

# Laporan Awal Penyakit Busuk Akar Merah *Ganoderma* sp. pada *Agathis* sp. (Damar) di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Sukabumi, Jawa Barat

## *Early Report of Red Root Rot of Ganoderma sp. on Agathis sp. (Damar) in Mount Walat Education Forest, Sukabumi, West Java*

Elis Nina Herliyana<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

\* Corresponding author: E-mail : [elisherliana@yahoo.com](mailto:elisherliana@yahoo.com); [elische@ipb.ac.id](mailto:elische@ipb.ac.id)

### ABSTRACT

*Damar (Agathis spp.) is one type of forestry tree producing high-quality wood that is light colored and known as raw vinir. Damar tree has been planted in the Mount Walat forest Education (HPGW) IPB since 1963. The stands are grown in addition to being carbon stock and play a role in the balance of ecosystems, has also been a lot of produce Copal (resin) of value economically. However the current spread of the disease has been diagnosed of Red root rot by Ganoderma are feared to be sharpened and detrimental. This paper is an early report that needs serious attention. Research on the factors that favour the occurrence of epidemic diseases needs to be done. Due to the alternate host Ganoderma spp. on this sufficiently broad*

**Keywords:** damar, disease diagnostic, *Ganoderma*

### PENDAHULUAN

Pohon Damar (*Agathis* spp.) merupakan salah satu jenis tanaman kehutanan penghasil kayu yang berwarna terang, dikenal sebagai bahan baku vinir yang menarik. Kayu damar hampir lurus dan berkualitas baik dengan kelas kuat 3 dan kelas awet 4 (Frick dan Moediartianto 2004) dan ideal untuk konstruksi lambung kapal pesiar, konstruksi rumah, kayu panel, pembuatan mebel, kawat gigi, dan bantalan rel kereta api. Kayu damar juga digunakan dalam pembuatan gitar karena sifat resonansinya yang baik. Berbagai jenis damar menghasilkan beragam resin seperti *kauri* kopal, *Manilla* kopal dan *damar gum*. Sehingga genus ini secara ekonomis sangat penting.

Selain itu, damar juga merupakan genus yang sangat menantang untuk memahami taksonominya. Spesimen herbarium umumnya jarang, tata nama yang dikenal mengenai jenis pohon ini cukup membingungkan. Ada variasi morfologi sangat sedikit antara spesies dan hal-hal yang diketahui tentang filogeni dari genus tersebut (Waters 2003).

Genus *Agathis* telah dikenal sebagai kauri atau damar. Termasuk dari sedikit genus pohon dari 21 spesies pohon yang selalu hijau (*evergreen tree*). Genus ini merupakan bagian dari famili atau keluarga Araucariaceae (*conifer*). kelompok ini menyebar luas selama periode Jurasik, tapi sekarang sebagian besar terbatas pada belahan bumi selatan kecuali untuk beberapa *Agathis Malesian* yang masih ada (de Laubenfels 1988). Pohon tersebut mempunyai klasifikasi sebagai berikut: Kingdom: Plantae Division: Pinophyta Class: Pinopsida Order: Pinales Family:

Araucariaceae Genus: *Agathis* Salisb. Genus ini menyebar dari Malaysia, Brunei dan Indonesia, melalui Nugini, Queensland dan Solomon timur, untuk Vanuatu, Kaledonia Baru, Fiji dan Selandia Baru.

Beberapa spesies yang sudah dilaporkan adalah sebagai berikut: *Agathis atropurpurea*-Black Kauri, Blue Kauri (Queensland, Australia), *Agathis australis*-Kauri, New Zealand Kauri (North Island, New Zealand), *Agathis borneensis* (western Malesia, Borneo), *Agathis corbassonii*-Red Kauri (New Caledonia), *Agathis dammara* (syn. *A. celebica*)-Bindang (eastern Malesia), *Agathis endertii* (Borneo), *Agathis flavescens* (Borneo), *Agathis kinabaluensis* (Borneo), *Agathis labillardieri* (New Guinea), *Agathis lanceolata* (New Caledonia), *Agathis lenticula* (Borneo), *Agathis macrophylla* (syn. *A. vitiensis*)-Pacific Kauri, Dakua (Fiji, Vanuatu, Solomon Islands), *Agathis microstachya*-Bull Kauri (Queensland, Australia), *Agathis montana* (New Caledonia), *Agathis moorei*-White Kauri (New Caledonia), *Agathis orbicula* (Borneo), *Agathis ovata* (New Caledonia), *Agathis philippinensis* (Philippines, Sulawesi), *Agathis robusta*-Queensland Kauri (Queensland, Australia; New Guinea), *Agathis silbae* (Vanuatu), *Agathis spathulata*-New Guinea Kauri (Papua New Guinea) (anonim 2012).

Penulis selama sejak 2010 mengamati adanya serangan *Ganoderma* pada tegakan pohon yang ada di HPGW terutama pada tegakan *Agathis* yang semakin meluas namun belum dilakukan pengambilan data. Pada pertengahan tahun 2012 telah dilakukan diagnosis penyakit, dan menunjukkan adanya serangan penyakit akar *Ganoderma* pada tegakan damar yang dikhawatirkan akan semakin meluas dan merugikan.

Salah satu kendala budi daya pohon kehutanan yang telah banyak dilaporkan adalah serangan penyakit busuk akar merah yang disebabkan oleh jamur *Ganoderma* spp. (Solomon *et al.* 1993; Lee 2000; Old *et al.* 2000; Basset dan Peters 2003; Sankaran *et al.* 2005, Wingfield *et al.* 2010; Widyastuti 2007; Widyastuti 2010, Gafur *et al.* 2011, Herliyana *et al.* 2012). Penyakit paling serius di hutan tanaman industri *Acacia mangium* dan *Eucalyptus* sp. di Sumatera disebabkan oleh penyakit akar merah *Ganoderma philippii* (Gafur *et al.* 2011). Kejadian serangan *Ganoderma* dari tahun ke tahun dikhawatirkan akan terus meningkat. Pada generasi kedua hutan tanaman industri *A. mangium* di Sumatera dan Kalimantan, kejadian serangan *Ganoderma* pada tegakan berumur 3-5 tahun sebanyak 3-28% (Irianto *et al.* 2006). Serangan *Ganoderma* juga telah dilaporkan terjadi pada pohon sengon dan pohon jenis penaung lainnya di Jawa Barat dan Jawa Timur (Herliyana *et al.* 2012) dan keragaman genetiknya telah dianalisis dengan RAPD (Minarsih *et al.* 2011).

Salah satu upaya untuk melakukan tindakan perlindungan tanaman terhadap penyakit *Ganoderma* spp. pada tegakan damar di HPGW maka dilakukan penelitian ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk: 1) mengetahui keberadaan *Ganoderma* spp pada tegakan *Agathis*, baik pada pohon yang masih hidup maupun pada tunggul; 2) mengamati jenis *Ganoderma* yang menyerang; 3) mengamati gejala pada pohon di atas permukaan tanah dan pada perakaran dan 4) saran metode pengendalian yang bisa dilakukan.

## BAHAN DAN METODE

### Survey ke Lokasi Tegakan *Agathis* di HPGW

Survey telah dilakukan di HPGW pada bulan Juli 2012. Data sejarah penanaman tegakan *agathis* diperoleh berdasarkan informasi dari berbagai pihak, khususnya pengelola HPGW. Saat pengamatan dicatat juga tempat lokasinya dengan GPS. Namun saat ini belum secara keseluruhan tempat dicatat. Selanjutnya dikumpulkan berbagai informasi mengenai sejarah penanaman dan kondisi lingkungan di hutan HPGW serta teknik pengendalian yang mungkin dilakukan.

### Diagnosis Penyakit *Ganoderma* spp. pada *Agathis*

Saat survey telah dilakukan pemotretan gejala pada permukaan atas pohon dan koleksi tubuh buah jamur *Ganoderma*. Tubuh buah jamur *Ganoderma* yang masih segar dikumpulkan dari lapangan. Tiap sampel dibungkus dengan kertas koran, diberi tanda, dimasukkan ke dalam kardus, kemudian kardusnya dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk dikirim atau dibawa ke laboratorium. Identifikasi isolat-isolat jamur dilakukan berdasarkan pengamatan tubuh buahnya (Stamets 1993, First-Nature 2011). Pengamatan gejala di bawah permukaan tanah (akar) dilakukan dengan cara membuka perakaran sampai terlihat jaringan akarnya. Pembukaan daerah perakaran dan bagian akar yang terserang dilakukan dengan menggunakan parang dan pisau.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keadaan Lokasi HPGW

Lokasi HPGW berada di desa Hegarmanah, Kecamatan Cicantayan Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat. Data geografik (GPS) hutan tersebut berlokasi di kaki gunung Walat dengan ketinggian 680 m dpl. Tipe hutan berupa hutan tanaman dengan luas 359 Ha yang didominasi spesies *Agathis*. Berdasar data ekologi, jenis tanah di areal tersebut adalah latosol, dengan jenis iklim tipe A, tekstur tanah *Loam* dengan *slope* atau kemiringan 20%.

### Keadaan Pohon

Pohon damar dewasa memiliki batang khas besar, membentuk batang dengan sedikit atau tanpa cabang di bawah mahkota. Sebaliknya, pohon muda biasanya berbentuk kerucut, membentuk mahkota lebih bulat atau berbentuk tidak teratur saat mereka mencapai kematangan (Whitmore 1977). Kulit halus, berwarna abu-abu terang sampai abu-abu-coklat, biasanya mengelupas menjadi serpih yang tidak teratur dan menjadi lebih tebal pada pohon-pohon yang lebih dewasa. Struktur cabang sering horizontal atau bila lebih besar, naik. Cabang-cabang terendah sering meninggalkan bekas luka cabang melingkar bila mereka melepaskan diri dari batang bawah.

Daun muda di semua spesies lebih besar dari daun dewasa, bentuknya bervariasi di antara spesies dari bulat telur sampai berbentuk pisau pembedah. Daun dewasa berlawanan, elips untuk linier, sangat kasar dan cukup tebal. Daun muda sering menjadi tembaga-merah, kontras tajam dengan dedaunan hijau atau hijau keabu-abuan biasanya hijau dari musim sebelumnya. Kerucut serbuk sari jantan muncul biasanya hanya pada pohon yang lebih besar setelah kerucut benih muncul. Kerucut benih betina biasanya berbentuk oval atau bentuk bola dunia biasanya berkembang pada anak cabang (*branchlets*) lateral yang pendek, masak setelah dua tahun. Biji beberapa spesies damar ini diserang oleh ulat dari *Agathiphaga*.

### Keadaan dan Sejarah Tegakan *Agathis loranthifolia* di HPGW

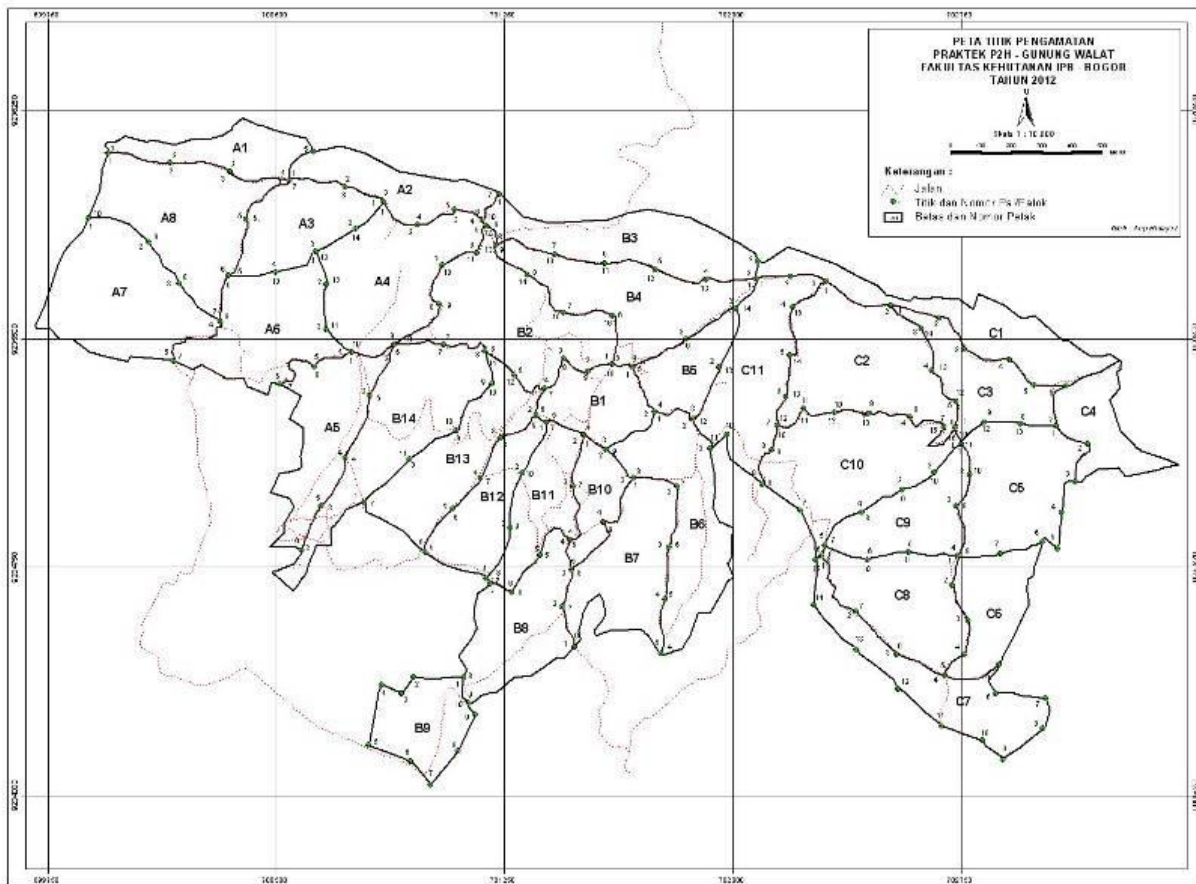
Tanaman Damar (*Agathis loranthifolia*) telah puluhan tahun ditanam di HPGW (Hutan Pendidikan Gunung Walat), tepatnya pada tahun 1963 dan telah banyak menghasilkan kopal (getah damar) yang bernilai ekonomis. Pengelolaan hutan pendidikan dilakukan oleh perguruan tinggi bidang kehutanan, salah satunya adalah pengelolaan Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW) oleh Fakultas Kehutanan IPB.

Menurut laporan Badan Eksekutif HPGW (2011), produksi kopal pada 2010 sebesar 73.664 kg atau mengalami peningkatan dibanding produksi pada tahun 2009 (42.917 kg). Sedangkan produksi kopal pada tahun 2011 adalah sebesar 59.608 kg, hal ini berarti terjadi penurunan dari produksi kopal tahun sebelumnya. Menurut Budi Prihanto (Direktur HPGW, komunikasi pribadi), produksi kopal HPGW pada tahun 2012 diduga menurun sehingga hanya sekitar 25.000 kg. Harga kopal

di pasaran berfluktuatif yaitu sekitar Rp. 8.500-9.500/kg. Pada akhir 2012 harga kopal sedang bagus yaitu Rp. 10.000-13.000.

Pohon *Agathis* yang ada di HPGW mempunyai tinggi antara 20 m sampai dengan 36 m. Diameter

setinggi dadanya adalah 20.7 m sampai dengan 72.9 cm, dan batang bebas cabangnya antara 16 sampai dengan 28 m (diolah dari sumber data: HPGW 2012).



Gambar 1 Peta HPGW Sukabumi Jawa Barat

### Diagnosis Penyakit *Ganoderma* spp. pada *Agathis*

Keberadaan serangan *Ganoderma* telah diketahui oleh pengelola namun belum ada laporan atau pengamatan secara khusus. Namun beberapa kali dilaporkan terjadi pohon *agathis* yang roboh karena akarnya busuk dan terserang *Ganoderma*. Jenis *Ganoderma* yang menyerang berdasarkan pengamatan tubuh buahnya adalah *Ganoderma applanatum* (Stamets 1993, First-Nature 2011).

**Jamur *G. applanatum*** Menurut Paterson (2006) *Ganoderma* termasuk divisi basidiomycota; subdivisi Hymenomicotina; kelas Heterobasidiomycetes; ordo Tremellales dan famili Tremellaceae. Menurut First-Nature (2011) dan Stamets (1993), *Ganoderma* spp. merupakan genus jamur dari Phylum: Basidiomycota; Klas: Agaricomycetes; Ordo: Polyporales; Family: Ganodermataceae (Taxonomy). Jamur *G. applanatum* adalah salah satu contoh jamur *bracket*-jamur makro yang tidak *edible* tahunan yang sangat umum ditemukan. Bagian bawah berwarna putih krem dan apabila dilukai akan berbekas cokelat. Pada saat melepaskan spora, sebagian besar tubuh buahnya akan tertutupi warna seperti debu berwarna cokelat. Jamur yang tubuh buahnya bisa bertahan hidup beberapa tahun

ini tidak bisa dimakan. Kalau dipotong akan terlihat lapisan *tube*-himenium yang terdiri dari pori-pori sporanya. Jumlah lapisan *tube* ini menunjukkan umur tubuh buah. Umum dijumpai pada dasar pohon hutan baik pada daun lebar maupun daun jarum. Seringkali dijumpai pada batang pohon yang tumbang atau yang berlubang atau pada tunggul kayu. Diameter panjang tubuh buah 15~50 cm dan 5~10 cm tebal. Pinggiran tubuh buahnya berwarna putih *off* dan permukaan atas cokelat. Dalam pori/*tube*-nya nya lebih dari 12 mm. Diameter lubang pori kecil dan khas 5 buah/mm<sup>2</sup>, berwarna putih pada tubuh buah muda kemudian menjadi cokelat seiring umur atau rusak.

Namun mengingat sangat banyak spesies *Ganoderma* yang sulit dibedakan secara morfologi. Penulis menyarankan untuk dilakukan identifikasi secara biologi molekuler.

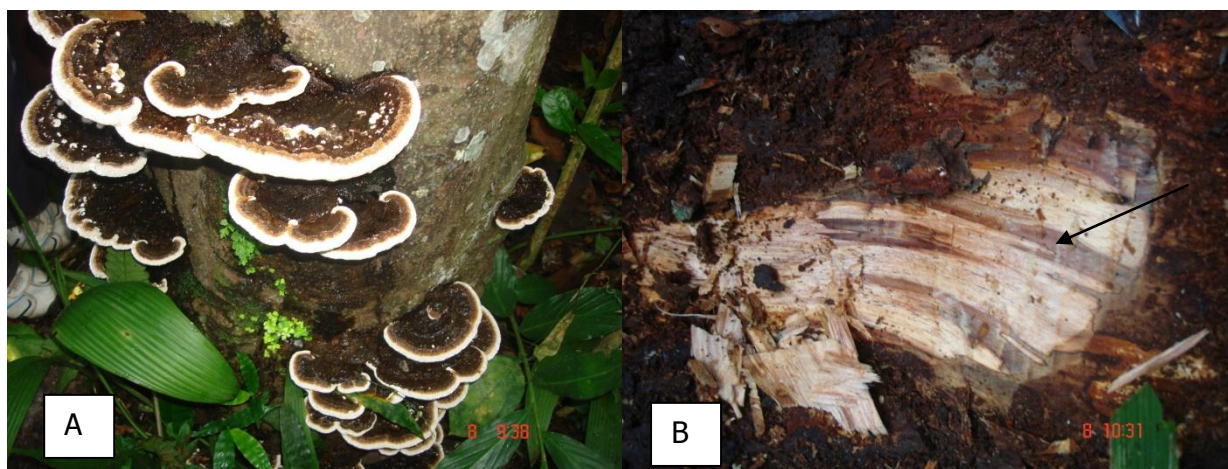
### Pengamatan Gejala di Atas Permukaan Tanah dan di Bawah Permukaan Tanah (Akar)

Penyakit pada tegakan dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil hutan, kematian tegakan, tegakan menjadi rentan/peka terhadap serangan hama/penyakit lain dan rawan terhadap kebakaran.

Penyakit yang terjadi pada tegakan umumnya disebabkan oleh fungi, walaupun agen lain dapat pula menjadi penyebabnya.

Serangan *Ganoderma* spp. pada akar pohon di lapangan sulit dideteksi karena berada di dalam tanah. Akar yang baru terinfeksi tertutup oleh rhizomorfa berwarna merah dan miselium berwarna putih. Secara umum gejala pada bagian pohon di permukaan tanah adalah adanya penurunan vigor yang cepat yang ditandai dengan perubahan warna, pelayuan daun dan akhirnya kematian tanaman. Penguningan dan pengguguran daun biasanya mendahului kematian tanaman. Tubuh buah jamur kadang terbentuk di bagian bawah batang yang sudah mati, yang berbatasan dengan

permukaan tanah. Menurut Bassett dan Peters (2003), meskipun tanaman sudah menunjukkan gejala sakit, namun terkadang tubuh buah *Ganoderma* spp. belum terbentuk. Dan di lain pihak, pada tanaman yang tampak sehat ditemukan tubuh buah *Ganoderma* spp. di pangkal batangnya. Hasil pengamatan Gafur *et al.* (2011), menunjukkan bahwa serangan *Ganoderma* pada akar pohon *Eukaliptus* memiliki gejala yang sama yaitu adanya rhizomorf, modifikasi miselium yang berfungsi sebagai alat untuk mempertahankan diri dan dapat menyebar ke tanaman inang sekitarnya, yang berwarna merah dan miselium berwarna putih.



Gambar 2 A. Tanda penyakit berupa tubuh buah *Ganoderma* sp. pada pohon *Agathis* yang telah mati di HPGW. dan Gejala pada jaringan akar berupa nekrosis berwarna coklat (tanda panah)

Pada tegakan *Agathis* di HPGW, serangan penyakit akar ini terlihat dengan adanya pohon-pohon yang mati dengan pola tidak teratur. Pohon yang sudah mati tersebut dikelilingi oleh pohon-pohon dengan tajuk mahkota daun yang sudah mulai jarang, pada sebagian maupun seluruhnya tajuknya. Ada juga pohon yang sudah menunjukkan daun-daunnya layu dan mengering. Pada beberapa lokasi dengan serangan yang sudah lama, beberapa pohon sudah tumbang dan menyisakan tunggul-tunggul, sehingga menyebabkan areal terbuka.

Pada pengamatan awal dilakukan pada blok B6 dan B7 saja dengan 25 sampel pohon dengan gejala sakit ditemukan pohon mati 21 pohon (84%), daun rontok mengering 3 pohon (12%) dan tunggul pohon mati (4%). Hal ini menunjukkan serangan jamur *Ganoderma* sudah mulai menyebar luas.

Hampir semua blok tegakan *Agathis* sudah menunjukkan pola serangan penyakit akar yang disebabkan *Ganoderma* tersebut. Penyebaran pathogen ini diduga disebabkan karena beberapa cara: 1. Secara *air borne*, spora yang menyebar terbawa angin kemudian menempel pada pohon yang mempunyai luka pada batang atau akarnya. 2. Luka dapat disebabkan serangga, atau luka mekanis. Luka mekanis yang banyak dialami pohon-pohon adalah luka akibat sadapan kopal. Sadapan kopal yang berlebihan pada pohon juga akan menyebabkan daya tahan pohon terhadap serangan hama dan penyakit berkurang.

Cara ketiga, melalui *kontak akar* yaitu akar yang sakit akan menularkan pathogen ke akar yang sehat. Dengan semakin besarnya pohon, maka perakaran akan semakin besar dan akan memungkinkan saling terhubung antara perakaran pohon yang satu dengan lainnya. Cara yang keempat, secara *soil borne*, sumber inokulum dapat menyebar melalui tanah, bisa berupa miselium, spora, tubuh buah, sisa jaringan tanaman sakit ataupun rhizomorf.

Sumber-sumber inokulum tersebut dapat disebarkan secara pasif dan maupun secara aktif. Secara pasif dapat disebarkan oleh manusia yang keluar masuk areal HPGW dari daerah yang terserang penyakit ke daerah yang belum terserang. Tonggak bekas tanaman sakit yang masih tertinggal di lapangan juga merupakan sumber inokulum yang sangat potensial bagi terjadinya penyakit akar.

#### Saran Metode Pengendalian Yang Bisa Dilakukan.

Menurut Rahayu (1999), penyakit akar merah pada marga (genus) akasia, umumnya terjadi pada tanaman umur 5 hingga 8 tahun yang telah tumbuh mantap di lapangan. Pengendalian yang dianjurkan adalah pengendalian secara terpadu.

Beberapa cara pengendalian tersebut diantaranya:

1. Pembersihan tunggul dan sisa-sisa akar sebelum penanaman atau saat pembukaan tanah (*land clearing*);
2. Pohon yang sakit di lapangan diusahakan

disingkirkan dan dieradikasi dengan dibakar; 3. Dibuat drainase yang baik; 4. Perlu dibuat selokan isolasi atau parit isolasi dan pembukaan leher akar; 5. Pada kondisi pohon sakit yang masih dapat ditolong dapat digunakan fungisida Ganocide (drazoxolon) atau Calixin CP untuk melumas leher akar dan pangkal akar tunggang serta

akar samping; 6. Pemanenan tepat waktu yaitu pada umur 6 sampai dengan 8 tahun, untuk mengurangi resiko serangan *Ganoderma* yang meluas; dan 7. Pengendalian dengan agens antagonis contohnya *Trichoderma* spp.

Tabel 1 Data sebagian pohon damar yang terserang *Ganoderma* sp. di areal HPGW

No.	nama pohon	x_koordinat	y_koordinat	ketinggian (m)	kondisi pohon
1	agathis 1	701430	9235039	591	pohon mati
2	agathis 2	701427	9235042	571	pohon mati
3	agathis 3	701433	9235031	579	pohon mati
4	agathis 4	701391	9235034	577	pohon mati
5	agathis 5	701393	9235038	591	pohon mati
6	agathis 6	701399	9235059	591	pohon mati
7	agathis 7	701397	9235051	568	pohon mati
8	agathis 8	701387	9235037	586	pohon mati
9	agathis 9	701403	9235015	594	pohon mati
10	agathis 10	701411	9234972	564	pohon mati
11	agathis 11	701414	9234980	569	pohon mati
12	agathis 12	701383	9234949	591	pohon mati
13	agathis 13	701410	9234952	581	pohon mati
14	agathis 14	701414	9234926	571	pohon mati
15	agathis 15	701389	9234925	576	pohon mati
16	agathis 16	701400	9234931	575	pohon mati
17	agathis 17	701432	9234945	575	daun rontok, mengering
18	agathis 18	701411	9234963	581	daun rontok, mengering
19	agathis 19	701422	9234963	582	pohon mati
20	agathis 20	701447	9234976	580	pohon mati
21	agathis 21	701429	9235018	590	pohon mati
22	agathis 22	701481	9234938	578	daun rontok, mengering
23	agathis 23	701554	9234889	577	pohon mati
24	agathis 24	701555	9234890	577	pohon mati
25	agathis 25	701557	9234876	562	tunggul pohon mati

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil diagnosis menunjukkan adanya penyakit busuk akar merah pada damar oleh *Ganoderma aplanatum*. Namun mengingat sangat banyak spesies *Ganoderma* yang sulit dibedakan secara morfologi. Penulis menyarankan untuk dilakukan identifikasi secara biologi molekuler.

Penyakit tersebut dikhawatirkan akan semakin meluas dan merugikan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mencari teknik pengendalian penyakit akar tersebut, dikarenakan inang alternatif *Ganoderma* spp. ini cukup luas. Pengendalian yang sesuai dengan kondisi lapangan harus segera dilakukan.

### Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pimpinan beserta staf HPGW Fakultas Kehutanan IPB, atas kerjasamanya dan bantuannya selama penelitian. Penghargaan juga disampaikan pada asisten (Asep, S.Hut dan Rudi Irawan, S.Hut), pak Azis sopir JMHT dan mahasiswa yang turut membantu terlaksananya penelitian ini di HPGW.

### DAFTAR PUSTAKA

Achmad, S. Hadi, S. Harran, E. Gumbira Sa'id, B. Satiawihardja, M. Kosim Kardin. 2009. Pengendalian Hayati Penyakit Lodoh Pada Semai

*Pinus Merkusii*: Potensi Antagonistik *In-vitro* *Trichoderma harzianum* DAN *Trichoderma pseudokoningii*. Jurnal Litbang Tanaman. Bardacki F. 2001. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Turk J Biol* 25: 185-196.

Anonim. 2012. *Agathis* <http://en.wikipedia.org/wiki/Agathis> 12 March 2012 at 20:13.

Arupa. 2008. Hutan Rakyat Wonosobo. [http://www.arupa.or.id/index2.php?option=comcontent&do\\_pdf=1&id=39](http://www.arupa.or.id/index2.php?option=comcontent&do_pdf=1&id=39) [16 November 2010].

Badan Eksekutif HPGW. 2011. Laporan Tahunan HPGW 2011. Sukabumi HPGW.

Basset K, Peters RN. 2003. *Ganoderma*: A Significant Root Pathogen. Arborilogical Services Inc. Publication. <http://www.arborilogical.com/articles/ganoderma.htm>. [6 Februari 2010]

de Laubenfels, David J. 1988. Coniferales. P. 337-453 in Flora Malesiana, Series I, Vol. 10. Dordrecht: Kluwer Academic.

Frick H, Moediartianto. 2004. Ilmu Kontruksi Bangunan Kayu, Pengembangan Kontruksi Kayu. Edisi 3. Jakarta Kanisius.

- First-Nature*. 2011. *Bracket and Crust Fungi Gallery*. <http://www.first-nature.com/fungi/~brackets.php> [20 November 2011].
- Gafur A, Tjahjono B, Golani GD. 2011. Patogen dan Opsi Pengendalian Penyakit Busuk Akar *Ganoderma* di Hutan Tanaman Industri. Simposium Nasional dan Lokakarya *Ganoderma*: Sebagai Patogen Penyakit Tanaman dan Bahan Baku Obat Tradisional, Bogor, 2-3 November 2011. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia.
- Herliyana EN, Taniwiryono D, Minarsih, Hayati. 2012. *Root diseases Ganoderma sp. on the Sengon in West and East Java*. *Journal of Tropical Forest Management* 18 (2):94-99. DOI:10.7226/jtfm.18.2.94.
- Hidayat J. 2002. *Informasi Singkat Benih*. Bandung: Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan dan Indonesia Forest Seed Project.
- Irianto RSB, Barry K, Hidayati N, Ito S, Fiani A, Rimbawanto A, Mohammed C. 2006. Incidence and Spatial Analysis of Root Rot of *Acacia mangium* In Indonesia. *Journal of Tropical Forest Science* 18(3): 157-165.
- Krisnawati H, Varis E, Kallio M, Kanninen M. 2010. Panduan bertajuk, "*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen.: Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas". Bogor: Cifor.
- Lee SS. 2000. The Current Status of Root Diseases of *Acacia mangium* Wild. In: Flood J, Bridge PD, Holderness M, editors. *Ganoderma Diseases of Perennial Crops*. Wallingford, UK: CABI Publishing. Hlm 71-79.
- Minarsih H, Lingga DNP, Taniwiryono D, Herliyana EN. 2011. Analisis Keragaman Genetik *Ganoderma* spp. yang Berasosiasi dengan Tanaman Kakao dan Tanaman Pelindungnya Menggunakan *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD). *Jurnal Menara Perkebunan* (MP) 79(1): 6-14.
- Nusantara AD. 2002. Tanggap Semai Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) Terhadap Inokulasi Ganda Cendawan Mikoriza Arbuskular dan *Rhizobium sp.* *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia* 4(4): 62-70.
- Old KM, Lee SS, Sharma JK, Yuan ZQ, editors. 2000. *A Manual of Diseases of Tropical Acacias in Australia, South-East Asia and India*. Jakarta, Indonesia: Center for International Forestry Research. 104 p.
- Sankaran KV, Bridge PD, Gokulapalan C. 2005. *Ganoderma Diseases of Perennial Crops in India-an Overview*. *Journal Mycopathologia* 159: 143-152. doi [10.1007/s11046-004-4437-1](https://doi.org/10.1007/s11046-004-4437-1)
- Solomon JD, Leininger TD, Wilson AD, Anderson RL, Thompson LC, McCracken, FI. 1993. *Ash Pests: A Guide to Major Insect, Diseases, Air Pollution Injury and Chemical Injury*. Gen. Tech. Rep. SO-96. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 45p.
- Verbist B, Van Noordwijk M, Agus F, Suprayogo D, Hairiah K, Pasya G, Farida. 2004. Peranan Agroforestri dalam Mempertahankan Fungsi Hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS). *Jurnal Agrivita* 26(1): 1-8.
- Whitmore, T.C. 1977. A first look at *Agathis*. *Tropical Forestry Papers No. 11*. University of Oxford Commonwealth Forestry Institute.
- Widyastuti SM. 1998. Pengendalian Hayati Penyakit Akar Merah pada Akasia dengan *Trichoderma*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 4(2):65-72.
- Widyastuti SM. 2007. *Peran Trichoderma spp. Dalam Revitalisasi Kehutanan di Indonesia*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 255p.
- Widyastuti SM. 2010. Laporan Akhir program Tanoto Professorship Award. Penelitian Metode Pengendalian *Ganoderma sp.* Pada Tanaman Perkebunan dan Kehutanan. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta.
- Wingfield, MJ, Slippers B, Roux J, Wingfield BD. 2010. Novel Associations Between Pathogens, Insects and Tree Species Threaten World Forest. *New Zealand Journal of Forest Science* 40 suppl.:S95-S103 Timothy Waters, Oxford, November 2003 Systematics of *Agathis* Salisb <http://www.agathis.info/>