuk dalam hal kesehatan.

Salah satu jenis obat-obatan alami yang banyak digunakan dan diproduksi secara komersial dewasa ini adalah kapsul

Ganoderma, yang berasal dari jamur *Ganoderma*, khususnya *G. lucidum*. Obat ini banyak dikonsumsi di Cina, Taiwan, Jepang, serta negara-negara yang banyak etnis Cinanya. Di Indonesia tubuh buah *Ganoderma* dapat ditemukan dalam perdagangan bahan-bahan obat atau rempah-rempah, tetapi tentang penggunaannya sebagai obat tidak diketahui (Heyne, 1987). Di beberapa negara lain, orang banyak memanfaatkan jamur golongan *Polyporaceae* sebagai obat, selain *G. lucidum*.

Pemakaian *Ganoderma* sebagai obat di negara-negara tersebut di atas dipercaya dapat menyembuhkan penyakit kencing manis, tekanan darah tinggi, obat awet muda,

dan lain sebagainya. Tetapi sebagian besar keterangan klinis tentang penyembuhan penyakit-penyakit itu masih belum ditunjang oleh tinjauan ilmiahnya. Kalau pun ada masih terpisah-pisah. Oleh karena itu dalam tulisan ini akan dipaparkan tinjauan ilmiahnya.

GANODERMA SEBAGAI PENYEBAB PENYAKIT TUMBUHAN

Ganoderma pertama kali dideskripsikan oleh Karsten pada tahun 1881 dengan *G. lucidum* sebagai satu-satunya jenis. *Ganoderma* merupakan jamur yang tergolong jamur terbawa tanah atau *soil borne fungi*. Jamur ini digolongkan ke dalam Ganodermataceae, Aphyllophorales, Basidiomycetes, dan Basidiomycotina. Sampai saat ini telah ditemukan lebih dari 250 jenis dari marga *Ganoderma* di seluruh dunia. Klasifikasi *Ganoderma* kebanyakan berdasar morfologi basidiospora dan kutis. Dari 250 jenis tersebut masih ada yang tumpang tindih dan hanya sinonim saja, sehingga jenisnya akan lebih sedikit dari 250. Pada saat ini sedang dikembangkan klasifikasi secara molekuler. Klasifikasi itu berdasarkan sekuen daerah *Internal Transcribed Spacers* (ITS) dari rDNA (*ribosomal DNA*), sehingga klasifikasi akan lebih akurat dan tepat.

Jamur ini mempunyai tubuh buah yang berpori pada bagian bawahnya. Tubuh buah yang dihasilkan jamur ini juga sangat beragam baik ukuran, bentuk, maupun warnanya. Tubuh buah bertangkai (*stipitate*) atau dengan posisi duduk (*sessile*). Bagian atas tubuh buah (*cap*) dilapisi oleh bahan yang licin tetapi agak keras (seperti lapisan lilin) dan berwarna cokelat sampai kemerah-merahan. Basidium berbentuk subglobular dengan 4 sterigma. Basidiospora berwarna cokelat kekuningan berbentuk ovoid dengan bagian dalamnya kadang ada semacam *droplet* (Hollyday, 1980). Jamur ini bersifat kosmopolitan artinya mampu menyerang sangat banyak tumbuhan berkayu dengan

distribusi yang luas pula. Selain ada di daerah tropika, jamur ini juga ditemukan di daerah yang mempunyai 4 musim, seperti Eropa dan Amerika Utara. Di Indonesia, *G. lucidum* dapat menyerang tanaman karet, kelapa, dan kelapa sawit (Semangun, 1990). Arens pada tahun 1919 melaporkan adanya serangan *G. lucidum* di suatu kebun karet di daerah Gunung Kelut. Dari penelitian di negara lain beberapa jenis *Ganoderma* dapat menyerang kesumba (*Bixa orellana*) di Brasil, makadamia (*Macadamia integrifolia*) di Taiwan, dan kelapa (*Cocos nucifera*) di India. Di banyak negara, *Ganoderma* juga menyerang karet (*Hevea brasiliensis*), sengon (*Albizia falcata*), pinus (*Pinus merkusii*), akasia (*Acacia decurrens*), teh (*Camellia sinensis*), dan banyak tanaman hutan.

Di Indonesia dan Malaysia, *Ganoderma* menjadi penyakit utama di perkebunan kelapa sawit. Kerugian yang ditimbulkan sangat besar, yaitu dapat lebih dari 50% tanaman kelapa sawit mati (Turner, 1981).

Salah satu kendala pengendalian penyakit yang disebabkan *Ganoderma* adalah pandangan masyarakat tentang *Ganoderma* sendiri (Susanto, 1998). Sampai saat ini permintaan *Ganoderma* sebagai bahan obat semakin meningkat, khususnya di Cina dan Jepang, menyebabkan semakin banyak *Ganoderma* yang dibudidayakan. Hal yang akan terjadi adalah orang menganggap bahwa *Ganoderma* lebih bermanfaat sehingga tidak ada usaha untuk mengendalikannya. Adanya budidaya *Ganoderma* tersebut akan meningkatkan ketersediaan inokulum jamur di lapangan.

GANODERMA SEBAGAI OBAT KESEHATAN MANUSIA

Di Indonesia *Ganoderma* yang digunakan sebagai obat adalah *G. amboinense* dan *G. cochlear*. Dalam hal

penggunaan sebagai obat, masyarakat tidak membedakan kedua jenis *Ganoderma* ini. *G. amboinense* tumbuh pada tunggul-tunggul bambu. Dalam kepustakaan dan klasifikasi, kedua *Ganoderma* ini dikacaukan dengan *G. lucidum* (Heyne, 1987). Akan tetapi keterangan lebih lanjut tentang penggunaan *Ganoderma* sebagai penyembuh penyakit tertentu belum ada.

Di Cina, ada 77 jenis jamur golongan *Polyporaceae* yang digunakan sebagai obat. Penggunaannya sebagian besar untuk perlakuan penyakit dengan waktu yang lama. Di beberapa negara Afrika dilaporkan bahwa jamur *Perenniporia mundula* (Wakef.) Ryv. dapat menyembuhkan radang selaput dada dan impotensi, sedangkan di Kenya dan Tanzania, *Lignosus sacer* (Fr.) Ryv. dapat menyembuhkan sakit perut. Dari semua laporan itu belum ada yang melaporkan tentang bahan aktif yang terkandung dalam jamur-jamur tersebut (Ryvarden, 1992).

Sampai saat ini jamur *Polyporaceae* yang banyak digunakan sebagai obat sekaligus diproduksi secara komersial adalah *Ganoderma*, khususnya *G. lucidum*. Di samping itu masih ada *Ganoderma* lain yang digunakan sebagai tonik, yaitu *G. neojaponicum* (Hirotani *et al.*, 1993). Penggunaan obat *G. lucidum* di Cina sudah dikenal sejak 2000 tahun yang lalu. Pada tahun 1970 *Ganoderma* berhasil dibudidayakan di Cina dan Jepang di laboratorium dan pada tahun 1975 diproduksi secara komersial di Jepang. Kemudian disusul oleh Taiwan dan Malaysia berturut-turut pada tahun 1980 dan 1983.

Secara umum dilaporkan bahwa ekstrak *G. lucidum* bersifat antitumor atau menghambat pertumbuhan sel tumor (Hikino & Mizuno, 1989). Kim *et al.* (1996) menyatakan bahwa beberapa jamur yang salah satunya *G. lucidum* mempunyai aktivitas menghambat pertumbuhan *Helicobacter pylori*, organisme yang berasosiasi dengan lambung manusia dan

menyebabkan beberapa penyakit lambung, misalnya gastritis. Hasil percobaan pada tikus dengan dosis 1 mg/kg hewan uji, ekstrak *G. lucidum* akan menurunkan kerusakan hati (Ng *et al.*, 1993). Uji klinis lain pada tikus menyebutkan bahwa ekstrak *G. lucidum* mampu mencegah infeksi jamur *Candida albicans*. Pemberian ekstrak ini akan menstimulasi fagositosis dan meningkatkan sensitivitas dan produksi antibodi serta produksi interferon (Chen *et al.*, 1992).

Khasiat spesifik dari *Ganoderma* dapat dipisahkan berdasarkan komponen *Ganoderma* itu sendiri. Tubuh buah *Ganoderma* mempunyai komponen 30% senyawa larut air, 65% senyawa larut dalam pelarut organik, dan 5% merupakan senyawa volatil (Anonim, 1997). Komponen-komponen itu sebagai berikut:

Polisakarida. Pada pemisahan tubuh buah *G. lucidum* dengan pelarut air panas akan diperoleh 1,38% polisakarida. Setelah dipurifikasi dan dianalisis dengan *Thin Layer Chromatography* dan *Gas Chromatography*, polisakarida terdiri atas xylosa, mannososa, arabinosa, galaktosa, dan glukosa dengan perbandingan 1 : 1 : 7 : 5 : 20 (Wang *et al.*, 1984). Di samping itu polisakarida antitumor ini mempunyai aktivitas superoksida dan hidroksil radikal bebas (Liu *et al.*, 1997).

Dari ekstrak kasar *G. lucidum*, Hikino *et al.* (1989) berhasil mengisolasi hipoglikemik glikan. Heteroglikan yang lain juga mampu mempunyai efek antitumor. Aktivitas penghambatan tumor terbaik terjadi pada dosis 100 mg/kg/hari. Pada *G. lucidum* terdapat tiga hipoglikemik glikan, yaitu Ganoderan A, B, dan C. Ganoderan B merupakan hipoglikemik glikan yang utama dari ketiganya. Struktur Ganoderan B terdiri atas D-glukopyranosil dengan ikatan β -1 \rightarrow 3 dan β -1 \rightarrow 6. Sedangkan Ganoderan C terdiri atas D-glukopyranosil dengan ikatan β -1 \rightarrow 3 dan β -1 \rightarrow 6 serta D-glukopyranosil dengan

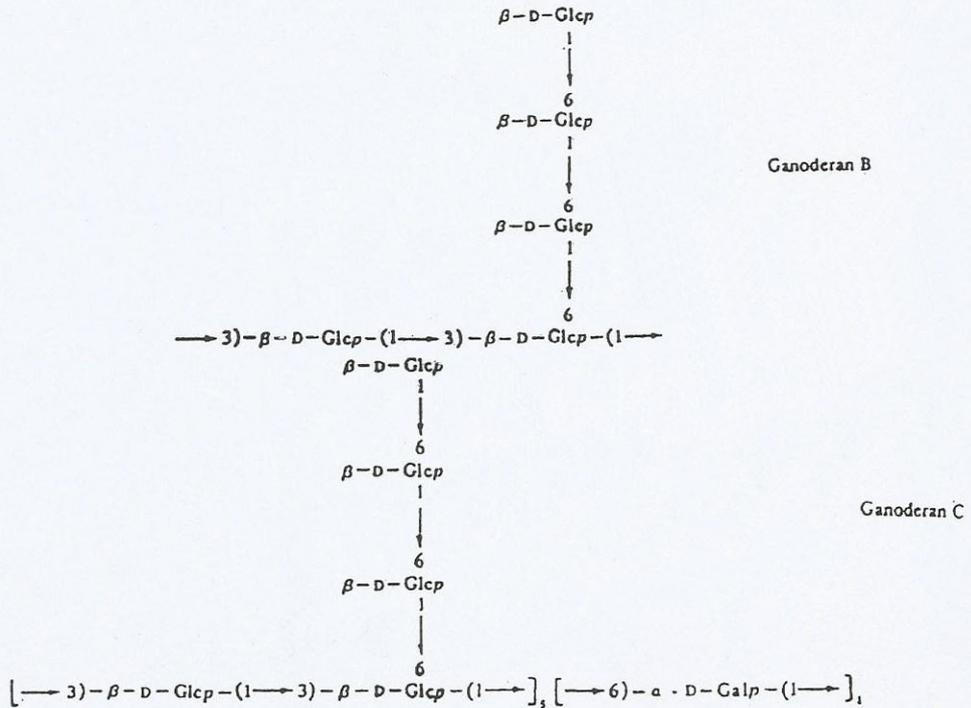
ikatan α -1 \rightarrow 6 (Tomoda *et al.*, 1989). Struktur lengkapnya dapat dilihat pada gambar 1.

Pada tikus normal. Ganoderan B akan menurunkan tingkat glukosa setelah pemberian hari ke-3, 5, dan 7 dengan dosis (30 mg/kg). Di samping itu Ganoderan B tidak meningkatkan efek penyerapan glukosa tetapi akan menstimulasi metabolisme glukosa. Dengan demikian metabolisme glukosa akan lebih lancar. Ganoderan B secara potensial akan meningkatkan aktivitas enzim hepatic glukokinase, fosfofruktokinase, dan glukosa-6-fosfat dehidrogenase dan akan menurunkan aktivitas enzim glukosa-6-fosfatase. Pengaturan enzim-enzim ini akan meningkatkan metabolisme glukosa di dalam hati.

Ganoderan B juga mempengaruhi metabolisme glikogen dengan mengurangi aktivitas glikogen sintetase. Sedangkan

enzim fosforylase tidak terpengaruh sehingga glikogen di hati akan berkurang. Pemberian Ganoderan B tidak akan mengubah tingkat kolesterol total dan trigliserida di dalam hati. Selain itu Ganoderan B akan meningkatkan plasma insulin di dalam tikus tetapi tidak mempengaruhi ikatan insulin ke adiposit (Hikino *et al.*, 1989).

Pada sel T, polisakarida menyebabkan penurunan populasi dan produksi dari interleukin 2 (Lei & Lin, 1992). Dengan keterangan di atas *Ganoderma* akan mempunyai khasiat mencegah pertumbuhan sel tumor (antitumor), menyeimbangkan dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh atau dengan kata lain meningkatkan sistem daya tahan tubuh, mengurangi kadar gula dalam darah dan memulihkan fungsi pankreas, menjaga kerusakan sel, dan membuang racun di dalam tubuh.



Gambar 1. Struktur dari Ganoderan B dan Ganoderan C.

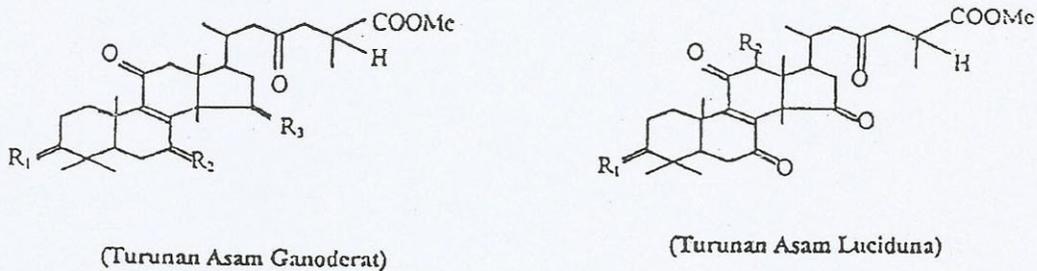
Terpenoid dan Asam Ganoderik. Senyawa terpenoid merupakan senyawa yang disusun oleh unit-unit isoprena. Senyawa ini mengandung atom karbon, hidrogen, dan oksigen yang tidak aromatik. Senyawa terpenoid berstruktur siklik yang larut dalam lemak dan kebanyakan berupa alkohol, aldehida, dan asam karboksilat. Golongan terpenoid yang berupa triterpena berbentuk struktur reaktif, tidak berwarna, berbentuk kristal, bertitik didih tinggi, dan optik aktif. Triterpena yang terdapat pada jamur *Ganoderma* ialah Lanostana yang biasa disebut Ganoderat C. Pada jamur lain, yaitu *G. applanatum* berhasil diisolasi triterpen lanostoid yang diberi nama asam Applanoxidic E-H. Terpenoid ini juga bersifat antitumor.

Triterpen yang terkandung di dalam *Ganoderma* ternyata dipengaruhi oleh isolat. Sekishi (tubuh buah merah) dan Shishi (tubuh buah ungu) mempunyai turunan asam

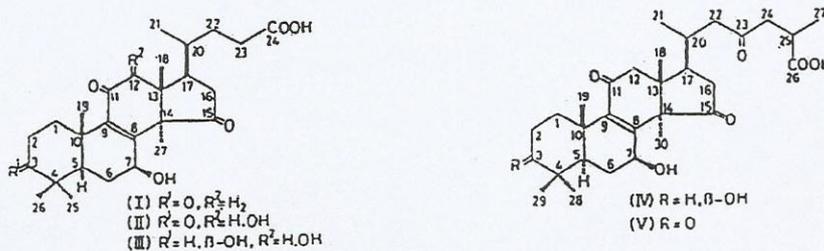
Ganoderik yang sama, tetapi Kokushi (tubuh buah hitam) tidak mempunyai turunan asam Ganoderik (Hirotsu *et al.*, 1993).

Selain itu terkandung asam-asam *Ganoderma* lain misalnya Ganoderat, Luciduna, Ganoderal, dan Ganoderol. Senyawa yang paling pahit dari *G. lucidum* adalah asam Luciduna A, asam Ganoderat A, asam Ganoderat C, dan Luciduna C. Struktur turunan asam Ganoderat dan turunan asam Luciduna dapat dilihat pada gambar 2.

Nishitoba *et al.* (1984) melaporkan adanya 3 macam asam Lucidenik dan 2 macam asam Ganoderik dari *G. lucidum* (Reishi). Ketiga asam Lucidenik tersebut mempunyai kerangka Karbon sebanyak 27, sedangkan kedua asam Ganoderik mempunyai kerangka Karbon sebanyak 30. Struktur kedua asam tersebut dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Struktur Turunan Asam Ganoderat dan Turunan Asam Luciduna.



Gambar 3. Struktur Asam Lucidenik dan Asam Ganoderik.

Sampai saat ini terpenoid dan asam Ganoderik ini mempunyai khasiat untuk menguatkan sistem pencernaan, menghindari alergi, menurunkan kolesterol, memperkuat organ tubuh, menyembuhkan penyakit kulit, menghaluskan kulit, dan menghentikan pendarahan (Anonim, 1997).

Germanium. Salah satu kemampuan *Ganoderma* sebagai obat disebabkan adanya komponen Germanium. *G. lucidum* yang ditumbuhkan pada medium yang mengandung 50 atau 100 mg/kg GeO_2 , miseliumnya mengandung 1689 dan 2973 mg/kg Germanium. Demikian juga Germanium dapat diisolasi dari tubuh buah yang ditumbuhkan pada media yang mengandung GeO_2 . Germanium yang diperoleh dari tubuh buah yang tumbuh pada media yang mengandung Germanium 69 mg/kg, yaitu sebanyak 801 mg/kg (Tong *et al.*, 1994).

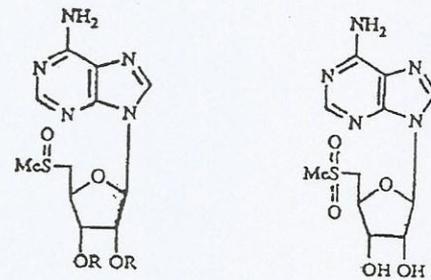
Germanium ini secara klinis dapat menambah oksigen dalam darah untuk disebarkan ke otak, menyeimbangkan fungsi bioelektrik dalam tubuh, menyeimbangkan tekanan darah, meningkatkan metabolisme tubuh, menguatkan saluran darah, mencegah kesemutan dan kram, serta dapat menyembuhkan orang yang terkena stroke.

Protein. Protein yang terdapat dalam *Ganoderma* berupa protein struktural maupun protein enzim. *Ganoderma* banyak menghasilkan enzim, misalnya amilase, oksidase, invertase, koagulase, lakase, protease, rennetase, pektinase, selulase, dan beberapa golongan peroksidase. Untuk kepentingan kesehatan manusia enzim yang berperan adalah karboksil proteinase. Enzim insensitif terhadap SPI (*Streptomyces Pepsin Inhibitor*). Protein enzim ini dapat diperoleh dari purifikasi filtrat. Dari 15 liter kultur filtrat akan diperoleh 15 mg protein enzim. Enzim ini mempunyai berat 36 Kda, aktif pada pH 3,2 dengan substrat hemoglobin, pH

2,0 pada substrat kasein, serta enzim ini tidak mengandung asam amino methionin (Terashita *et al.*, 1984).

Adenosin. Adenosin yang terkandung di dalam *G. lucidum* ada dua yang masing-masing merupakan epimernya, yaitu 5' Deoksi-5'-Metilsulfiniladenosin. Struktur kedua epimernya terlihat pada gambar 4.

Salah satu epimer dari Adenosine ini bekerja menghambat aktivitas agregasi kumpulan darah (Kawagishi *et al.*, 1993). Dengan demikian adenosin ini secara medis akan dapat menurunkan kadar kolesterol dan lemak, menurunkan penimbunan lemak, mencegah trombogenesis, menstabilkan membran sel darah, menstabilkan hormon endokrin, menyeimbangkan metabolisme, dan menyeimbangkan pH darah.



Gambar 4. Struktur 5' Deoxy-5'-Methylsulphinyladenosine.

Serat. Serat merupakan kandungan yang terbanyak di dalam *G. lucidum*. Akan tetapi serat ini secara klinis tidak banyak berfungsi, sehingga dalam proses kapsulasi serat dibuang.

Sebagai bahan obat, *Ganoderma* juga harus tidak mengandung bahan-bahan berbahaya melebihi ambang yang telah ditentukan. *Ganoderma* ini dapat dikatakan tidak mengandung tembaga (Cu), timbal (Pb), arsen (As), dan air raksa (Hg).

FABRIKASI *GANODERMA LUCIDUM*

Untuk menjamin kualitas dan efisiensi dari *Ganoderma*, sekarang ini fabrikasi merupakan hal yang perlu. Langkah-langkah fabrikasi disampaikan berikut ini:

Identifikasi *Ganoderma*. Langkah ini diperlukan agar *Ganoderma* yang dipilih tidak salah. Artinya *Ganoderma* yang mempunyai khasiat tinggi saja yang dipilih. Identifikasi yang akurat dapat menggunakan teknik molekuler, misalnya *Random Amplified Polymorphism DNA-Polymerase Chain Reaction* (RAPD-PCR).

Perbanyak kultur murni. Setelah didapat *Ganoderma* yang diinginkan dilakukan perbanyak kultur murni. Perbanyak ini dapat dilakukan dengan beberapa cara. Cara yang pertama adalah perbanyak secara *single spore*. Basidiopora diambil dari tubuh buah kemudian ditumbuhkan pada medium. Cara yang kedua adalah dengan menanam jaringan tanaman yang terserang *Ganoderma* atau dari jaringan konteks basidiokarp ke dalam medium. Medium yang digunakan yaitu *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Malt Agar* (MA), *Malt Extract Agar* (MEA), *Corn Meal Agar* (CMA), *Czapek's Dox Agar* (CDA), *Lima Bean Agar* (LMA), atau *Rice Dextrose Agar* (RDA). Apabila yang diinginkan berupa tubuh buah maka perbanyak dilakukan di media alami. Media ini dapat berupa serbuk kayu kelapa, karet, atau tanaman keras lainnya. Medium yang paling optimum untuk pembentukan tubuh buah ini menurut Triatana *et al.* (1991) adalah serbuk kayu karet ditambah dedak, kulit padi, serat kayu kelapa, kulit kacang, jagung, sorgum, dan ampas tebu.

Pengeringan. Setelah tubuh buah dianggap dapat dipanen, langkah selanjutnya adalah pengeringan. Pengeringan yang dilakukan

adalah secara dingin. Standar yang diharapkan adalah dari 5 kg berat basah menjadi 1 kg berat kering.

Pembuangan serat. Serat yang tidak bermanfaat dibuang dengan cara penapisan. Dengan proses ini *Ganoderma* yang dihasilkan akan semakin sedikit.

Sterilisasi. Untuk menghindari adanya kontaminan pada bahan ini dilakukan sterilisasi. Kontaminan biasanya berupa bakteri. Oleh karena itu sterilisasi dilakukan dengan menggunakan sinar UV.

Pembentukan serbuk dan fraksinasi bahan aktif. Bahan yang telah diperoleh dari proses sebelumnya dihancurkan dengan alat penghancur sehingga akan dihasilkan serbuk mikro. Kemudian baru dilakukan pemisahan bahan aktif *Ganoderma* dengan menggunakan teknik *Mass Spectrometer*.

Formulasi dan kapsulisasi. Bahan-bahan aktif yang diperoleh diformulasikan sesuai dengan khasiatnya sehingga akan diperoleh formulasi yang manjur. Langkah terakhirnya adalah kapsulisasi dengan menggunakan gelatin. Selanjutnya obat *Ganoderma* dalam bentuk kapsul dapat dipasarkan.

PELUANG DAN KENDALA PENGEMBANGAN DI INDONESIA

Dengan modal jumlah penduduk yang lebih dari 200 juta, ditunjang dengan penjelasan-penjelasan ilmiah, obat *Ganoderma* ini akan sangat berpeluang untuk dipasarkan di Indonesia. Di samping itu produksi tidak menjadi masalah, karena Indonesia banyak memiliki ahli dan bahan jamur itu sendiri. Tetapi dalam hal produksi ini tetap harus hati-hati. Artinya harus tetap juga menganggap bahwa jamur ini juga sebagai penyebab penyakit tumbuhan berkayu.

Kendala yang dihadapi dalam pengembangan jamur ini adalah ketidaktahuan masyarakat tentang manfaat jamur, khususnya untuk kesehatan. Kegiatan penyuluhan dan promosi menjadi sangat penting. Kendala yang kedua adalah mahalannya harga obat ini. Apalagi tingkat penghasilan masyarakat Indonesia rata-rata masih belum terlalu tinggi. Dengan demikian masyarakat akan berpikir sebelum membeli obat ini, tetapi untuk kalangan masyarakat kelas menengah ke atas tidak akan menjadi masalah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1997. *Ganotherapy*. Brosur DXN. Jakarta.
- Chairul, S., M. Chairul, & Y. Hayashi. 1994. Lanostanoid triterpenes from *Ganoderma applanatum*. *Phytochemistry* 35(5): 1305-1308.
- Chen, H.Y., C.H. Chen, M.Y. Yeh, J.S. Wu, K. Yazawa, & Y. Mikami. 1992. *In vivo* anti-candidal activity induced by a traditional Chinese herbal medicine, *Ganoderma lucidum*. *Japanese J. Medical Mycol.* 33(4): 505-512.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia I*. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Hikino, H. & T. Mizuno. 1989. Hypoglycemic actions of some heteroglycans of *Ganoderma lucidum* Fruit Bodies. *Planta Medica* 55: 385
- Hikino, H., M. Ishiyama, Y. Suzuki, & C. Konno. 1989. Mechanism of hypoglycemic activity of Ganoderan B: a glycan of *Ganoderma lucidum* fruit bodies. *Planta Medica* 55: 423-428.
- Hirotsu, M., C. Ino, & T. Furuya. 1993. Comparative study of the strain specific triterpenoid components of *Ganoderma lucidum*. *Phytochemistry* 33 (2): 379-382.
- Hirotsu, M., C. Ino, & T. Furuya. 1993. Biosynthesis of cryptoporic acids H and I in *Ganoderma neo-japonicum*. *Phytochemistry* 32(4): 891-896.
- Hollyday, P. 1980. *Fungus diseases of tropical crops*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 607p.
- Kawagishi, H., F. Fukuhara, M. Sazuka, T. Mitsubori, & T. Tomita. 1993. 5'-Deoxy-5'-Methylsulphinyladenine, a platelet aggregation inhibitor from *Ganoderma lucidum*. *Phytochemistry* 32(2): 239-241.
- Kim, D.H., E.A. Bae, I.S. Jang, & M.J. Han. 1996. Anti-*Helicobacter pylori* activity of mushrooms. *Pharmacol Res.* 19(6): 447-449.
- Lei, L.S. & Z.B. Lin. 1992. Effect of *Ganoderma lucidum* polysaccharides on T cell subpopulations and production of interleukin 2 in mixed lymphocyte response. *Acta Pharmaceutica Sinica* 27(5): 331-335.
- Liu, F., V.E.C. Ooi, & S.T. Chang. 1997. Free radical scavenging activities of mushroom polysaccharide extracts. *Life Sci.* 60(10): 763-771.
- Ng, P.C., Y.C. Kong, K.M. Ko, C.M. So, P.K. Yick, & H. Schilcher. 1993. Antioxidant activity of *Ganoderma lucidum*: protective effects on carbon tetrachloride-induced hepatotoxicity. *Acta-Horticultura* 332: 219-225.
- Nishitoba, T., H. Sato, T. Kasai, H. Kawagishi, & S. Sakamura. 1984. New Bitter C27 and C30 terpenoids from the fungus *Ganoderma lucidum* (Reishi). *Agric. Biol. Chem.* 48(11): 2905-2907.
- Ryvarden, L. 1992. Tropical Polypores. Cambridge University Press. In: S. Isaac, J.C. Frankland, R. Watling, & A.J.S. Whalley. (Eds). *Aspects of Tropical Mycology*. Symp. Bri. Mycol. Soc. University of Liverpool, April 1992.
- Semangun, H. 1990. *Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta. 808p.

- Susanto, A. 1998. *Penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit dan peluang bioteknologi dalam pengendaliannya*. Makalah Kajian Khusus Fitopatologi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 28p.
- Terashita, T., K. Oda, M. Kono, & S. Murao. 1984. *Streptomyces Pepsin Inhibitor-Insensitive Carboxyl Proteinase from Ganoderma lucidum*. *Agric. Biol. Chem.* 49(4): 1029-1035.
- Tomoda, M., R. Gonda, Y. Kasahara, & H. Hikino. 1989. Glycan structures of Ganoderans B and C, hypoglycemic glycans of *Ganoderma lucidum* fruit bodies. *Phytochemistry* 25(12): 2817-2820.
- Tong, C.C., S.L. Khoong, & C.K. Lee. 1994. Germanium uptake by the fruiting bodies and mycelium of the fungus *Ganoderma lucidum*. *ASEAN Food J.* 9(2): 69-72.
- Triatana, S., S. Thaithatgoon, M. Gawgla, & M.J. Maher. 1991. Cultivation of *Ganoderma lucidum* in sawdust bags, *Mushroom Science XIII*. Vol 2. *Proc. 13th Internati. Sci. Cultiv. Edible Fungi*. Dublin.
- Turner, P.D. 1981. *Oil palm Diseases and Disorder*. Oxford Univ. Press. Kuala Lumpur. 280p.
- Wang, C.H., M.H. Shen, & X.Y. Yan. 1984. Isolation and characterization of polysaccharide from *Ganoderma lucidum*. *Chemistry and Industry of Forest Products* 4(3): 42-48.