

Perangkat serologi untuk deteksi dini infeksi *Ganoderma* sp. pada kelapa sawit

Serological device kit for early detection of Ganoderma sp. infection in oil palm

SUHARYANTO^{1*)}, Deden Dewantara ERIS¹⁾, Haryo Tejo PRAKOSO¹⁾, AH SARAGIH²⁾ & TW DARMONO¹⁾

¹⁾Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Jl. Taman Kencana No. 1 Bogor 16151, Indonesia

²⁾PT Perkebunan Nusantara IV, Jl. Let.Jen Suprpto No.2, Medan, Indonesia

Diterima 12 Maret 2012/Disetujui 10 Mei 2012

Abstract

Basal stem rot caused by Ganoderma sp. is the most destructive disease in oil palm that difficult to control because its early symptom could not be detected easily. Serological technique that could detect early Ganoderma sp. infection in quick, simple, and cheap manner should be developed as one component for integrated disease management. A diagnostic device based on dot immunobinding assay (DIBA) for early detection of Ganoderma sp. infection in oil palm had been observed at laboratory, greenhouse and field experiment. Study result revealed that serological technique could detect antigen protein extract of Ganoderma mycelium as much as 138 µg/mL. Basal stem of young seedling that artificially be inoculated by the pathogen could also be clearly detected. At field experiment, Ganoderma sp. infection in oil palm plantation was marked with colour marking based on its infection stadium level to the palm oil. The colours are green, yellow, red, black, and white stating that the plant are healthy, mild infection, heavy infection, very heavy infection, and dead, respectively. Field experiment result showed that serological device kit gave strong reaction to antigen extracted from root and stem at red marking plant. The antigen extracted from healthy plant (green marking plant) was the weak one indicating that the plant is starting to be infected although the symptoms are not yet visually observed.

[Keywords: *Elais guinensis*, *Ganoderma sp.*, basal-stem disease, serological technique].

Abstrak

Busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh *Ganoderma* sp. merupakan penyakit paling penting yang sulit ditanggulangi pada tanaman kelapa sawit karena gejala dini serangan sulit diketahui. Teknik serologi yang mampu mendeteksi dini infeksi *Ganoderma* sp. secara cepat, sederhana dan murah perlu dikembangkan sebagai salah satu komponen dalam pengelolaan penyakit secara terpadu. Teknik serologi dalam bentuk perangkat diagnostik berbasis *dot immunobinding assay* (DIBA) telah dirakit untuk mendeteksi infeksi *Ganoderma* sp. pada skala laboratorium, rumah kaca, dan lapang. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat diagnostik tersebut dapat mendeteksi ekstrak protein dari miselium *Ganoderma* sp.

sebesar 138 µg/mL. Keberadaan patogen pada bibit kelapa sawit yang diinfeksi buatan dapat dideteksi secara jelas dengan perangkat serologi tersebut. Deteksi tingkat infeksi *Ganoderma* sp. pada kebun kelapa sawit TM (skala lapang) dilakukan dengan mengambil sampel berdasarkan stadium infeksi (sehat, ringan, berat, sangat berat, mati) yang diberi kriteria warna hijau, kuning, merah, hitam, dan putih. Hasil uji di kebun kelapa sawit menunjukkan bahwa teknik serologi ini memberikan reaksi paling kuat terhadap antigen yang diekstraksi dari akar dan batang tanaman kriteria merah. Sedangkan reaksi paling lemah ditunjukkan oleh antigen yang diekstraksi dari tanaman kelapa sawit kode hijau yang mengindikasikan bahwa tanaman tanaman kelapa sawit di lapangan tersebut mulai terserang walaupun gejala penyakit belum terlihat secara visual.

[Kata kunci : *Elais guinensis*, *Ganoderma* sp. penyakit-busuk pangkal, teknik serologi]

Pendahuluan

Penyakit busuk pangkal batang (BPB) kelapa sawit yang disebabkan oleh *Ganoderma* sp. merupakan penyakit yang paling merusak baik pada tanaman belum menghasilkan (TBM) maupun tanaman menghasilkan (TM) di Indonesia (Susanto *et al.*, 2005). Penyakit BPB telah menyebabkan kerugian ekonomi yang sangat besar (Purnamasari *et al.*, 2012) sehingga berpotensi melumpuhkan agribisnis kelapa sawit. Tingkat serangan terus meningkat pada tanaman generasi kedua atau ketiga hingga mencapai 40%. Penyakit BPB saat ini juga mulai menyerang tanaman generasi pertama pada daerah pengembangan baru kelapa sawit di Sulawesi dan Papua.

Tanaman kelapa sawit pada umumnya peka terhadap *Ganoderma* sp. upaya untuk memperoleh bahan tanaman yang tahan *Ganoderma* sp. terkendala lamanya siklus seleksi dan sempitnya keragaman genetik yang tersedia (Breton *et al.*, 2010). Di samping itu, hasil analisis menggunakan RAPD Purnamasari *et al.* (2012) menggunakan *Internal Transcribed Spacer* (ITS) DNA ribosom menunjukkan bahwa keragaman genetik *Ganoderma* sp. tinggi.

*) Penulis korespondensi: suharyanto_biotek@yahoo.com

Pengendalian penyakit BPB kelapa sawit masih menghadapi kendala (Sapak *et al.*, 2008) karena gejala dini serangan patogen sulit diketahui. Pada saat gejala serangan mulai terlihat, umumnya tanaman sulit diselamatkan (Nur-Ain-Izati & Abdullah, 2008). Oleh karena itu tersedianya teknologi yang dapat mendeteksi serangan dini *Ganoderma sp.* sangat diperlukan.

Infeksi *Ganoderma sp.* pada kelapa sawit diawali dengan kolonisasi hifa intra seluler yang tumbuh cepat dan lebat pada jaringan korteks kemudian diikuti produksi metabolit sekunder dan enzim-enzim ligninolitik (Abdullah *et al.*, 2010). Keberadaan metabolit sekunder dan enzim-enzim ligninolitik tersebut kemungkinan dapat dideteksi dengan teknik serologi. Teknik serologi memiliki beberapa keunggulan dibanding dengan pelacak DNA antara lain lebih cepat, sederhana dan mudah diaplikasikan di lapang untuk pemeriksaan sampel dalam jumlah banyak dengan biaya relatif murah (Utomo & Niepold, 2000). Teknik serologi diketahui dapat digunakan untuk mendeteksi penyakit BPB kelapa sawit di lapang. Tersedianya perangkat deteksi tersebut bermanfaat untuk monitoring serangan dan melengkapi manajemen pengendalian penyakit *Ganoderma sp.* secara terpadu dengan konsep penyehatan lahan melalui kombinasi perlakuan biologi, kimia, fisik serta mekanis. Teknik serologi perlu dirakit dalam bentuk perangkat diagnostik sederhana dan dikemas sedemikian rupa sehingga lebih mudah dibawa dan diaplikasikan di lapang. Penelitian bertujuan mengetahui keefektifan teknik deteksi dini berbasis *dot immunobinding assay* (DIBA) untuk mendeteksi *Ganoderma sp.* di laboratorium dan lapangan pada sampel tanaman sakit hasil infeksi buatan maupun infeksi alami.

Bahan dan Metode

Kultur Ganoderma sp. dan bahan tanaman

Kultur *Ganoderma sp.* yang digunakan berasal dari kebun Tinjauan (T), Bah Jambi (B), Laras (L), Pulu Raja (P), dan Dolok Sinumbah (D) PTPN IV Sumatera Utara. *Ganoderma sp.* dikulturkan pada medium Potato Dextrose Agar (PDA). Bibit tanaman kelapa sawit DxP diperoleh dari PPKS, Medan. Sampel tanaman kelapa sawit dari lapang diperoleh dari kebun Laras PTPN IV, Sumatera Utara.

Ekstraksi antigen kultur Ganoderma sp.

Ekstrak biomassa miselium *Ganoderma sp.* diperoleh dengan cara mengkulturkan isolat *Ganoderma* dalam *Potato Dextrose Broth* (PDB) 50 mL sambil digoyang menggunakan *shaker* dengan

kecepatan 100 rpm pada suhu ruang (27-30°C) selama dua minggu. Miselium disaring dengan kertas saring *Whatman* 40 kemudian dicuci dengan air steril. Ekstraksi protein dari biomassa miselium dilakukan dengan menggerus sampel menggunakan mortar sambil ditambahkan nitrogen cair sedikit demi sedikit. Serbuk halus miselium ditambah dengan bufer fosfat pH 7,2 dengan perbandingan 1:1 (b/v). Homogenat disentrifugasi dengan kecepatan 8.000-10.000 rpm selama 15 menit dan filtratnya dipisahkan untuk sumber antigen.

Ekstraksi antigen dari bibit

Infeksi buatan *Ganoderma sp.* pada bibit kelapa sawit dilakukan secara kontak langsung dengan sumber inokulum. Penyiapan sumber inokulum mengikuti cara yang dilaporkan Widiastuti *et al.* (2011). Inokulan ditempelkan dan diikat dengan benang jahit pada bonggol bibit kelapa sawit umur tiga bulan yang telah dilukai 3-4 sayatan tipis sedalam 1-2 mm (Gambar 1). Bibit selanjutnya ditanam dalam polybag 20 x 25 cm dan dipelihara dalam rumah kaca selama enam bulan. Akar, pangkal batang dan daun bibit kelapa sawit terinfeksi masing-masing sebanyak 3-5 g digerus menggunakan mortar dan dihomogenkan dengan 10 mL bufer fosfat salin (PBS) pH 7-8. Homogenat disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama 15 menit dan supernatan dipisahkan untuk sumber antigen. Antigen kontrol diekstraksi dari tanaman kelapa sawit yang tidak diinokulasi *Ganoderma sp.*

Ekstraksi antigen dari lapang

Stadium infeksi dan kriteria sampel tanaman terserang dari lapang ditentukan berdasarkan gejala dan tanda timbulnya serangan *Ganoderma sp.* menurut Nur-Ain-Izzati & Abdullah (2008) dan Shamala *et al.* (2008) (Tabel 1). Tiga sampel tanaman yang mewakili setiap stadium infeksi dipilih secara acak dan interval dari satu sampel ke sampel lain adalah dua pohon. Sampel yang diuji terdiri dari daun pupus, pangkal batang, akar, dan tanah. Sampel bagian pangkal batang diambil pada ketinggian \pm 60 cm dari permukaan tanah menggunakan mesin bor dengan mata bor berukuran 2,5 cm. Sampel jaringan tanaman (1-2 g) tersebut dipotong-potong sampai halus kemudian dimasukkan dalam tabung yang berisi 0,5 mL PBS dan digerus dengan batang pengaduk sampai halus lalu tambahkan kembali 1 mL PBS, dikocok dan ditegakkan pada tatakan gabus dan ditunggu selama satu jam hingga kotoran padat mengendap.



Gambar 1. Inokulasi *Ganoderma* sp. melalui pelukaan pada pangkal batang (A) dan penempelan inokulan *Ganoderma* sp. pada bagian yang terluka (B).

Figure 1. Inoculation of *Ganoderma* sp. by wounding at the base of the stem (A) and attachment of inoculant *Ganoderma* sp. on the injured tissue (B).

Tabel 1. Stadium infeksi dan kriteria sampel berdasarkan gejala dan tanda timbulnya serangan *Ganoderma* sp.

Table 1. Stage of infection and infection criteria for sampling based on the symptoms and signs off *Ganoderma* sp. Attack.

Stadium infeksi Stage of infection	Kriteria warna Colour criteria	Gejala dan tanda/Symptom and sign
0	H (Hijau/Green)	Tanaman sehat dengan daun-daun hijau dan segar <i>Healthy plant with fresh and green leaves</i>
1	K (Kuning/Yellow)	Gejala penyakit mulai terlihat pada pangkal batang dengan atau tanpa daun mengalami klorosis <i>Disease symptom can be seen at the basal stem with or without chlorosis leaves</i>
2	M (Merah/Red)	Tanaman sudah terlihat sakit, beberapa daun klorosis, tombak tidak membuka. Gejala penyakit dapat dilihat pada pangkal batang dan tubuh buah dewasa. <i>Infected plant, symptoms can be seen at basal stem</i>
3	T (Hitam/Black)	Tanaman tumbang, sisa tunggul dapat ditemukan <i>Collapsed plant, tuber logs could be found</i>
4	P (Putih/White)	Tanaman tumbang, sisa tunggul tidak dapat ditemukan <i>Collapsed plant, tuber logs could not be found</i>

Perangkat serologi

Perangkat serologi yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan berdasarkan prinsip DIBA menggunakan antibodi IgY anti *Ganoderma* sp. (Suharyanto & Darmono 2001; Widiastuti *et al.*, 2011). Perangkat teknik serologi ini terdiri dari delapan macam kemasan dalam satu kit berupa 1) larutan fosfat bufer salin pH 7,0 dan Tween 20 (PBS-T) untuk ekstraksi sampel, 2) larutan bufer Tris EDTA NaCl-Tween kasein (TEN-TC) sebagai larutan penutup (*blocking buffer*), 3) antibodi anti *Ganoderma* sp. dalam bentuk kering beku, 4) PBS-T untuk larutan pencuci dan 5) antibodi konjugat anti chicken-peroksidase dalam bentuk kering beku, 6) tablet diaminobenzidin (DAB) 15 mg dan pelarut yang mengandung H₂O₂ serta 7) 20 potong kertas nitro selulosa ukuran 3 x 5 cm. Perangkat diagnostik ini dilengkapi dengan 20 buah tabung kecil dan tatakan tabung, kotak pencuci, batang kaca untuk penumbuk dan pipet tetes. Bahan-bahan tersebut

dikemas dalam kotak ukuran 20 x 20 x 20 cm. Cara penggunaan perangkat teknik serologi tersebut mengikuti Suharyanto *et al.* (2011) yang meliputi tahapan peresapan sampel pada kertas nitroselulosa, penambahan bufer penutup (*blocking buffer*) dan reaksi dengan antibodi IgY anti *Ganoderma* sp. dan konjugat antibodi *antichicken*-peroksidase. Konfigurasi antigen dengan antibodi dan konjugat *antichicken* akan bereaksi dengan substrat enzim peroksidase (H₂O₂) yang dengan DAB akan membentuk bercak berwarna coklat. Intensitas bercak yang terbentuk dalam deteksi ini mengindikasikan tingkat infeksi *Ganoderma* sp. Deteksi dini *Ganoderma* dengan teknik serologi di laboratorium, semi lapang, dan lapang dapat dilakukan secara visual berdasarkan intensitas bercak tersebut. Bercak DIBA yang didapat kemudian dipindai dan diamati secara semi kuantitatif dengan bantuan perangkat lunak *Adobe Photoshop* versi CS3 tahun 2007. Angka *red*, *green*, dan *blue* (RGB) yang

terbaca menggambarkan tingkat infeksi. Makin rendah total angka RGB maka warna bercak cokelat makin kuat sehingga tingkat infeksi *Ganoderma sp* juga makin kuat.

Hasil dan Pembahasan

Pengujian perangkat teknik serologi skala laboratorium

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat serologi mampu mendeteksi material antigenik *Ganoderma sp.* yang diekstraksi dari miselium dengan kadar protein 123,13 - 207,5 µg/mL (Tabel 2). Hal tersebut dapat dilihat dari adanya spot atau bercak berwarna cokelat pada kertas uji yang cukup kuat (Gambar 2) yang terjadi karena dalam ekstrak miselium mengandung komponen-komponen antigenik yang bereaksi secara spesifik dengan antibodi IgY anti *Ganoderma sp.*

Pengujian perangkat teknik serologi skala rumah kaca pada bibit

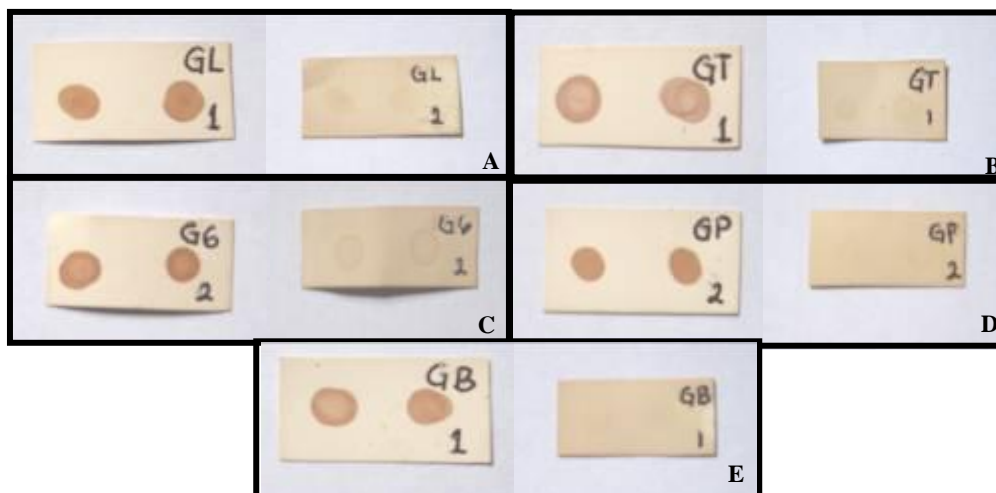
Pelukaan jaringan dan penempelan substrat kayu karet merupakan cara yang efektif untuk menginokulasi *Ganoderma sp.* pada bibit kelapa sawit. Berdasarkan pengamatan visual bibit kelapa sawit yang telah terinfeksi pertumbuhannya terlihat terhambat, daun terlihat memucat atau mengalami klorosis (Gambar 3), akar menjadi nekrosis dan membusuk (Gambar 4). Terjadinya pembusukan ini diduga karena peran enzim-enzim lignolitik yang dihasilkan *Ganoderma sp.* Miselium muda mensekresi enzim-enzim aktif pendegradasi lignoselulosa seperti lakase, Mn-peroksidase, lignin peroksidase, hemiselulase dan selulase (Paterson, 2007). Sebaliknya bibit kelapa sawit yang tidak diinokulasi *Ganoderma sp.* mempunyai akar yang sehat dan tidak nekrotik (Gambar 4).

Tabel 2. Deteksi ekstrak kultur miselium *Ganoderma sp.* dengan perangkat serologi.
Table 2. Detection of *Ganoderma sp.* mycelium extract using serological device.

Isolat <i>Ganoderma sp.</i> <i>Ganoderma sp. isolates</i>	Kadar protein ekstrak iselium <i>Protein contents in mycelium extract</i> (µg/mL)	Bercak DIBA hasil deteksi <i>Detection of DIBA spot</i>
<i>Ganoderma sp.</i> T	137,50	+++
<i>Ganoderma sp.</i> B	207,50	+++
<i>Ganoderma sp.</i> L	123,13	+++
<i>Ganoderma sp.</i> P	130,00	++
<i>Ganoderma sp.</i> 6	136,88	+++

Keterangan: *Hasil deteksi berdasarkan pengamatan kualitatif + s/d ++++ (tipis s/d sangat kuat) dari cokelat pucat hingga cokelat tua (Gambar 2).

Note: * Detection results based on qualitative observations from + to ++++ (pale brown to dark brown (Figure 2).

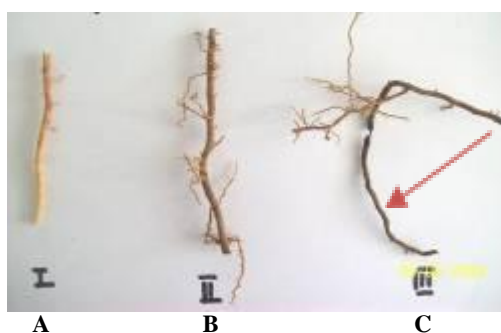


Gambar 2. Deteksi ekstrak miselium kelima isolat *Ganoderma sp.* dengan perangkat serologi (A-E kiri) dan dengan antibodi kontrol (A-E kanan).

Figure 2. Detection of five of *Ganoderma sp.* mycelium extract with serological device (A-E left), and control antibody (A-E Right).



Gambar 3. Bibit kelapa sawit tanpa inokulasi *Ganoderma* sp. (A) dan yang diinokulasi *Ganoderma* sp. (B).
Figure 3. Seedling without *Ganoderma* sp. inoculation (A) and with *Ganoderma* sp. inoculation (B).



Gambar 4. Bagian akar bibit kelapa sawit yang mengalami nekrotik ringan (A), nekrotik sedang (B), nekrotik berat/busuk (C) (ditunjukkan dengan tanda panah) akibat infeksi *Ganoderma* sp.
Figure 4. Mild necrotic root (A), moderate necrotic root (B), severe necrotic root of seedling caused by *Ganoderma* sp. infection (arrow).

Hasil deteksi dengan perangkat serologi menunjukkan spot yang kuat pada bibit sawit yang diinokulasi dengan *Ganoderma* sp. (Gambar 5). Sebaliknya pada bibit sehat tidak ditemukan spot (Gambar 6). Gambar 5 juga memperlihatkan bahwa deteksi paling kuat terjadi pada pangkal batang dibandingkan pada bagian akar dan daun.

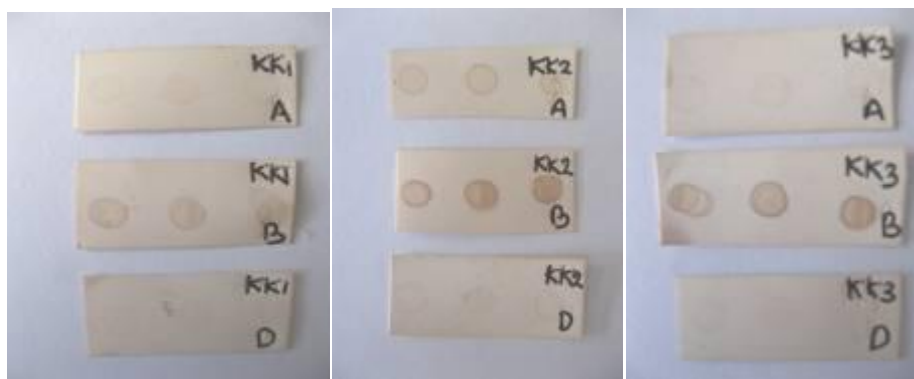
Berdasarkan pengamatan semi kuantitatif uji teknik serologi pada Tabel 4, angka RGB pangkal batang yang merupakan titik infeksi pada umumnya lebih rendah daripada angka RGB pada akar dan daun kelapa sawit. Angka RGB pada akar bibit kelapa sawit yang diinokulasi seharusnya lebih rendah dari pada angka RGB akar kelapa sawit sehat. Namun, hasil yang diperoleh adalah sebaliknya. Penyebab dari ketidaksesuaian ini belum diketahui secara pasti. Namun demikian hasil pengamatan menunjukkan bahwa kondisi akar yang diinokulasi telah busuk menyebabkan sampel rusak sehingga teknik serologi tidak bisa mendeteksi dengan baik.

Pengujian teknik serologi pada skala lapang

Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik serologi dapat mendeteksi infeksi *Ganoderma* sp. dari sampel daun, akar dan batang tanaman kelapa sawit terinfeksi *Ganoderma* sp. pada berbagai kriteria gejala serangan (Gambar 7). Hasil deteksi yang menghasilkan reaksi paling kuat berturut-turut adalah sampel dengan kode kriteria merah (stadium 2), kuning (stadium 1), hitam (stadium 3), sedangkan yang paling lemah adalah kode kriteria hijau. Walaupun dengan sinyal lemah deteksi tanaman dengan kriteria kode hijau menunjukkan bahwa kemungkinan besar tanaman tersebut sebenarnya sudah mulai terinfeksi, tetapi gejala visual belum kelihatan. Hal ini kemungkinan karena tanaman tersebut berada di kebun yang sudah terserang *Ganoderma* sp. dengan tingkat infestasi yang cukup tinggi 10-20% sehingga kontak akar tanaman sakit dengan tanaman sehat akan mudah terjadi. Jourdan & Rey (1997) melaporkan bahwa arsitektur per-

akaran antar tanaman kelapa sawit sangat padat dan lebat sehingga antar pohon saling bertautan. Demikian pula dengan penyebaran spora di kebun tersebut yang potensial sebagai sumber patogen. Hasil deteksi yang kuat pada tanaman dengan kriteria kode merah (stadium 2) dan kuning (stadium 1) dapat dipahami karena tanaman dengan kriteria tersebut terserang cukup berat sehingga miselium patogen sudah mengkolonisasi tanaman secara luas, khususnya di pangkal batang. Bagian tanaman yang memberikan reaksi paling kuat dan konsisten adalah bagian pangkal batang. Hal ini dapat dipahami karena pada pangkal batang banyak mengandung substrat mudah tersedia (gula dan pati) sehingga

konsentrasi dan aktivitas patogen yang berada pada daerah tersebut lebih tinggi. Pada stadium empat (putih), karena tanaman kelapa sawit sudah tumbang dan tidak terdapat sisa tunggul, maka yang diambil sampelnya adalah tanah. Dari hasil pengujian sampel tanah tidak terdapat reaksi yang kuat antara antigen dengan antibodi data RGB pada Tabel 5 memperlihatkan angka pada sampel pangkal batang kode merah (stadium 2) lebih kecil. dibandingkan dengan nilai RGB pada kode sampel lainnya. Hal ini diduga karena daerah pangkal batang merupakan daerah kolonisasi dan perkembangan hifa tersier patogen *Ganoderma sp*.



Gambar 5. Deteksi infeksi *Ganoderma sp.* dengan perangkat serologi pada kelapa sawit yang diinokulasikan secara buatan menggunakan inokulum *Ganoderma sp.* dalam kultur kayu karet (A= akar, B=pangkal batang, D=daun).

Figure 5. Detection of *Ganoderma sp.* infection by serological device on oil palm seedling which artificially inoculated using a rubber block *Ganoderma sp.* inoculums (A = root, B =basal stem, D = leaf).



Gambar 6. Deteksi infeksi dengan teknik serologi dari sampel kelapa sawit yang tidak diinokulasi *Ganoderma sp.* (Kontrol) (A= akar, B= pangkal batang, D=daun).

Figure 6. Detection of *Ganoderma sp.* infection by serological device on uninoculated oil palm sample (A = root, B =basal stem, D = leaf).

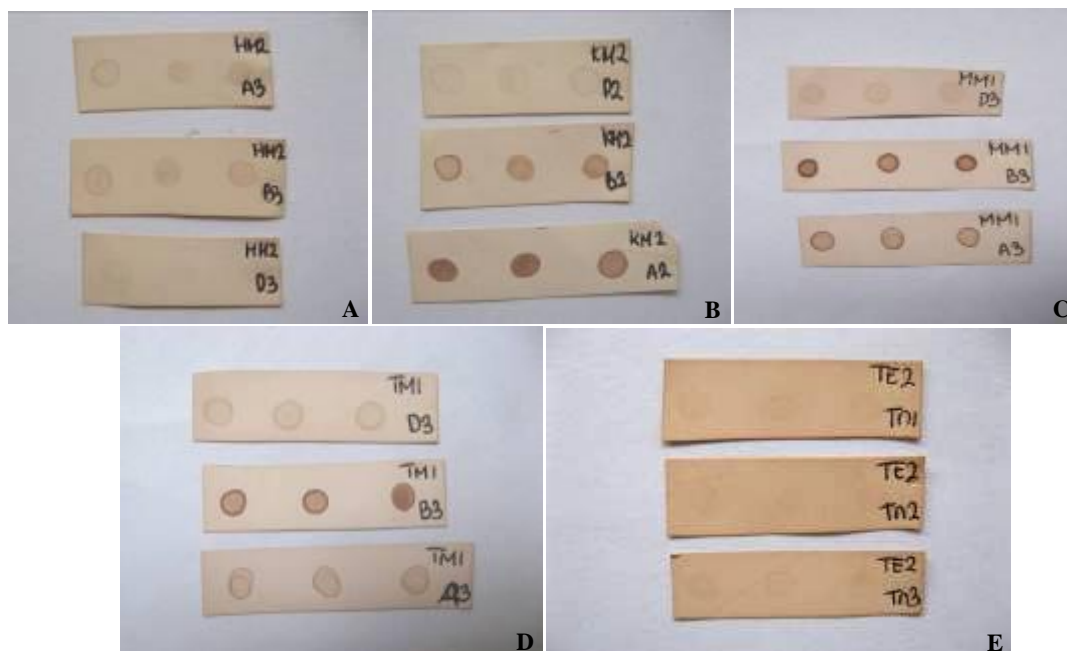
Tabel 4. Pengamatan semi kuantitatif deteksi tingkat infeksi *Ganoderma* sp. dengan perangkat serologi berdasarkan angka RGB pada skala rumah kaca.

Table 4. Semi-quantitative observations of *Ganoderma* sp. infection rate detection with serological device based on RGB number in greenhouse scale.

Perlakuan* Treatments*	Angka RGB pada sampel/RGB number on sample			Total RGB
	Merah/Red	Hijau/Green	Biru/Blue	
Tanaman diinokulasi <i>inoculated plant</i>				
Akar/Root	143	135	131	410
Pangkal batang/ <i>Basal stem</i>	86	70	90	246
Daun/ <i>Leaf</i>	94	109	104	307
Tanaman Kontrol/ Control				
Akar/Root	148	134	117	399
Pangkal batang/ <i>Basal stem</i>	146	131	112	389
Daun/ <i>Leaf</i>	133	118	100	350

*) Bibit kelapa sawit diinokulasi dengan inokulum *Ganoderma* sp. yang dikulturkan pada medium karet berukuran 27cm³. Kontrol adalah bibit kelapa sawit yang tidak diinokulasi *Ganoderma* sp.

*) *Oil palm seedlings inoculated with the inoculums Ganoderma sp. was cultured on medium-sized rubber 27 cm³. The controls are the seeds that uninoculated.*



Gambar 7. Hasil deteksi perangkat dari sampel terserang *Ganoderma* sp. pada stadium/kriteria warna: (a) 0/hijau (b) 1/kuning (c) 2/merah (d) 3/hitam (e) 4/putih (Tn= tanah, D= daun, B= batang, A= Akar tanaman sakit).

Figure 7. Result of *Ganoderma* sp. detection using serological device at stage/colour criteria: (a) 0/green (b) 1/yellow (c) 2/red (d) 3/black (e) 4/white (Tn = soil, D = leaf, B = stem, A = infected roots plants).

Tabel 5. Pengamatan semi kuantitatif deteksi tingkat infeksi *Ganoderma* sp. dengan perangkat serologi berdasarkan angka RGB pada skala lapang.

Table 5. Semi-quantitative observations of *Ganoderma* sp. infection rate detection with serological device based on the number of RGB on the field scale.

Stadium Infeksi <i>Stages of infection</i>	Kriteria tanaman terserang dan jenis sampel <i>Infected plant criteria and types of sample</i>		Angka RGB/RGB number			Total RGB
			Merah/Red	Hijau/Green	Biru/Blue	
0	Hijau/Green	Daun/Leaf	150	129	106	385
		Pangkal batang/Basal stem	150	129	106	385
		Akar/Root	150	129	106	385
1	Kuning/Yellow	Daun/Leaf	131	117	78	326
		Pangkal batang/Basal stem	128	98	87	313
		Akar/Root	115	71	58	244
2	Merah/Red	Daun/Leaf	168	119	114	401
		Pangkal batang/Basal stem	140	72	63	275
		Akar/Root	116	81	59	256
3	Hitam/Black	Daun/Leaf	167	144	138	449
		Pangkal batang/Basal stem	126	93	88	307
		Akar/Root	127	81	81	289
4	Putih/White	Tanah/Soil	197	188	189	574

Kesimpulan

Perangkat diagnostik berbasis DIBA mampu untuk mendeteksi *Ganoderma* sp. baik pada kultur murni di laboratorium maupun tanaman terinfeksi di lapangan. Sampel terbaik untuk deteksi di lapangan adalah bagian pangkal batang. Perangkat serologi generasi pertama ini masih perlu dikembangkan dari segi kepraktisan penggunaannya di lapang. Teknik serologi dalam bentuk *test-trip* saat ini masih dikaji. Terdeteksinya sampel kriteria hijau akan bermanfaat untuk deteksi dini infeksi di lapangan sebelum gejala visual muncul.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada PTPN IV, Medan yang telah mendanai kegiatan ini, serta kepada Ibu Fawzia Novianti, S.P. atas kerjasama dan segala bantuannya dalam kegiatan penelitian.

Daftar Pustaka

Abdullah SN, F Alizader, N Ali, S Meon & A Senon (2010). Molecular & biochemical approach in *Ganoderma* research. In: *Second International Seminar Oil Palm Disease: Advance in Ganoderma*

Research & Management. Indonesian. Yogyakarta, 31 May 2010. Indonesia, Oil Palm Research Institute (IOPRI) 4p.

Breton F, M Rahmaningsih, Z Lubis, I Syahputra, U Setiawaty, A Flori & R Sore (2010). Evaluation of resistance level of oil palm progenies to basal rot disease by the use of an early screening test, relation to field observation. In: *Second International Seminar Oil Palm Disease: Advance in Ganoderma Research & Management. Indonesian.* Yogyakarta, 31 May 2010. Indonesia, Oil Palm Research Institute (IOPRI) 4p.

Darmono TW, Siswanto, Suharyanto, ES Hartani & H Sutejo (1998). Analisis molecular keragaman genetik *Ganoderma* spp. yang berasosiasi dengan penyakit busuk pangkal batang kelapa sawit. Dalam: *Pros Seminar Perhimpunan Bioteknologi Pertanian*, Surabaya 12-14 Maret 1997.

Jourdan C & H Rey (1997). Modelling and simulation of the architecture and development of the oil palm (*Elais guinensis* Jacq.) root system. *Plant & Soil* 190, 223 – 246.

Nur-Ain-Izzati MZ & F Abdullah (2008). Disease suppression in *Ganoderma*-infected oil palm seedlings treated with *Trichoderma harzianum*. *Plant Protect Sci* 44 (3), 101-107.

- Paterson RRM (2007). *Ganoderma* disease of oil palm – a white rot perspective necessary for integrated control. *Crop Protection* 26, 1369-1376.
- Purnamasari MI, C Prihatna, AW Gunawan & A Suwanto (2012). Isolasi dan identifikasi secara molekuler *Ganoderma* spp. yang berasosiasi dengan penyakit busuk pangkal batang di kelapa sawit. *J Fitopatol Ind* 8(1), 9-1
- Sapak Z, S Meon & ZM Ahmad (2008). Effect of endophytic bacteria on growth and suppression of *Ganoderma* sp. infection in oil palm. *Internat J Agric & Biol* 10(2), 127-132.
- Shamala S, D Chris, O Subhan & AS Idris (2008). Preliminary studies on the development of monoclonal antibodies against mycelia of *Ganoderma boninense*, the causal pathogen of basal stem rot disease of palm oil. *Malaysian J Microbiol.* 2(1), 30-34.
- Suharyanto & TW Darmono (2001). Analysis of protein profiles on oil palm and coconut tree to *Ganoderma* sp. infection. In: *Proc of the 2nd Indonesian Biotechnol Conf* p. 388 -395.
- Susanto A, PS Sudharto & RY Purba (2005). Enhancing biological control of basal stem rot disease (*Ganoderma boninense*) in oil palm plantations. *Mycopathologia* 159 (1), 153-157.
- Utomo CF & F Niepold (2000). The development of diagnostic tool for in oil palm. In: Flood J, PD Bride & M Holderness. *Ganoderma Diseases of Perennial Crops*. CABI Publishing.p 235-247.
- Widiastuti H, Suharyanto, F Novianti, A Wulaningtyas & Trisning (2011). Pengujian keefektifan teknik inokulasi *Ganoderma* sp. berdasarkan analisis serologi. *J Penelitian Kelapa Sawit* 19 (1), 72-82.