

KACANGAN PENUTUP TANAH SEBAGAI INANG ALTERNATIF *Ganoderma boninense* DI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT: POTENSI ANCAMAN DAN KEGUNAAN

Harjono Djoyobisono¹⁾, Agus Susanto, dan Siti Muslimah Widyastuti¹⁾

ABSTRAK: Keberadaan kacang tanah penutup tanah, khususnya *Mucuna bracteata* sudah sangat umum dimanfaatkan di perkebunan kelapa sawit. Fungsi utamanya adalah untuk melindungi tanah dari erosi, memperkaya bahan organik, dan memperbaiki struktur tanah. Untuk kasus penyakit busuk pangkal batang *Ganoderma* kondisinya adalah akan meningkatkan jumlah bahan organik baik yang sudah mati atau hidup diprediksi akan meningkatkan kejadian penyakit di dalam tanah. Kacangan penutup tanah yang lain yaitu *Crotalaria juncea* telah digunakan dengan baik sebagai alat untuk mempelajari proses infeksi *Ganoderma*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari potensi ancaman dan kegunaan dari dua kacang tanah penutup tersebut sebagai inang alternatif dari *Ganoderma*. Kedua jenis kacang tanah ini diinokulasi secara buatan dengan *Ganoderma*. Tanda dan gejala yang berkembang dicatat dari waktu ke waktu. Selanjutnya dilakukan pengamatan sitologi untuk melihat penampilan proses infeksi. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa *M. bracteata* dan *C. juncea* adalah suseptibel untuk *Ganoderma*. Sebagai tambahan, hifa dari *Ganoderma* dapat menembus pangkal batang dari *C. juncea*. Masa inkubasi *Ganoderma* pada *M. bracteata* adalah 6 bulan setelah inokulasi dengan presentasi 10%, sedangkan pada *C. juncea* adalah 8 minggu setelah inkubasi dengan presentase sebesar 70%. Oleh sebab itu, *M. bracteata* dan *C. juncea* dapat digunakan sebagai tanaman perangkap *Ganoderma*, sedangkan

C. juncea dapat digunakan sebagai tanaman indikator untuk mempelajari interaksi pathosistem *Ganoderma*.

Kata kunci: Kacangan penutup tanah, *Mucuna bracteata*, *Crotalaria juncea*, kelapa sawit, *Ganoderma*

Abstract: The establishment of legume cover crops, such as *Mucuna bracteata* is becoming a common practice in oil palm plantations. The main functions of such ground cover are to protect the soil from erosion, enrich the organic matter, and to improve the soil structure. However, in the case of *Ganoderma* root rot disease, any condition which increases the amount of organic material, dead or living, in the soil may be expected to increase the incidence of root disease as well. Another legume cover crop, i.e. *Crotalaria juncea*, has been proved to be a useful tool to dissect the infection process of *Ganoderma*. The objective of this research is to study the potential threat and use of both legume cover crops as alternative hosts of *Ganoderma*. Both legume species were inoculated artificially with *Ganoderma*. The disease signs and symptoms developed were recorded. Further cytological observations on the infection process were performed. The results indicated that *M. bracteata* and *C. juncea* were susceptible to *Ganoderma*. In addition, hyphae of *Ganoderma* were able to penetrate basal stems of *C. juncea*. Incubation period of *Ganoderma* in *M. bracteata* was 6 months after inoculation with 10% frequency of the disease, while incubation period in *C. juncea* was 8 weeks after inoculation with 70% frequency of the disease. Therefore, *M. bracteata* and *C. juncea* can be used as trapping plant of *Ganoderma* and especially *C. juncea* also can be used to indicator plant for studying the *Ganoderma* pathosystem.

Keywords: Legume, *Mucuna bracteata*, *Crotalaria juncea*, oil palm, *Ganoderma*.

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

¹⁾ Harjono Djoyobisono (✉)
Faculty of Forestry, Gadjah Mada University,
Jl. Agro No. 1 Yogyakarta, Indonesia 55281
email : harjono@gmail.com

PENDAHULUAN

Kacangan penutup tanah memainkan peran penting dalam perkebunan kelapa sawit. Secara umum, kegunaannya adalah untuk pengawetan tanah dan meningkatkan atau mempertahankan struktur tanah serta kesuburannya. Beberapa karakteristik umum tanaman ini adalah perbanyakannya yang mudah, toleransi terhadap kekeringan yang tinggi, pertumbuhan sangat cepat, produksi biomassa yang tinggi, dan untuk perbanyakannya dibutuhkan hanya sedikit tenaga kerja dan bahan kimia serta bersifat tidak disukai ternak (Methews, 1998). *Mucuna bracteata* telah dikenal memiliki semua sifat tersebut dan secara luas digunakan di perkebunan kelapa sawit di Indonesia dan Malaysia (Gah and Patrick, 2007). Tanaman leguminose lainnya, *Crotalaria juncea*, juga digunakan sebagai kacangan penutup tanah, terutama pada perkebunan karet (Semangun, 2000).

Berbagai laporan yang sudah ada mengindikasikan bahwa kedua tanaman kacang penutup tanah ini rentan terhadap *Ganoderma boninense* dan spesies *Ganoderma* lainnya (Idris *et al.*, 2003; Semangun, 2000, Widyastuti *et al.*, 1998; Widyastuti *et al.*, 2001). Sebagai tambahan, jamur ini bersifat patogen penyebab penyakit busuk pangkal batang di perkebunan kelapa sawit (Darmono, 2000). Karena potensi ancaman ini, penting dilakukan studi lebih lanjut tentang kerentanan *M. bracteata* dan *C. juncea*. Infeksi oleh *G. boninense* biasanya sulit untuk dideteksi sampai tanaman menunjukkan gejala pertama, dan biasanya membutuhkan waktu berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun. Sampai saat ini masih belum benar-benar jelas bagaimana proses *G. boninense* menginfeksi inangnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kerentanan *M. bracteata* dan *C. juncea* dengan menggunakan inokulasi buatan untuk *Ganoderma*, serta contoh potensi kegunaan *C. juncea* untuk mempelajari proses infeksi *G. boninense*.

BAHAN DAN METODE

Kultur Jamur, Galur Tanaman dan Kondisi Pertumbuhan

Ganoderma boninense yang sudah diisolasi dari pohon kelapa sawit yang terinfeksi (*Elaeis guineensis*) ditanam pada medium *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan disinari dengan cahaya neon putih. Biji *M.*

bracteata dan *C. juncea* disterilkan permukaannya dengan menggunakan natrium hipoklorit 10% (5 menit), etanol 70% (5 menit), dibilas menggunakan air steril dan selanjutnya diangin-anginkan agar kering. Selanjutnya biji yang telah mendapat perlakuan ditaburkan di atas pasir steril. Dua minggu kemudian, biji berkecambah ditransplantasikan secara terpisah ke dalam *polybag* berisi campuran humus dan pasir (1:1). Tanaman ditanam di rumah kaca dengan cahaya alami. Kemudian, tanaman berumur empat minggu diinokulasi dengan *G. boninense*.

Atau, biji-biji steril dari *C. juncea* dikecambahkan pada labu Erlenmeyer 250 mL yang mengandung PDA. Masing-masing labu berisi tiga kecambah. Kecambah ditanam dalam kondisi terkontrol (12 jam terang dan 12 jam gelap pada suhu 25°C). Kecambah *C. juncea* berumur sepuluh hari diinokulasi dengan *G. boninense* agar mengalami proses infeksi mikroskopis.

Inokulasi Jamur

Cabang-cabang pohon karet (*Hevea brasiliensis*) (3 cm x panjang 10 cm) dikemas dalam kantong plastik Polipropilena dan diautoklaf (30 menit pada suhu 121°C). Selanjutnya, miselium dari *G. boninense* diinokulasikan ke cabang-cabang pohon karet steril dan diinkubasi selama lima minggu. *Ganoderma boninense* yang tumbuh pada cabang pohon karet kemudian ditempatkan sedemikian rupa agar mengalami kontak dengan ke arah akar *M. bracteata* atau *C. Juncea*. Sebagai perlakuan kontrol, cabang pohon karet tanpa inokulasi jamur digunakan pada kedua kacang penutup tanah ini. Setiap perlakuan, digunakan 10 tanaman *M. bracteata* atau *C. juncea* dan setiap percobaan diulang setidaknya dua kali.

Di dalam percobaan *in vitro*, potongan agar *G. boninense* (1 x 1 cm²) ditempatkan pada pucuk batang *C. Juncea* berusia lima hari. Potongan agar tanpa koloni jamur yang digunakan pada perlakuan kontrol. Kecambah dipanen setelah 2, 4, 6, 8 dan 10 hari pasca inokulasi dan diamati secara mikroskopis.

Mikroskopi

Jaringan kecambah *C. juncea* yang terinfeksi difiksasi dan dihilangkan warnanya dengan cara dididihkan dalam etanol 100% selama 3 menit dan kemudian didinginkan pada suhu kamar selama 1 jam. Selanjutnya, sampel dibersihkan menggunakan kloral

hidrat jenuh (2.5 g mL^{-1}). Struktur jamur dan kematian sel inang divisualisasikan menggunakan tripan biru sesuai dengan metode (Keogh *et al.*, 1980). Sampel yang sudah tertandai diamati menggunakan mikroskop Olympus BH2 dan difoto.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mucuna bracteata dan *Crotalaria juncea* rentan terhadap *Ganoderma boninense*

Metode inokulasi pucuk batang atau busuk akar Basidiomycetes seperti *Ganoderma* spp. dengan cara terlebih dahulu menumbuhkan isolat jamur pada cabang atau akar sebelum diinokulasikan ke tanaman, telah banyak digunakan (Susanto, 2009, Widyastuti *et al.*, 1998). Metode ini bisa menjamin bahwa jamur memiliki cukup sumber energi sebelum menginfeksi tanaman (Gambar 1a). Setelah *M. bracteata* diinokulasi dengan *G. boninense*, perkembangan gejala dan tanda-tanda dipantau dan diakses setiap dua minggu. Di antara 10 tanaman yang diinokulasi, hanya satu tanaman yang daunnya menguning (Tabel 1). Sebuah tubuh buah *G. boninense* muda kemerahan tumbuh pada pucuk batang tanaman yang terinfeksi (data tidak ditunjukkan). Baik gejala maupun

tanda-tanda terlihat sejak 5 bulan setelah inokulasi. Daun yang coklat kekuningan terlihat pada tanaman yang terinfeksi tersebut pada bulan ke 6 setelah inokulasi. Basidiocarp dari *G. boninense* pada tahap ini berubah warna menjadi lebih gelap dibandingkan ketika masih muda (Gambar 1b). Pada akhir masa pengamatan, hanya satu dari sepuluh tanaman diinokulasi (10%) menunjukkan infeksi khas *G. boninense* (Tabel 1).

Idris *et al.*, (2003) meneliti interaksi antara *G. boninense* dan tujuh tanaman leguminose, termasuk *M. bracteata*. Selama 15 bulan pengamatan menemukan bahwa *G. boninense* menginfeksi semua spesies tanaman tersebut. Dari 60 *M. bracteata* yang diinokulasi, 25%, 11,7% dan 70%, secara berurutan, menunjukkan klorosis daun, kematian tanaman dan tubuh buah. Ada kemungkinan bahwa rendahnya kerentanan *M. bracteata* dalam percobaan ini disebabkan oleh periode inokulasi yang pendek, patogenisitas isolat *G. boninense* yang berbeda dan atau kerentanan *M. bracteata*.

Berbeda dengan lambatnya kemunculan gejala dan pertanda perkembangan *M. bracteata* yang diinokulasi, gejala dan perkembangan *C. juncea* yang diinokulasi jauh lebih cepat. Tiga dari sepuluh tanaman



Gambar 1. Inokulasi *Ganoderma boninense* pada *Mucuna bracteata*. (a) Isolat jamur, yang sebelumnya telah ditumbuhkan pada cabang-cabang pohon karet (anak panah), ditempatkan sedemikian rupa agar berkontak dengan kerah akar *M. bracteata*. (b) Tubuh buah jamur (panah) berkembang pada leher akar tanaman diinokulasi setelah enam bulan sejak inokulasi.

Tabel 1. Perkembangan gejala yang ditunjukkan oleh *Mucuna bracteata* dan *Crotalaria juncea* yang diinokulasi dengan *Ganoderma boninense*.

Bulan setelah inokulasi	Gejala pada masing-masing <i>Mucuna bracteata</i>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	+++	0

Minggu setelah inokulasi	Gejala pada masing-masing <i>Crotalaria juncea</i>									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	+	0	0	+	0	+	0	0	0	0
7	++	+	0	++	+	++	0	+	+	0
8	■	++	0	++	++	■	0	++	+	0
9	■	+++	0	+++	+++	■	0	■	++	0
10	■	■	0	■	■	■	0	■	■	0

Catatan :

0 : tidak ada gejala, + : daun menguning, ++ : daun coklat kekuningan, +++ : daun layu, * : menunjukkan pembentukan tubuh buah jamur.
■ : Menunjukkan kematian tanaman.

menunjukkan daun menguning 6 minggu setelah inokulasi (Tabel 1). Seminggu kemudian, empat tanaman lainnya menunjukkan gejala yang sama. Selanjutnya, *C. juncea* yang terinfeksi menunjukkan daun coklat kekuningan dan melayu. Menariknya, ketujuh *C. juncea* yang terinfeksi mati (Gambar 2a), dengan gejala awal yang telah diamati pada 8 minggu pasca inokulasi. Namun, *G. boninense* tidak membentuk tubuh buah selama percobaan, meskipun teramati sistem akar dipadati koloni miselium (Gambar 2b). Pada kesempatan yang jarang terjadi, ditemukan tubuh buah yang berkembang secara menyimpang (data tidak ditunjukkan). Semua tanaman pada perlakuan kontrol dalam keadaan sehat (Gambar 2c).

Bahwa *G. boninense* membentuk tubuh buah pada *M. bracteata* yang terinfeksi namun tidak pada *C. juncea* adalah fakta menarik. Dari penelitian Widyastuti *et al.*, 1998 dan Widyastuti *et al.*, 2001 tentang *C. juncea* yang diinokulasi dengan

Ganoderma spp., tidak pernah ditemukan pembentukan tubuh buah jamur. Karena *C. juncea* mati setelah 8-10 minggu diinokulasi, kemungkinan patogen jamur tersebut memperoleh cukup sumber makanan untuk memulai pembentukan tubuh buah. Kemungkinan sifat biokimia tanaman inang serta faktor lingkungan berkontribusi pada fenomena ini (Agrios, 2005).

Kerentanan *C. juncea* terhadap infeksi *G. philippii* telah dilaporkan oleh Semangun (Semangun, 2000) dan terjadi di lapangan dan di rumah kaca oleh Widyastuti *et al.*, 1998 dan Widyastuti *et al.*, 2001. Dalam makalah ini menunjukkan bahwa *C. juncea* juga rentan terhadap *G. boninense*, yang sangat patogen pada kelapa sawit. Tanaman kacang penutup tanah lainnya, seperti *Calopogonium caeruleum*, *C. mucunoides*, *Centrosema pubescens*, *Desmodium ovalifolium*, *Mucuna cochinchinensis* dan *Pueraria phaseoloides* juga dilaporkan rentan terhadap *G. boninense* (Idris *et al.*

2003). Sampai saat ini, *M. bracteata*, dan bukan *C. juncea*, telah dibudidayakan pada skala luas di perkebunan kelapa sawit. Meskipun kerentanan *M. bracteata* jauh lebih rendah daripada *C. juncea*, hasil-hasil penelitian menggugah kesadaran akan potensinya menjadi inang untuk *G. boninense*. Semakin sering rotasi perkebunan terjadi, semakin tinggi risiko akumulasi inokulum (Flood *et al.*, 2005; Pilotti, 2005; Susanto *et al.*, 2005). Oleh karena itu, kerentanan *M. bracteata* terhadap infeksi *G. boninense* kemungkinan besar akan meningkat pula.

Crotalaria juncea* sebagai tanaman indikator untuk mempelajari infeksi *Ganoderma boninense

Menurut definisinya, tanaman indikator adalah tanaman yang bereaksi terhadap patogen tertentu atau faktor lingkungan dengan memproduksi gejala spesifik dan digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi faktor-faktor tersebut (Agrios, 2005). Jelas terlihat bahwa *C. juncea* memperlihatkan gejala-gejala dalam beberapa minggu setelah diinokulasi dengan *G. boninense* (Gambar 2, Tabel 1). Untuk mengetahui lebih lanjut potensi tanaman ini sebagai sarana mempelajari proses infeksi *G. boninense*, dilakukan inokulasi pada *C. juncea* dengan *G. boninense* secara *in vitro* (Gambar 3a).

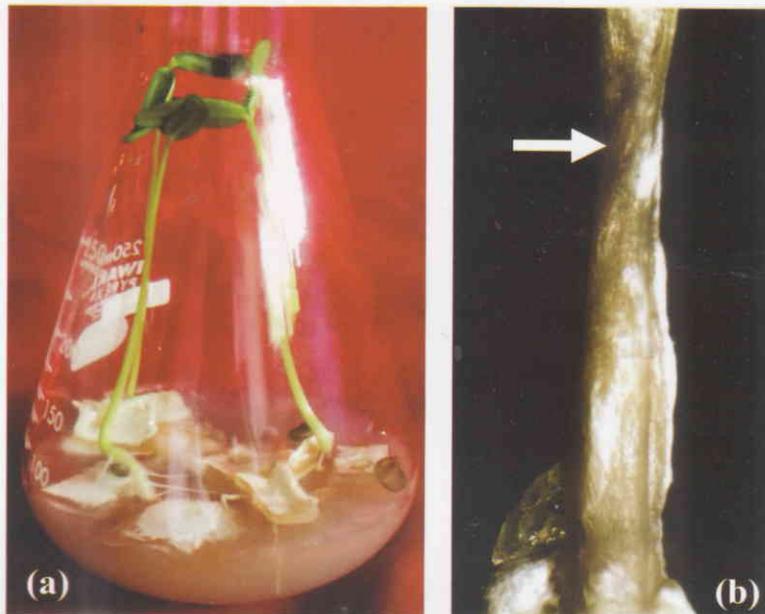
Miselium *G. boninense* tumbuh di kerah akar *C. juncea* 2 hari setelah inokulasi. 4-6 hari setelah inokulasi, bagian bawah batang dikolonisasi oleh

jamur. Batang membusuk mulai terlihat 8 hari setelah inokulasi (Gambar 3b). Kecambah mati 8-10 hari setelah inokulasi. Menariknya, sebagian besar akar tidak dikolonisasi oleh *G. boninense* (data tidak ditunjukkan). Karena kandungan PDA yang kaya nutrisi, tampaknya miselia *G. boninense* lebih suka tumbuh pada permukaan media.

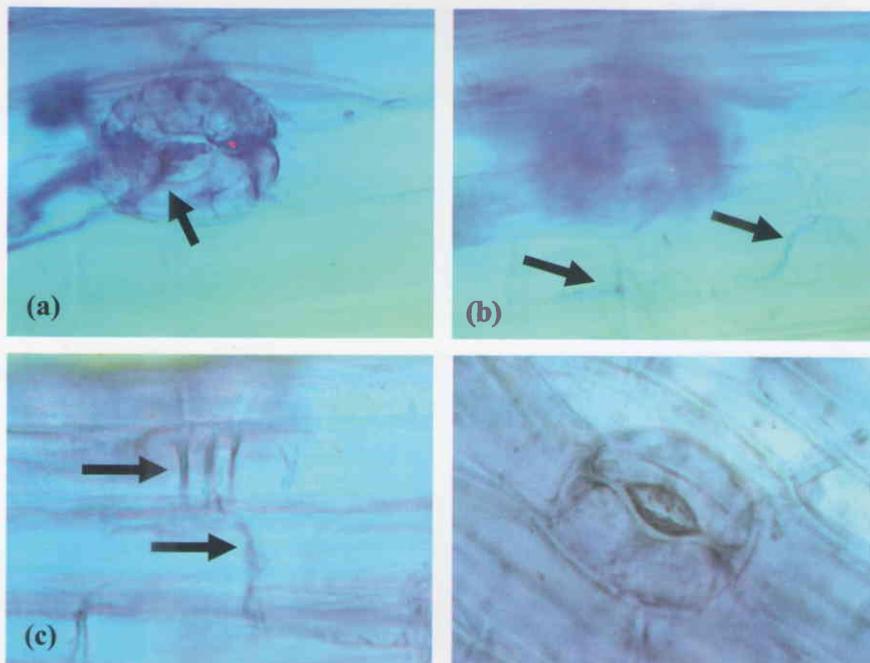
Dari pengamatan mikroskopis terungkap bahwa hifa *G. boninense* menembus batang *C. juncea* melalui lubang stomata 4 hari setelah inokulasi (Gambar 4a). Hifa interseluler terdeteksi 6 dan 8 hari setelah inokulasi (Gambar 4b dan c). Sel-sel penjaga pada lubang stomata batang yang terinfeksi menunjukkan respon hipersensitif (HR) (Gambar 4a), sebagaimana ditunjukkan oleh warna biru gelap akibat akumulasi bahan pewarna tripan biru. Sebaliknya, lubang stomata yang tidak terinfeksi tidak menunjukkan akumulasi pewarna tripan biru (Gambar 4d). Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun *C. juncea* dinyatakan HR, mekanisme ini tidak efektif untuk menghentikan infeksi jamur. *Ganoderma boninense* adalah bersifat saprofitis fakultatif (Abdullah, 2000; Miller *et al.*, 2000) dan patogen jamur nekrotropis. Berbagai penelitian pada sistem jamur lainnya menunjukkan bahwa HR adalah yang paling efektif untuk mencegah infeksi patogen biotrofik (Govrine and Levine, 2000; Kombrink & Schmelzer, 2001; Schulze-Lefert, 2004). Jamur nekrotropis, seperti *G. boninense*, dapat memanfaatkan jaringan yang mati; maka HR memfasilitasi kolonisasi tanaman oleh jamur ini.



Gambar 2. Inokulasi *Crotalaria juncea* dengan *Ganoderma boninense*. (a) Kematian tanaman 8 minggu setelah inokulasi. (b) Gambar jarak dekat sistem akar (a). Perhatikan kolonisasi miselium *G. boninense* yang begitu luas. (c) Tanaman yang tidak diinokulasi.



Gambar 3. Inokulasi *in vitro* kecambah *Crotalaria juncea* dengan *Ganoderma boninense*. (a) Kecambah berusia lima hari yang tumbuh dalam labu Erlenmeyer yang berisi *Potato Dextrose Agar*. Perhatikan agar tertembus oleh miselia jamur. (b) Batang yang terinfeksi delapan hari setelah inokulasi. Miselia putih menutupi permukaan batang. Panah menunjukkan jaringan batang yang membusuk.



Gambar 4. Pengamatan mikroskopik infeksi *Ganoderma boninense* pada batang *Crotalaria juncea*. (a) Penetrasi hifa melalui lubang stomata 4 hari setelah inokulasi. (b) dan (c) masing-masing adalah hifa interseluler pada enam dan delapan hari setelah inokulasi. (d) Lubang stomata yang tidak terinfeksi. Perhatikan akumulasi bahan pewarnaan biru tripan pada (a) dan (b), tetapi tidak pada (d), yang menunjukkan respon hipersensitif. Tanda panah menunjukkan hifa jamur.

Potensi ancaman dan penggunaan *Mucuna bracteata* dan *Crotalaria juncea* sebagai inang alternatif untuk *Ganoderma boninense*

Tanaman leguminose, seperti *M. bracteata* dan *C. juncea*, tampaknya menjadi tanaman kacanggan penutup tanah yang ideal untuk kelapa sawit atau perkebunan karet. Namun, berdasarkan laporan sebelumnya dan hasil penelitian seperti yang disajikan dalam makalah ini, tanaman-tanaman tersebut menunjukkan kerentanan terhadap infeksi *G. boninense* dan spesies *Ganoderma* lainnya. Dibutuhkan kewaspadaan untuk meminimalkan resiko tanaman kacanggan penutup tanah justru menjadi inang alternatif *Ganoderma* spp., misalnya dengan memeriksa sejarah dari situs perkebunan dan menggunakan kultivar yang relatif toleran/tahan. Di lain pihak, informasi tentang ketahanan tanaman kacanggan penutup tanah terhadap *Ganoderma* spp. masih sangat kurang.

Di sisi lain, fakta bahwa *M. bracteata* dan *C. juncea* adalah inang alternatif untuk *Ganoderma* spp. menunjukkan bahwa kedua tanaman bisa dimanfaatkan untuk mempelajari interaksi tanaman dengan jamur patogen. Ditunjukkan di sini bahwa *C. juncea* merupakan tanaman indikator dan tanaman perangkap yang menjanjikan, yang mampu menampilkan gejala lebih cepat dibandingkan dengan kelapa sawit dan tanaman tahunan lainnya. Dikemukakan juga kemungkinan *C. juncea* digunakan untuk mempelajari proses infeksi *G. boninense*, dimana proses tersebut akan jauh lebih sulit dipelajari pada inang aslinya karena lambatnya kemunculan gejala dan tandanya. Dimungkinkan di masa depan untuk meneliti korelasi antara patogenisitas *G. boninense* yang telah diisolasi dari kelapa sawit dan patogenisitasnya pada *C. juncea*. Informasi ini akan berguna di masa depan dalam rangka membangun metode pengujian cepat untuk patogenisitas *G. boninense*.

KESIMPULAN

Kacangan penutup tanah khususnya *M. bracteata* telah digunakan secara meluas di perkebunan kelapa sawit. Penelitian ini menunjukkan bahwa *M. bracteata* juga berfungsi sebagai inang alternatif *G. boninense* yang saat ini menjadi penyakit utama di perkebunan kelapa sawit. Meskipun di lapangan belum pernah dilaporkan adanya infeksi *G. boninense* pada

M. bracteata, dengan informasi di atas perlu kewaspadaan yang tinggi untuk mencegah terjadinya akumulasi inokulum *Ganoderma* dari *M. bracteata*. Di sisi yang lain dengan patogenisitas *G. boninense* pada tanaman *C. juncea* yang relatif cepat dan spesifik menunjukkan peluang bahwa tanaman ini dapat dijadikan tanaman indikator untuk mempelajari patogenisitas *G. boninense*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F. 2000. Spatial and sequential mapping of the incidence of basal stem rot of oil palms (*Elaeis guineensis*) on a former coconut (*Cocos nucifera*) plantation. In: Flood J, Bridge PD, Holderness M (eds). *Ganoderma* Diseases of Perennial Crops. CABI Publishing, Wallingford, UK pp. 183-194.
- Agrios, G.N. 2005. Plant pathology. Elsevier Academic Press, California, USA.
- Darmono, T.W. 2000. *Ganoderma* in oil palm in Indonesia: Current status and prospective use of antibodies for the detection of infection. In: Flood J, Bridge PD, Holderness M (eds). *Ganoderma* diseases of perennial crops. CABI Publishing, New York, USA.
- Flood, J., L. Keenan, S. Wayne, and Y. Hasan. 2005. Studies on oil palm trunks as sources of infection in the field. *Mycopathologia* 159: 101-107.
- Goh, K. J., H.H. Gan, and Ng. H.C. Patrick. 2007. Agronomy of *Mucuna bracteata* under oil palm. In: Goh KJ, Chiu SB (eds). *Mucuna bracteata*: A cover crop and living green manure. Agricultural Crop Trust, Petaling Jaya, Selangor, Malaysia.
- Govrin, E. M. and A. Levine. 2000. The hypersensitive response facilitates plant infection by the necrotrophic pathogen *Botrytis cinerea*. *Current Biology* 10: 751-757.
- Indris, S.S., D. Ariffin, and S. Ismail. 2003. Interaction between *Ganoderma* and leguminous cover crop - Pathogenicity and field observation in oil palm plantation. In: Unedited (ed). PIPOC International Palm Oil Congress - Agriculture. Malaysian Palm Oil Board, Ministry of Primary Industries, Kuala Lumpur, Malaysia. pp. 1020-1028.

- Keogh, R.C., B.J. Deverall, and S. McLeod. 1980. Comparison of histological and physiological responses to *Phakospora pachyrhizi* in resistant and susceptible soybean. *Transactions of the British Mycological Society* 72: 329-333.
- Kombrink, E. and E. Schmelzer. 2001. The hypersensitive response and its role in local and systemic disease resistance. *European Journal of Plant Pathology* 107: 69-78.
- Mathews, C. 1998. The introduction and establishment of a new leguminous cover crop, *Mucuna bracteata* under oil palm in Malaysia. *The Planter* 74: 359 – 368.
- Miller, R.N.G., M. Holderness, and P.D. Bridge. 2000. Molecular and morphological characterization of *Ganoderma* in oil-palm plantings. In: Flood J, Bridge PD, Holderness M (eds). *Ganoderma Diseases of Perennial Crops*. CABI Publishing, Wallingford, UK. pp. 159-182.
- Pilotti, C.A. 2005. Stem rots of oil palm caused by *Ganoderma boninense*: pathogen biology and epidemiology. *Mycopathologia* 159: 129-137.
- Schulze-Lefert, P. 2004. Knocking on the heaven's wall: pathogenesis of and resistance to biotrophic fungi at the cell wall. *Current Opinion in Plant Biology* 7: 377-383.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit tanaman perkebunan di Indonesia. Gadjah Mada University Press.
- Susanto, A., Sudharto, and R.Y. Purba. 2005. Enhancing biological control of basal stem rot disease (*Ganoderma boninense*) in oil palm plantations. *Mycopathologia* 159: 153-157.
- Susanto, A. 2009. Basal stem rot in Indonesia: Biology, economic importance, epidemiology, detection, and control. In. *Proc of the International Workshop on Awareness, Detection, and Control of Oil Palm Devastating Diseases*. 6 November 2009. Kuala Lumpur Convention Centre (KLCC). Kuala Lumpur Malaysia 180 pp.
- Widyastuti, S.M., Sumardi, and E. Santoso. 2001. Respon jenis-jenis Akasia dan Eukaliptus terhadap patogen akar *Ganoderma*. *Buletin Kehutanan* 46: 9-18.
- Widyastuti, S.M., Sumardi, A. Sulthoni, and Harjono. 1998. Pengendalian hayati penyakit akar merah pada Akasia dengan *Trichoderma*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia* 4: 65-72.