

Pelita Perkebunan 2008, 24 (2), 95– 113

Uji Ketahanan Kakao (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Penyakit Busuk Buah dan Efektivitas Metode Inokulasi

Cacao (*Theobroma cacao* L.) Resistance Evaluation Against Black Pod Disease and Effectiveness of Inoculation Methods

Rubiyo¹⁾, Agus Purwantara²⁾, Dedy Suhendi³⁾, Trikoesoemaningtyas⁴⁾, Satriyas Ilyas⁴⁾, dan Sudarsono⁴⁾

Ringkasan

Tujuan umum percobaan yang dilakukan adalah membakukan metode evaluasi ketahanan plasma nutfah kakao terhadap infeksi *Phytophthora palmivora*, penyebab penyakit busuk buah kakao. Tujuan khusus antara lain mengevaluasi: (1) pengaruh jenis inokulum dan pelukaan jaringan buah, dan (2) pengaruh jenis inokulum dan pelukaan jaringan daun dan batang bibit kakao klon Sca 12 dan GC 7 terhadap infeksi *P. palmivora*, serta (3) pengaruh latar belakang genetik bibit kakao terhadap infeksi *P. palmivora*. Dalam penelitian digunakan dua tipe inokulum (zoospora dan miselia) yang diinokulasikan pada buah kakao, serta daun dan batang bibit klon GC 7 dan Sca 12. Buah, daun dan batang kakao yang diuji sebagian diberi perlakuan pelukaan sebelum diinokulasi dan sebagian yang lain tanpa pelukaan. Pengamatan dilakukan terhadap diameter bercak (buah), jumlah bercak (daun), dan lebar bercak (batang). Hasil percobaan menunjukkan inokulasi dengan menggunakan inokulum miselia lebih efektif dibandingkan dengan zoospora *P. palmivora* dan perlakuan pelukaan mampu digunakan untuk menduga respons ketahanan bibit kakao terhadap infeksi *P. palmivora*. Hasil pendugaan ketahanan menggunakan buah yang dipetik sejalan dengan hasil pengujian menggunakan bibit kakao sehingga bibit dapat dipergunakan sebagai alternatif pengujian ketahanan terhadap *P. palmivora*. Klon TSH 858 lebih baik untuk digunakan sebagai induk betina dan disilangkan dengan Sca 12 sebagai induk jantan untuk menghasilkan populasi hibrida F1 yang resisten terhadap infeksi *P. palmivora* dan berpotensi berdaya hasil tinggi.

Summary

The general objective of this experiment was to standardize method of resistance evaluation of cacao germplasm against Phytophthora palmivora, the

-
- 1) Peneliti (*Researcher*): Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), Bali, Jl. By Pas Ngurah Rai Denpasar, Bali, Indonesia.
 - 2) Peneliti (*Researcher*): Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan, Jl. Taman Kencana No. 1, Bogor, Indonesia.
 - 3) Peneliti (*Researcher*): Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. P.B. Sudirman 90, Jember 68118, Indonesia.
 - 4) Dosen (*Lecturer*): Departemen Agronomi dan Hortikultura Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB), Jl. Meranti Kampus Darmaga, Bogor, Indonesia

pathogen causing black pod disease in cacao. The sepecific objectives were to evaluate (1) effects of inoculum type and pod injury, (2) effects of inoculum type and seedling injury, and (3) effects of genetic background of cacao seedlings on infection of P. palmivora. In this experiment, effectiveness of either zoospore or mycellia was evaluated as inoculation sources for pod, leaf and stem of cacao clone GC 7 and Sca 12. Part of the tested cacao pods, leaves, and stems were injured prior to P. palmivora inoculation while the others were not. Observations were conducted on diameter of the necrosed symptoms on inoculated cacao pods, number of necrosed spot on inoculated leaf, and the length of necrosed symptoms on stem of tested cacao seedlings. Results of the experiment indicated inoculation using mycellia of P. palmivora was more effective than zoospore and injuring the tested cacao pods and seedlings before P. palmivora inoculation can be used to prediction the resistance of tested cacao clones against P. palmivora infection. Results of resistance prediction using detached pod assay was similar to that of using seedling assay; therefore, seedling assay could be used as an alternattive method of resistance evaluation. Cacao F1 hybrids derived from TSH 858 x Sca 12 showed some resistance against P. palmivora and they might potentially result in high yielding lines.

Key words: *Phytophthora palmivora*, cacao breeding, germplasm evaluation, inoculation standardization, pod assay, seedling assay.

PENDAHULUAN

Meskipun sebagai komoditas ekspor yang bernilai ekonomi tinggi, 80% dari total luasan pertanaman kakao di Indonesia dibudidayakan oleh rakyat. Sebagai akibat kurang intensifnya teknologi budidaya yang diterapkan pekebun maka daya hasil dan kualitas hasil kakao di Indonesia masih relatif rendah. Di sisi lain, permintaan negara konsumen untuk produk mentah kakao semakin meningkat sehingga perlu diantisipasi dengan peningkatan kuantitas dan kualitas hasil kakao Indonesia.

Salah satu kendala utama dalam peningkatan hasil kakao rakyat di Indonesia adalah serangan busuk buah kakao akibat infeksi *Phytophthora palmivora* Butl. yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan hasil kakao hingga mencapai 45,5% (Prawirosoemardjo & Purwantara, 1992).

Di perkebunan kakao rakyat, kehilangan hasil akibat serangan penyakit busuk buah kakao diduga lebih tinggi lagi karena kurang intensifnya pemeliharaan tanaman yang dilakukan.

Pengendalian penyakit busuk buah relatif sulit dilakukan akibat keberadaan inokulum di lapangan sepanjang tahun, kondisi lingkungan di pertanaman kakao yang mendukung perkembangan dan penyebaran *P. palmivora*, dan kemampuan *P. palmivora* untuk menyerang serta bertahan hidup di semua bagian tanaman kakao. Dari aspek ketersediaan plasma nutfah, dewasa ini telah tersedia sejumlah klon yang resisten atau toleran. Keberhasilan pengembangan klon kakao unggul yang lebih resisten atau toleran terhadap infeksi *P. palmivora* diharapkan dapat membantu mengatasi masalah infeksi penyakit busuk buah di lapangan.

Tersedianya metode inokulasi dan uji ketahanan plasma nutfah kakao terhadap infeksi *P. palmivora* yang efektif dapat membantu identifikasi klon kakao yang resisten atau toleran terhadap infeksi patogen ini. Dalam penelitian sebelumnya telah diidentifikasi 24 isolat *P. palmivora* dari 13 kabupaten dan 8 provinsi di Indonesia dan telah dikarakterisasi patogenisitasnya (Rubiyo *et al.*, 2008; Sudarsono *et al.*, 2008). Isolat *P. palmivora* tersebut dapat digunakan untuk mengevaluasi metode inokulasi dan uji ketahanan plasma nutfah kakao terhadap infeksi *P. palmivora*.

Tujuan umum percobaan yang dilakukan adalah membakukan metode uji ketahanan plasma nutfah kakao terhadap infeksi *P. palmivora*. Tujuan khusus penelitian antara lain mengevaluasi (1) pengaruh jenis inokulum dan pelukaan jaringan buah, (2) pengaruh jenis inokulum dan pelukaan jaringan daun dan batang bibit kakao klon Sca 12 dan GC 7, serta (3) pengaruh latar belakang genetik bibit kakao terhadap infeksi *P. palmivora*.

METODE PENELITIAN

Bahan Tanaman

Bahan tanaman yang digunakan terdiri atas buah dan bibit kakao. Buah kakao dipanen dari klon GC 7 (rentan terhadap penyakit busuk buah) dan klon Sca 12 (resisten). Buah dipanen saat berumur sekitar 4 bulan sesudah anthesis (buah telah berkembang sempurna tetapi belum masak). Bibit kakao diperoleh dengan mengecambahkan benih zuriat hasil persilangan alami dari kakao klon GC 7, Sca 12 serta benih

hibrida F1 hasil silangan antara TSH 858 x Sca 12 dan ICS 60 x Sca 12. Pengecambahan dilakukan dalam polibeg berukuran 20x30 cm yang berisi media tanam campuran antara tanah:pasir:pupuk kandang (2:1:1) sebanyak 2,5 kg. Bibit dipelihara di rumah kaca hingga berumur 2 bulan, selanjutnya hanya bibit kakao yang sehat yang dipilih untuk digunakan dalam penelitian.

Isolasi dan Perbanyakan *Phytophthora palmivora*

Contoh buah kakao yang terserang penyakit busuk buah (Gambar 1a) diambil dari kebun kakao di Jember. *P. palmivora* diisolasi melalui beberapa tahapan (Rubiyo *et al.* 2008), yaitu: (1) Tahapan *baiting*. Buah kakao terinfeksi dari lapangan didesinfeksi dengan alkohol 70%. Sepotong jaringan yang terinfeksi busuk buah diambil dari buah sakit dan ditempelkan pada permukaan buah sehat klon GC 7. Setelah diinokulasi, buah sehat dibungkus kertas dan diinkubasikan dalam kotak plastik dengan kelembaban $\geq 90\%$ selama lima hari; (2) Tahapan pemurnian. Setelah muncul gejala busuk pada buah kakao sehat yang diinokulasi, jaringan di perbatasan antara yang busuk dan yang sehat diambil dengan menggunakan pisau bedah (*scalpel*). Potongan buah terinfeksi ditanam dalam cawan petri yang berisi medium PDA padat. Koloni cendawan yang tumbuh dimurnikan beberapa kali dalam medium PDA dengan teknik penumbuhan hifa tunggal; (3) Tahapan perbanyakan inokulum. Isolat *P. palmivora* yang telah dimurnikan diperbanyak dalam medium PDA padat hingga

siap untuk digunakan. Pengamatan spora di bawah mikroskop dilakukan untuk memastikan identitas cendawan yang didapat sebagai *P. palmivora*.

Penyiapan Inokulum *P. palmivora*

Dua macam inokulum *P. palmivora* yaitu miselia dan suspensi zoospora. *P. palmivora* ditumbuhkan dalam cawan petri berdiameter 15 cm yang berisi media PDA padat. Kultur cendawan diinkubasikan dalam kondisi gelap dalam ruang kultur bersuhu 26°C selama tujuh hari. Miselia cendawan yang sedang aktif tumbuh di bagian ujung koloni yang digunakan sebagai inokulan miselia dalam percobaan (Gambar 1b). Untuk menghasilkan suspensi zoospora, koloni miselia *P. palmivora* yang ditumbuhkan dalam media PDA padat tersebut direndam dengan akuades steril dingin (4°C) selama 15 menit. Stok suspensi zoospora yang diperoleh dihitung kerapatannya di bawah mikroskop binokuler (Gambar 1c) dengan menggunakan *haemocytometer*. Zoospora dengan kerapatan sekitar 10^4 - 10^5 zoospora/ml diperoleh dengan pengenceran stok zoospora menggunakan akuades steril.

Pengaruh Jenis Inokulum dan Pelukaan Jaringan Buah

Percobaan dilakukan untuk menguji perbedaan respons buah kakao akibat inokulasi dengan menggunakan dua macam inokulum *P. palmivora* yang dikombinasi dengan dan tanpa pelukaan jaringan buah. Sebelum diinokulasi, buah sehat yang telah berkembang sempurna tetapi belum masak

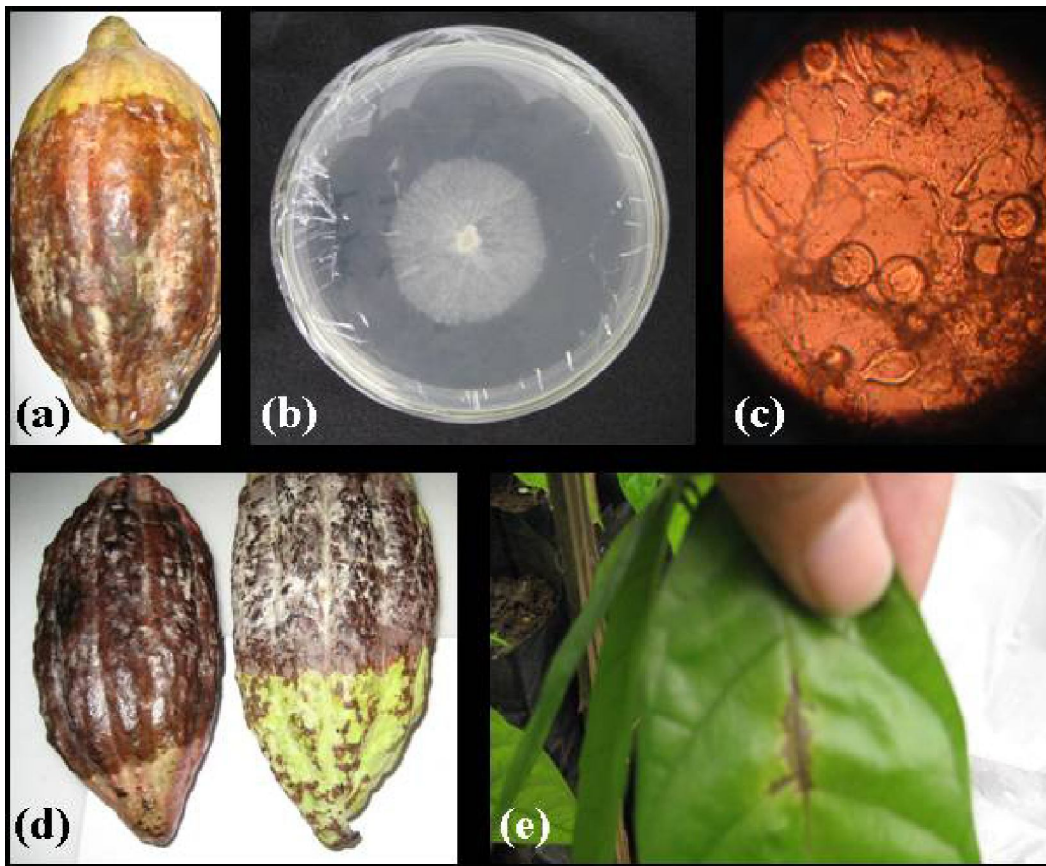
(umur \pm 4 bulan) dari klon GC 7 dan klon Sca 12 dicuci dengan air yang mengalir. Sebagian dari buah yang diuji diberi perlakuan pelukaan dan sebagian yang lain tanpa pelukaan. Untuk perlakuan pelukaan, pada buah kakao yang diuji dibuat lubang berdiameter 8 mm dan dalam 5 mm dengan menggunakan bor gabus.

Untuk inokulasi buah kakao dengan miselia, potongan media PDA (diameter 8 mm) dengan miselia *P. palmivora* yang aktif tumbuh ditempelkan pada permukaan buah kakao yang diuji. Untuk inokulasi buah kakao dengan zoospora, dilakukan dengan menyemprotkan suspensi zoospora (10^4 - 10^5 zoospora/ml) pada permukaan buah kakao.

Buah yang sudah diinokulasi, diinkubasi dalam kotak plastik yang di dalamnya diletakkan kertas tissue basah. Kotak inkubasi disungkup dengan plastik untuk menjaga kelembabannya (100%) dan diletakkan dalam ruang gelap pada suhu kamar (28°C) selama 5 hari. Unit percobaan terdiri atas satu buah kakao dan setiap kombinasi perlakuan diulang empat kali (total 4 buah kakao untuk setiap kombinasi perlakuan). Pengamatan dilakukan lima hari sesudah inokulasi terhadap jumlah buah yang menunjukkan gejala, masa inkubasi, dan diameter bercak pada permukaan buah sebagai gejala infeksi *P. palmivora*.

Pengaruh Jenis Inokulum dan Pelukaan Bibit

Percobaan dilakukan untuk menguji perbedaan respons bibit kakao akibat inokulasi *P. palmivora* pada jaringan daun atau batang dengan atau tanpa perlakuan



Gambar 1. Gejala infeksi *P. palmivora* pada buah dan daun kakao. (a) Buah kakao terinfeksi *P. palmivora* dari lapangan yang digunakan sebagai sumber inokulan; (b) Kultur *P. palmivora* dengan miselia yang aktif tumbuh; (c) Zoospora dari *P. palmivora*; Gejala infeksi *P. palmivora* pada (d) buah dan (e) daun kakao yang diuji dalam penelitian.

Figure 1. Symptoms of *Phytophthora palmivora* infection on cacao pods and leaves. (a) Cacao pod naturally infected with *P. palmivora* in the field as a source of inoculant. (b) *P. palmivora* fungal culture with actively growing mycelia, and (c) *P. palmivora* zoospores. Symptoms of *P. palmivora* infection on the evaluated (d) cacao pods and (e) leaves.

pelukaan. Sebelum diinokulasi, sebagian daun pertama yang berwarna hijau muda dari bibit kakao klon GC 7 dan klon Sca 12 umur 2 bulan diberi pelukaan dengan menggores permukaannya menggunakan jarum dan sebagian yang lain tanpa pelukaan. Demikian juga untuk jaringan batang, sebagian batang (5 cm di atas permukaan tanah) dari bibit

semaian klon GC 7 dan klon Sca 12 umur 2 bulan diberi pelukaan dengan menggores permukaannya menggunakan jarum dan sebagian yang lain tanpa pelukaan.

Inokulasi menggunakan miselia *P. palmivora* dilakukan dengan menempelkan potongan media PDA (diameter 8 mm) dengan miselia yang telah disiapkan pada

permukaan daun atau batang yang diuji. Inokulasi dengan zoospora *P. palmivora* dilakukan dengan menyemprotkan suspensi zoospora pada permukaan daun dan batang. Untuk menjaga kelembaban agar tetap 80–100%, pada daun atau batang yang diinokulasi ditempelkan kertas tissue basah dan bibitnya dikerodong dengan kantong plastik.

Unit percobaan terdiri atas lima bibit kakao dengan dua daun dan batang yang diinokulasi *P. palmivora* secara bersamaan. Setiap kombinasi perlakuan diulang empat kali sehingga didapat total 20 bibit kakao untuk setiap kombinasi perlakuan. Pengamatan dilakukan 7 hari sesudah inokulasi terhadap jumlah daun dan batang yang menunjukkan gejala, masa inkubasi, dan jumlah bercak (untuk daun) serta lebar bercak (untuk batang) yang muncul pada permukaan daun atau batang sebagai gejala infeksi *P. palmivora*.

Pengaruh Genotipe Kakao

Percobaan dilakukan untuk menguji perbedaan respons akibat infeksi *P. palmivora* dari bibit kakao dengan tiga latar belakang genetik yang berbeda. Genotipe kakao yang diuji terdiri atas bibit umur dua bulan dari benih zuriat kakao klon Sca 12, dari benih hibrida F1 hasil silangan TSH 858 X Sca 12 serta F1 hasil silangan antara ICS 60 dan Sca 12.

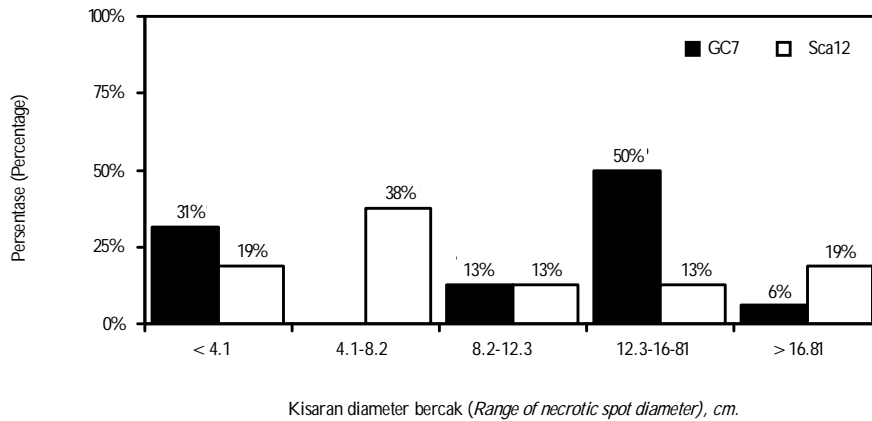
Daun pertama yang berwarna hijau muda dari bibit kakao yang diuji diberi pelukaan dengan menggores permukaannya menggunakan jarum. Inokulasi menggunakan miselia *P. palmivora* sebagaimana telah diuraikan sebelumnya. Untuk menjaga

kelembaban agar tetap 80–100%, daun yang diinokulasi ditempel kertas tissue basah dan bibitnya dikerodong dengan kantong plastik. Unit percobaan terdiri atas lima bibit kakao dengan dua daun yang diinokulasi dan setiap kombinasi perlakuan diulang enam kali (total 30 bibit kakao untuk setiap genotipe yang diuji). Pengamatan dilakukan 7 hari sesudah inokulasi terhadap jumlah daun yang menunjukkan gejala, masa inkubasi, dan jumlah serta lebar bercak yang muncul pada permukaan daun sebagai gejala infeksi *P. palmivora*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan varietas kakao yang resisten merupakan cara efektif dan ekonomis untuk mengendalikan penyakit busuk buah kakao (Muller, 1974). Di Indonesia, pemuliaan kakao ditujukan untuk menemukan bahan tanam unggul dengan potensi hasil tinggi, kualitas biji baik, tahan penyakit busuk buah dan VSD (Iswanto & Winarno, 1992). Kemajuan dalam pemuliaan tanaman untuk ketahanan terhadap busuk buah kakao sering kali kurang berhasil, antara lain karena rendahnya keragaman plasma nutfah kakao, belum tersedianya uji ketahanan yang efisien, belum digunakannya strategi pemuliaan yang efektif, dan terbatasnya informasi genetik sifat resisten dan mekanisme ketahanan kakao terhadap infeksi *P. palmivora*.

Tersedianya metode uji ketahanan yang efektif dan mudah dilakukan merupakan langkah awal bagi keberhasilan pemuliaan tanaman kakao untuk mendapatkan klon unggul yang resisten terhadap infeksi



Gambar 2. Persentase buah kakao klon GC 7 dan Sca 12 total yang terinfeksi *P. palmivora* dengan kisaran diameter bercak yang ditimbulkan. Pengamatan dilakukan 7 hari sesudah inokulasi buah.

Figure 2. Percentages of cacao pods infected with *Phytophthora palmivora* and the range of necrotic spot diameter occurring in the inoculated pods of cacao GC 7 and Sca 12. The observation was conducted at 7 days after cacao pod inoculation.

P. palmivora. Untuk itu, pembakuan metode uji ketahanan plasma nutfah kakao terhadap infeksi *P. palmivora* perlu dilakukan agar identifikasi plasma nutfah yang resisten dan yang rentan dapat dilakukan dengan akurat.

Hal ini sangat penting untuk kakao karena ketahanan buah kakao terhadap infeksi *P. palmivora* diduga merupakan ketahanan horizontal (Simmonds 1994), yang relatif sulit penanganannya dengan pemuliaan tanaman. Zedoks (1997) menyatakan bahwa ketahanan kakao terhadap *P. palmivora* dan patogen lainnya cenderung bersifat tidak lengkap (*partial resistance*). Metode baku uji ketahanan yang dikembangkan harus mampu mengidentifikasi perbedaan respons yang ada di antara koleksi plasma nutfah kakao. Dengan demikian, metode ujinya

tidak boleh terlalu ketat sehingga semua plasma nutfah yang dievaluasi mengalami kematian dan tidak boleh terlalu ringan sehingga semua plasma nutfah tergolong resisten.

Dalam pembakuan metode uji ketahanan, faktor yang perlu dievaluasi antara lain: tipe inokulum *P. palmivora* yang digunakan (zoospora atau miselia), perlu tidaknya pelukaan jaringan sebelum diinokulasi (dengan atau tanpa pelukaan), dan jaringan tanaman yang akan diinokulasi *P. palmivora* (jaringan buah, batang, atau daun). Metode uji yang dikembangkan seharusnya juga mempertimbangkan aspek teknis pelaksanaannya, yaitu mudah dilakukan tetapi dapat menduga dengan akurat ketahanan tanaman yang diuji.

Di lapangan, *P. palmivora* bertahan sebagai klamidospora dalam tanah dan miselium pada bantalan bunga, buah muda (*cherelle*), batang pohon kakao, dan sisa-sisa tanaman yang tersebar di tanah. Oleh karena itu, dalam pengujian metode inokulasi perlu dievaluasi penggunaan zoospora dan miselia sebagai inokulum.

Pengaruh Jenis Inokulum dalam Uji Inokulasi Buah

Infeksi *P. palmivora* pada buah kakao menyebabkan terjadinya gejala busuk buah sebagaimana disajikan pada Gambar 1d. Persentase buah kakao yang terinfeksi *P. palmivora* dan kisaran diameter bercak yang muncul pada buah yang diinokulasi disajikan pada Gambar 2. Buah kakao klon GC 7 yang diinokulasi *P. palmivora* sebagian besar (69%) mempunyai diameter bercak > 8,2 cm dan sebagian kecil (31%) mempunyai diameter bercak < 8,2 cm. Sebaliknya, buah kakao klon Sca 12 yang diinokulasi *P. palmivora* serta mempunyai diameter bercak > 8,2 cm sebanyak 44% dan yang < 8,2 cm sebanyak 56%.

Dari total 16 buah kakao klon GC 7 yang diuji, empat buah (25%) tidak menunjukkan gejala infeksi *P. palmivora* sedangkan untuk klon Sca 12, tiga buah (18,5%) tidak menunjukkan gejala infeksi. Semua buah yang tidak bergejala tersebut merupakan buah yang diinokulasi dengan zoospora.

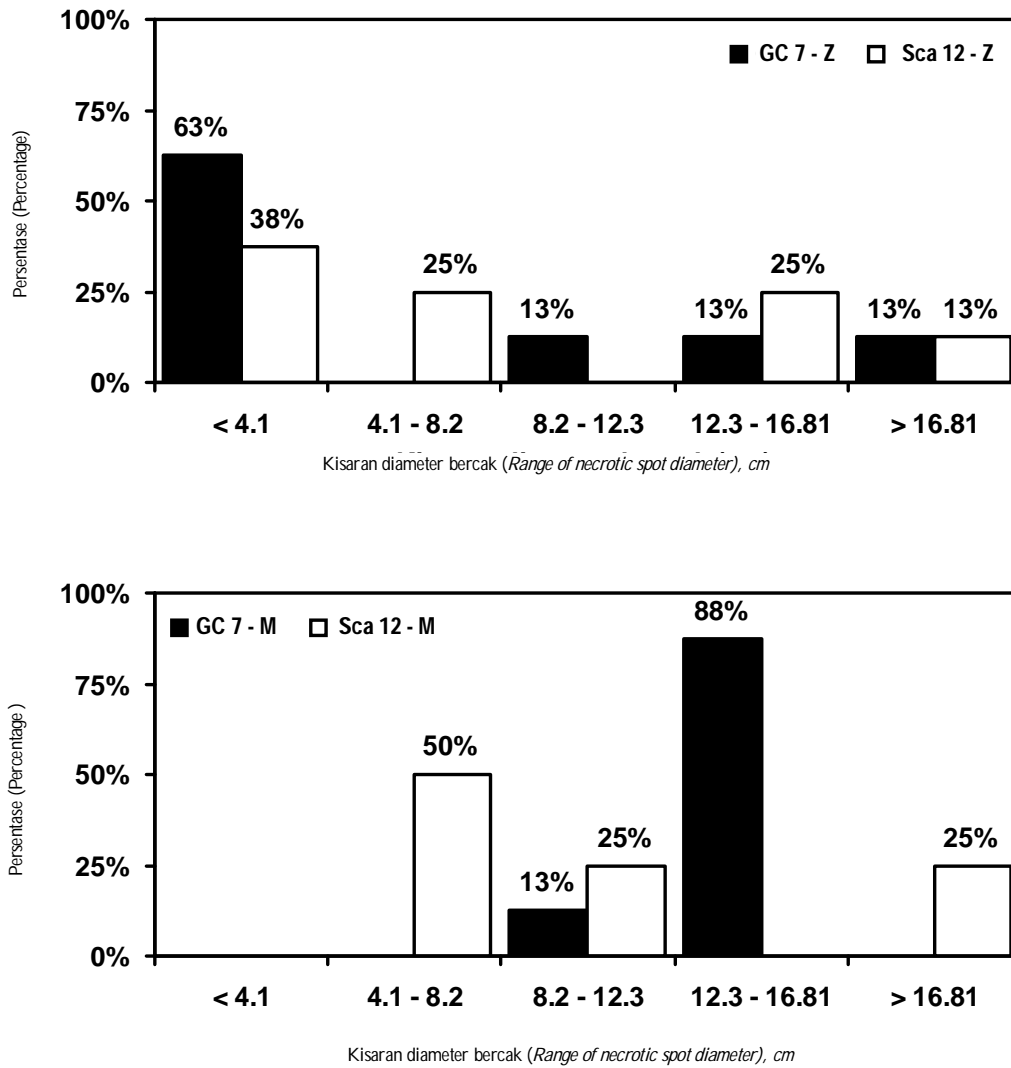
Buah kakao klon GC 7 yang diinokulasi dengan zoospora *P. palmivora* mempunyai kisaran diameter bercak 0 – 18,5 cm dan yang diinokulasi dengan miselia *P. palmivora* mempunyai kisaran diameter bercak antara 9,5 – 16,0 cm. Sebaliknya, buah kakao klon Sca 12 yang diinokulasi dengan zoospora *P. palmivora* mempunyai kisaran diameter bercak antara 0 – 17,0 cm, sedangkan yang diinokulasi dengan miselia mempunyai kisaran diameter bercak 4,5 – 20,5 cm.

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa buah kakao klon GC 7 dan klon Sca 12 yang diinokulasi dengan zoospora *P. palmivora* sebagian kecil (37,5%) mempunyai diameter bercak > 8,2 cm sedangkan sebagian besar (62,5%) < 8,2 cm. Dari Gambar tersebut juga diketahui bahwa buah kakao

Tabel 1. Pengaruh jenis inokulan terhadap persentase bibit kakao klon GC 7 dan Sca 12 yang terinfeksi *P. palmivora* dan kisaran panjang bercak pada batang yang dihasilkan. Pengamatan panjang bercak dilakukan 28 hari sesudah inokulasi batang dari bibit kakao yang diuji

Table 1. Effects of type of inoculants on percentages of cacao seedlings infected with *P. palmivora* and the range of necrotic spot length occurring in the inoculated stem of cacao GC 7 and Sca 12 seedlings. The observation was conducted at 28 days after seedling inoculation

Klon kakao Clone	Tipe inokulum Type of inoculant	Persentase bibit dengan kisaran panjang bercak pada batang % of seedlings with a range of necrotic spot length				
		< 0.52	0.52-1.04	1.04-1.56	1.56-2.08	> 2.08 cm
GC 7	Zoospora (<i>zoospore</i>)	62.5	0	37.5	0	0
	Miselial (<i>mycellia</i>)	37.5	0	37.5	25.0	0
Sca 12	Zoospora (<i>zoospore</i>)	50.0	12.5	12.5	12.5	12.5
	Miselial (<i>mycellia</i>)	75.0	12.5	0	12.5	0



Gambar 3. Pengaruh jenis inokulan terhadap persentase buah kakao klon GC 7 dan Sca 12 yang terinfeksi *P. palmivora* dan kisaran diameter bercak yang ditimbulkan. Pengamatan dilakukan 7 hari sesudah inokulasi buah. GC 7 - M dan Sca 12 - M: buah kakao klon GC 7 dan Sca 12 yang diinokulasi dengan miselia. GC 7 - Z dan Sca 12 - Z: buah kakao klon GC 7 dan Sca 12 yang diinokulasi dengan zoospora.

Figure 3. Effects of type of inoculants on percentages of cacao pods infected with *Phytophthora palmivora* and the range of necrotic spot diameter occurring in the inoculated pod of cacao GC 7 and Sca 12. The observation was conducted at 7 days after pod inoculation. GC 7 - M and Sca 12 - M: pods of cacao clone GC 7 and Sca 12 inoculated with mycellia. GC 7 - Z and Sca 12 - Z: inoculated with zoospore of *P. palmivora*, respectively.

klon GC 7 dengan miselia *P. palmivora* semuanya (100%) mempunyai diameter bercak > 8,2 cm, buah klon Sca 12 yang diinokulasi dengan miselia *P. palmivora*, 50% mempunyai diameter bercak > 8,2 cm dan 50% mempunyai diameter bercak < 8,2 cm (Gambar 3).

Hasil ini sesuai dengan yang diharapkan, karena klon GC 7 merupakan klon kalao yang rentan dan Sca 12 merupakan klon kakao yang lebih resisten terhadap infeksi *P. palmivora*. Sumber gen ketahanan terhadap penyakit busuk buah kakao akibat infeksi *P. palmivora* ditemukan antara lain pada klon kakao Sca 6 dan Sca 12 (asal Ekuador) serta TSH 565, TSH 516, dan TSH 774 (asal Trinidad) (Soria, 1974). Berdasarkan hasil pengujian di beberapa negara, kakao klon Sca 6 dan Sca 12 mempunyai ketahanan mantap terhadap *P. palmivora* (Iswanto & Winarno, 1992; Philip-Mora, 1999). Klon lain yang juga tahan terhadap infeksi *P. palmivora* antara lain ICS 6 dan DRC 16; klon yang moderat antara lain GC 7, DR 2, DR 38, DRC 9, dan Sca 89, dan klon yang rentan antara lain DR 1 (Iswanto & Winarno, 1992).

Pengaruh Pelukaan dalam Uji Inokulasi Buah

Perlakuan tanpa pelukaan dimaksudkan untuk mengevaluasi ada tidaknya mekanisme ketahanan pra-penetrasi *P. palmivora* dan perlakuan pelukaan untuk mengevaluasi adanya mekanisme ketahanan pasca-penetrasi. Pada buah kakao tanpa pelukaan, setelah diinokulasi dengan miselia *P. palmivora* mempunyai kisaran diameter bercak

yang lebih kecil dibandingkan dengan yang diberi pelukaan. Hal tersebut berlaku baik untuk kakao klon GC 7 yang rentan atau Sca 12 yang resisten.

Menurut Iwaro *et al.* (1995) dan Iwaro *et al.* (1998) ketahanan buah kakao terhadap *P. palmivora* merupakan sistem multi komponen yang terekspresi dalam dua tahap, yaitu ketahanan pra-penetrasi dan pasca-penetrasi. Ketahanan pra-penetrasi berhubungan dengan faktor morfologis yang berpengaruh terhadap perkembangan patogen dan menentukan tingkat keparahan yang terjadi pada tanaman yang diuji. Ketahanan pasca-penetrasi berhubungan dengan mekanisme biokimia yang berpengaruh terhadap luasnya jaringan yang terserang. Fry (1989) menyatakan bahwa walaupun patogen berhasil mempenetrasi jaringan inang, sering kali perkembangan selanjutnya terhambat oleh mekanisme ketahanan yang ada pada masing-masing tanaman.

Buah kakao klon GC 7 dengan atau tanpa pelukaan memberikan persentase buah dengan diameter bercak > 8,2 cm yang lebih tinggi dibandingkan dengan klon Sca 12. Hal ini mempertegas kembali perbedaan respons GC 7 yang rentan dan Sca 12 yang resisten terhadap infeksi *P. palmivora*.

Hasil percobaan juga menunjukkan penggunaan zoospora untuk menginokulasi bibit kakao menyebabkan kisaran diameter bercak yang lebih sempit dibandingkan miselia. Dengan demikian, respons bibit kakao yang diinokulasi dengan zoospora atau miselia *P. palmivora* sejalan dengan respons buah kakao.

Perlakuan pelukaan berperan penting dalam hubungannya dengan respons bibit kakao yang diuji terhadap infeksi *P. palmivora*. Sebagian bibit yang tidak dilukai sebelum diinokulasi *P. palmivora* ada yang tidak menunjukkan gejala bercak pada daun atau batangnya, sedangkan bibit yang diinokulasi dengan miselia *P. palmivora* semuanya menghasilkan bercak pada daun atau batangnya.

Buah kakao klon GC 7 tanpa pelukaan yang diinokulasi *P. palmivora* mempunyai kisaran diameter bercak 0 – 14,75 cm, sedangkan dengan pelukaan mempunyai kisaran diameter bercak 0 – 18,25 cm. Sebaliknya, buah kakao klon Sca 12 tanpa pelukaan yang diinokulasi *P. palmivora* mempunyai kisaran diameter bercak 0 – 18,0 cm sedangkan buah kakao klon Sca 12 dengan pelukaan mempunyai kisaran diameter bercak 6,0 – 20,5 cm.

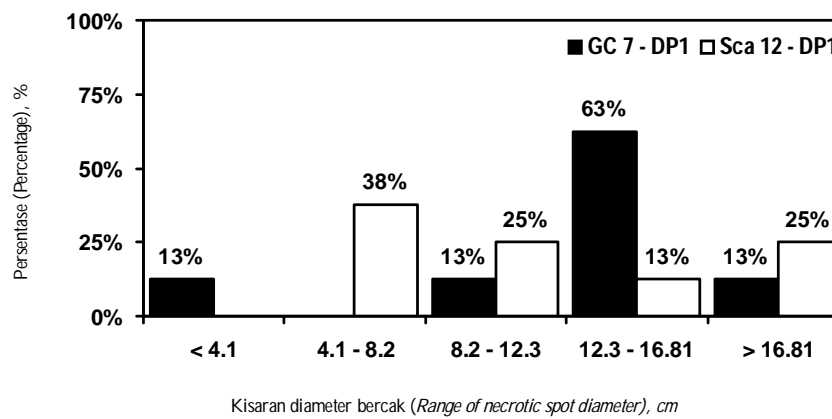
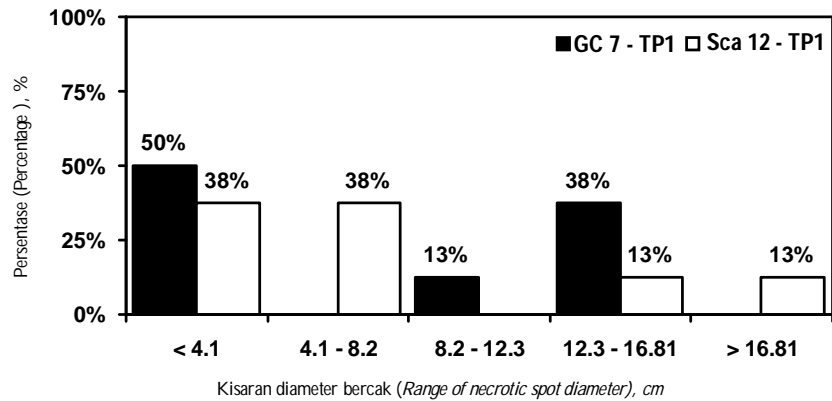
Buah kakao klon GC 7 tanpa pelukaan yang diinokulasi *P. palmivora*, 50,5% menunjukkan diameter bercak > 8,2 cm dan 49,5% menunjukkan diameter bercak < 8,2 cm, sedangkan dengan pelukaan 87,5% menunjukkan diameter bercak > 8,2 cm dan 12,5% menunjukkan diameter bercak < 8,2 cm. Sebaliknya, buah kakao klon Sca 12 tanpa pelukaan yang diinokulasi *P. palmivora*, 25% menunjukkan diameter bercak > 8,2 cm dan 75% menunjukkan diameter bercak < 8,2 cm, sedangkan yang dengan pelukaan 62,4% menunjukkan diameter bercak > 8,2 cm dan 37,5% menunjukkan diameter bercak < 8,2 cm sebanyak 37,5%.

Pengaruh Jenis Inokulum dan Pelukaan Bibit

Infeksi *P. palmivora* pada daun kakao menyebabkan terjadinya gejala bercak daun seperti yang terlihat pada Gambar 1e. Dari total 16 bibit kakao klon GC 7 yang diuji, lima bibit (31,25%) tidak menunjukkan gejala sedangkan untuk klon Sca 12, tujuh bibit (43,75%) tidak menunjukkan gejala infeksi *P. palmivora* setelah diinokulasi batang atau daunnya. Semua bibit yang tidak bergejala tersebut merupakan bibit yang batang atau daunnya tidak diberi perlakuan pelukaan sebelum diinokulasi. Persentase bibit kakao yang terinfeksi *P. palmivora* dan kisaran diameter bercak yang muncul pada bibit, disajikan dalam Gambar 4.

Dengan menggunakan zoospora, bibit kakao klon GC 7 yang diinokulasi mempunyai kisaran diameter bercak 0 - 1,4 cm. Persentase bibit kakao klon GC 7 yang diinokulasi zoospora dan mempunyai diameter bercak < 0,52 cm sebanyak 62,5% dan yang mempunyai diameter bercak > 0,52 cm sebanyak 37,5% (Tabel 1). Bibit kakao klon Sca 12 yang diinokulasi dengan zoospora *P. palmivora* mempunyai kisaran diameter bercak antara 0–1,6 cm. Persentase bibit kakao klon Sca 12 yang diinokulasi zoospora *P. palmivora* dan mempunyai diameter bercak < 0,52 cm sebanyak 50%, sedangkan yang mempunyai diameter bercak > 0,52 cm sebanyak 50% (Tabel 1).

Bibit kakao klon GC 7 yang diinokulasi dengan miselia *P. palmivora* mempunyai



Gambar 4. Pengaruh pelukaan buah terhadap persentase buah kakao klon GC 7 dan Sca 12 yang terinfeksi *P. palmivora* dan kisaran diameter bercak yang ditimbulkan. GC 7 - DPI dan Sca 12 - DPI: buah kakao klon GC 7 dan Sca 12 dengan pelukaan buah sebelum diinokulasi. GC 7 - TPI dan Sca 12 - TPI: buah kakao klon GC 7 dan Sca 12 tanpa pelukaan buah sebelum diinokulasi.

Figure 4. Effects of injury treatments on percentages of cacao pods infected with *Phytophthora palmivora* and the range of necrotic spot diameter occurring in the inoculated pod of cacao GC 7 and Sca 12. GC 7 - DPI and Sca 12 - DPI : Cocoa pods of GC 7 and Sca 12 with injury before inoculation, GC 7 - TPI and Sca 12 - TPI : Cocoa pods of GC 7 and Sca 12 without injury before inoculation.

kisaran diameter bercak antara 0 – 2,0 cm. Setelah diinokulasi dengan miselia *P. palmivora*, persentase bibit kakao GC 7 dengan diameter bercak < 0,52 sebanyak 37,5% sedangkan yang mempunyai diameter bercak > 0,52 cm sebanyak 62,5% (Tabel 1). Sebaliknya, bibit kakao klon Sca 12 yang diinokulasi dengan miselia *P. palmivora* mempunyai kisaran diameter bercak antara 0 – 2,6 cm. Setelah diinokulasi dengan miselia *P. palmivora*, persentase bibit kakao Sca 12 dengan diameter bercak < 0,52 sebanyak 75% dan yang > 0,52 cm sebanyak 25% (Tabel 1).

Bibit klon GC 7 tanpa perlakuan pelukaan, setelah diinokulasi *P. palmivora* mempunyai kisaran diameter bercak 0 – 2,0 cm. Persentase bibit kakao klon GC 7 tanpa pelukaan dan setelah diinokulasi *P. palmivora* mempunyai diameter bercak < 0,52 cm sebanyak 87,5% sedangkan yang dengan diameter bercak > 0,52 cm sebanyak 12,5% (Tabel 2). Sebaliknya, semai Sca 12 tanpa pelukaan, setelah diinokulasi *P. palmivora* mempunyai kisaran diameter bercak 0–2,6 cm. Persentase bibit kakao klon Sca 12 tanpa pelukaan dan setelah diinokulasi *P. palmivora* mempunyai diameter bercak < 0,52 cm sebanyak 87,5% sedangkan yang dengan diameter bercak > 0,52 cm sebanyak 12,5% (Tabel 2).

Semai GC 7 dengan pelukaan, setelah diinokulasi *P. palmivora* mempunyai kisaran diameter bercak 0 – 1,6 cm. Dengan pelukaan bibit sebelum diinokulasi, persentase bibit kakao GC 7 yang mempunyai diameter bercak < 0,52 cm sebanyak 12,5% dan yang dengan diameter bercak > 0,52% sebanyak 87,5%. Sebaliknya, bibit kakao

klon Sca 12 dengan pelukaan, setelah diinokulasi *P. palmivora* mempunyai kisaran diameter bercak 0,5–1,8 cm. Semai Sca 12 dengan pelukaan, setelah diinokulasi *P. palmivora* dan mempunyai diameter bercak < 0,52 cm sebanyak 37,5% dan yang > 0,52% sebanyak 62,5% (Tabel 2).

Seperti yang diharapkan, klon GC 7 yang diinokulasi dengan *P. palmivora* menghasilkan persentase bibit dengan diameter bercak > 0,52 cm yang lebih tinggi dibandingkan dengan klon Sca 12. Hal tersebut diamati jika miselia *P. palmivora* digunakan sebagai inokulum dan jika bibit yang diuji diberi pelukaan. Untuk bibit yang diinokulasi dengan zoospora atau bibit yang tidak dilukai, respons yang diamati tidak sejalan dengan karakteristik ketahanan klon GC 7 dan klon Sca 12 terhadap infeksi *P. palmivora*. Meskipun demikian, respons bibit yang diinokulasi dengan *P. palmivora* tetap sejalan dengan respons buah yang diuji.

Berdasarkan berbagai hasil yang didapat diusulkan bahwa metode baku uji ketahanan plasma nutfah kakao terhadap infeksi *P. palmivora* sebaiknya dilakukan dengan (1) menggunakan miselia sebagai inokulum, (2) memberikan pelukaan pada jaringan buah atau daun sebelum diinokulasi dengan miselia *P. palmivora*, dan (3) menggunakan buah dipetik umur empat bulan sesudah anthesis atau daun bibit umur dua bulan setelah tanam.

Pengaruh Genotipe Kakao

Hasil yang didapat menunjukkan bahwa hibrida F1 hasil silangan antara ICS 60 x Sca 12 mempunyai rerata jumlah bercak dan

Tabel 2. Pengaruh pelukaan terhadap persentase bibit kakao klon GC 7 dan Sca 12 yang terinfeksi *P. palmivora* dan kisaran panjang bercak pada batang yang dihasilkan. Pengamatan dilakukan 28 hari sesudah inokulasi bibit kakao yang diuji

Table 2. Effects of injury treatments on percentages of cacao seedlings infected with *Phytophthora palmivora* and the range of necrotic spot length occurring in the inoculated stem of cacao GC 7 and Sca 12 seedlings. The observation was conducted at 28 days after cacao seedling inoculation

Klon kakao Clone	Tipe inokulum Type of inoculant	Persentase bibit dengan kisaran panjang bercak pada batang % of seedlings with a range of necrotic spot length				
		< 0.52	0.52-1.04	1.04-1.56	1.56-2.08	> 2.08 cm
GC 7	Tanpa pelukaan (<i>without injury</i>)	87.5	0	0	12.5	0
	Dengan pelukaan (<i>with injury</i>)	12.5	0	75.0	12.5	0
Sca 12	Tanpa pelukaan (<i>without injury</i>)	87.5	0	0	0	12.5
	Dengan pelukaan (<i>with injury</i>)	37.5	25.0	12.5	25.00	0

lebar bercak tertinggi, diikuti oleh zuriat Sca 12, dan hibrida F1 antara TSH 858 x Sca 12 (Tabel 3).

Di antara enam bibit kakao yang diuji, terdapat masing-masing satu bibit kakao zuriat klon Sca 12 dan hibrida F1 (ICS 60 x Sca 12) yang tidak bergejala setelah diinokulasi dengan *P. palmivora*. Lima bibit yang lain mempunyai kisaran rerata jumlah bercak antara 1,14 – 2,57 dan luas bercak berkisar 2,86 – 17,86 cm² untuk zuriat Sca 12 serta jumlah bercak berkisar 1,14 – 2,57 dan luas bercak berkisar 4,00 – 22,90 cm² untuk hibrida F1 (ICS 60 x Sca 12). Untuk hibrida F1 (TSH 858 x Sca 12), rerata jumlah bercak yang diamati berkisar pada 0,71 – 1,20 sedangkan luas bercaknya 1,57 – 10,14 cm² (Tabel 4).

Persentase bibit kakao yang terinfeksi *P. palmivora* dan kisaran diameter bercak daun yang muncul tertera pada Tabel 4. Sebagian besar bibit kakao zuriat Sca 12 dan hibrida F1 (TSH 858 x Sca 12) yang diinokulasi *P. palmivora* dan mempunyai luas bercak < 4,58 cm² sedangkan bibit

hibrida F1 (ICS 60 x Sca 12) mempunyai luas bercak > 4,58 cm (Tabel 4). Dari data pada Tabel 4 dapat diduga bahwa dalam kondisi penelitian ini, bibit hibrida F1 (TSH 858 x Sca 12) lebih resisten dibandingkan dengan bibit hibrida F1 (ICS 60 x Sca 12) atau bibit zuriat Sca 12.

Dalam percobaan ini, zoospora yang digunakan untuk menginfeksi buah kakao menghasilkan persentase buah tidak terinfeksi yang lebih tinggi dibandingkan dengan miselia. Diameter bercak pada buah kakao diinokulasi dengan zoospora juga relatif lebih kecil dibandingkan miselia.

Sebaran diameter bercak pada buah kakao klon GC 7 yang diinokulasi dengan zoospora *P. palmivora* sama dengan klon Sca 12. Sebaliknya, buah kakao yang diinokulasi dengan miselia, persentase buah dengan diameter bercak > 8,2 cm lebih besar pada buah kakao klon GC 7 dibandingkan Sca 12.

Sumber gen ketahanan terhadap *P. palmivora* dapat pula diintrogresikan dari

Tabel 3. Jumlah bercak bibit kakao hibrida F1 (ICS 60 x Sca 12) dan hibrida F1 (TSH 858 x Sca 12) serta zuriat kakao klon Sca 12 yang terinfeksi *P. palmivora* dan rerata lebar bercak pada daun yang dihasilkan. Pengamatan panjang bercak dilakukan 7 (I), 14 (II), dan 21 (III) hari sesudah inokulasi daun bibit kakao yang diuji

Table 3. Spot number of cacao seedlings infected with *Phytophthora palmivora* and the average of necrotic spot width occurring in the inoculated leaves of cacao F1 hybrids (ICS 60 x Sca 12), (TSH 858 x Sca 12), and progenies of Sca 12 seedlings. The observation was conducted at 7 (I), 14 (II), and 21 (III) days after leaf inoculation, respectively

Klon/Hibrida Clone/Hybride	Jumlah bercak (Number of necrotic spot)			Lebar bercak (Width of necrotic spot)		
	I	II	III	I	II	III
F1 (ICS 60 x Sca 12)	1.68	1.68	2.75	7.33	10.15	10.55
F1 (TSH 858 x Sca 12)	0.58	0.67	0.67	1.93	2.48	2.76
Sca 12	0.95	1.28	1.28	5.00	5.82	6.14

Tabel 4. Persentase bibit kakao hibrida F1 (ICS 60 x Sca 12) dan hibrida F1 (TSH 858 x Sca 12) serta zuriat kakao klon Sca 12 yang terinfeksi *P. palmivora* dan kisaran diameter bercak pada daun yang dihasilkan. Pengamatan diameter bercak dilakukan 14 (I), 21 (II), dan 28 (III) hari sesudah inokulasi daun bibit kakao yang diuji

Table 4. Percentages of cacao seedlings infected with *Phytophthora palmivora* and the range of necrotic spot diameter occurring in the inoculated leaves of cacao F1 hybrids (ICS 60xSca 12), (TSH 858xSca 12), and progenies of Sca 12 seedlings. The observation was conducted at 14 (I), 21 (II), and 28 (III) days after leaf inoculation, respectively

Pengamatan Observation	Genotipe bibit Seedling genotype	Persentase bibit dengan kisaran panjang bercak % of seedling with a range of necrotic spot length				
		< 4.58	4.58-9.16	9.16-13.74	13.74-18.32	> 18.32 cm
I	ICS 60 x Sca 12	33.0	16.8	16.8	16.8	16.8
	TSH 858 x Sca 12	82.5	16.8	0	0	0
	Sca 12	66.8	16.8	0	16.8	0
II	ICS 60 x Sca 12	16.8	33.0	16.8	16.8	16.8
	TSH 858 x Sca 12	82.5	0	16.5	0	0
	Sca 12	50.0	33.0	0	17.0	0
III	ICS 60 x Sca 12	16.8	33.0	16.8	33.0	0
	TSH 858 x Sca 12	82.5	16.8	0	0	0
	Sca 12	50.0	33.0	16.8		

spesies *Theobroma* lainnya seperti *T. grandiflora* yang buahnya tahan setelah di-inokulasi dengan spora *P. palmivora*. Di lain pihak *T. bicolor*, *T. speciosa*, *T. simiarum* dan *T. mammosum* dilaporkan rentan terhadap infeksi *P. palmivora* (Soria, 1974). Namun demikian, keberhasilan hibridisasi antarspesies di dalam genus *Theobroma* diduga sangat terbatas. Bibit hibrida F1 dari silangan antara *T. cacao* x *T. grandiflora* mempunyai pertumbuhan yang lambat,

lemah dan fertilitas yang rendah (Soria, 1974).

Besar kecilnya diameter bercak akibat infeksi *P. palmivora* pada buah atau bibit yang diuji diduga mencerminkan ada tidaknya sifat resisten pada klon yang diuji. Klon GC 7 yang dilaporkan rentan mempunyai sebaran bibit atau buah dengan diameter bercak yang lebih besar dibandingkan dengan klon Sca 12 yang dilaporkan resis-

ten. Meskipun infeksi *P. palmivora* pada buah atau bibit kakao klon Sca 12 tetap menimbulkan bercak kecoklatan (nekrosis), nekrosis yang diamati relatif tidak berkembang secepat yang diamati pada klon GC 7.

Gejala awal infeksi *P. palmivora* pada klon kakao tahan sama dengan yang rentan, yaitu adanya sel yang mempunyai granula berwarna kecoklatan (Tarjot, 1974). *Phytophthora palmivora* tetap memenetrasi buah kakao dari klon yang resisten dan yang rentan. Namun demikian, penyebaran lateral patogen dalam perikarp buah kakao yang rentan berbeda dengan yang resisten (Tarjot, 1974). Pada buah kakao yang rentan, *P. palmivora* tidak bertahan lama dalam sel, sel yang terinfeksi menjadi rusak dengan cepat dan terlihat adanya granula kecoklatan. Pada buah rentan, patogen menyebar dengan cepat dari satu sel ke sel lain sehingga perkembangan busuk buah berlangsung cepat. Pada buah kakao yang tahan, *P. palmivora* bertahan lama di dalam sel sebelum munculnya gejala nekrosis. Perpindahan patogen antarsel menjadi terhambat sehingga perkembangan busuk buah juga melambat (Tarjot, 1972).

Dalam pengujian pengaruh latar belakang genetik kakao terhadap infeksi *P. palmivora* menggunakan metode baku yang telah dikembangkan dapat diketahui bahwa hibrida F1 (TSH 858 x Sca 12) lebih resisten dibandingkan dengan tetua donor Sca 12 atau hibrida F1 (ICS 60 x Sca 12). Hal tersebut memperkuat dugaan sebelumnya bahwa Sca 12 mempunyai mekanisme ketahanan terhadap infeksi *P. palmivora*. Namun demikian, hibrida F1 hasil persilangan antara ICS 60 x Sca 12 dan TSH

858 x Sca 12 mempunyai tingkat ketahanan yang berbeda. Hal tersebut mengindikasikan bahwa keragaan hibrida F1 hasil silangan antara Sca 12 sebagai tetua jantan dan donor sifat resisten terhadap *P. palmivora* dipengaruhi oleh latar belakang genetik induk betinanya.

Menurut Winarno & Sri-Sukamto (1986), Sca 6 dan Sca 12 dapat digunakan sebagai tetua donor sifat resisten terhadap infeksi *P. palmivora*. Hibrida F1 hasil silangan antara DR 1 x Sca 12, DRC 16 x Sca 6, DRC 16 x Sca 12 ketika diinokulasi dengan *P. palmivora* menghasilkan luas bercak yang sama dengan klon Sca 6 dan Sca 12. Tetapi jika dibandingkan dengan klon DR 1 yang rentan terhadap infeksi *P. palmivora*, maka ketiga hibrida kakao tersebut lebih tahan terhadap infeksi *P. palmivora*.

Dari penelitian ini diketahui bahwa sifat ketahanan diwariskan lewat Sca 12 sebagai tetua jantan, terbukti bahwa ICS 60 yang tergolong rentan terhadap *P. palmivora* bila disilangkan dengan Sca 12 yang tahan akan menghasilkan hibrida yang tahan. Sifat ketahanan terhadap infeksi *P. palmivora* dilaporkan diwariskan lewat tetua jantan (Jacob & Toxopeus 1971).

Klon TSH 858 sebagai induk betina lebih baik jika digunakan untuk menghasilkan hibrida F1 dengan Sca 12 sebagai induk betina. Hibrida F1 (TSH 858 x Sca 12) diharapkan selain tahan infeksi *P. palmivora* juga mempunyai daya hasil tinggi mengingat sifat daya hasil galur hibrida kakao mengikuti karakteristik induk betinanya. Sebaliknya, meskipun galur hibrida F1 (ICS 60 x Sca 12) juga berpotensi berdaya hasil tinggi sesuai

dengan sifat ICS 60 sebagai induk betina, dalam hal ketahanan terhadap *P. palmivora* lebih rendah dibandingkan dengan hibrida F1 (TSH 858 x Sca 12).

Menurut Jacob & Toxopeus 1971, pewarisan sifat bobot biji ditentukan oleh tetua betinanya. Oleh karena itu pemuliaan tanaman untuk peningkatan ukuran dan bobot biji kakao dilakukan dengan persilangan antara induk betina yang berdaya hasil tinggi dan berbiji besar dengan induk jantan yang resisten. Selain itu perlu dipilih induk jantan dengan karakter ukuran serbuk sari yang besar. Iswanto & Junianto (1987) menyatakan bahwa tetua jantan dengan ukuran serbuk sari yang besar cenderung menghasilkan hibrida F1 dengan biji yang besar dan berat.

KESIMPULAN

Inokulasi dengan menggunakan miselia lebih efektif dibandingkan zoospora dan perlakuan pelukaan lebih akurat untuk menduga ketahanan bibit kakao terhadap infeksi *P. palmivora*. Hasil pendugaan ketahanan menggunakan buah yang dipetik sejalan dengan bibit kakao sehingga pengujian bibit dapat dipergunakan sebagai alternatif pengujian ketahanan terhadap *P. palmivora*. Jika menggunakan buah yang dipetik, uji ketahanan dilakukan dengan (1) menggunakan buah kakao umur empat bulan setelah antesis, (2) memberi pelukaan sebelum diinokulasi, (3) menggunakan miselia *P. palmivora* sebagai inokulum, dan (4) mengamati diameter bercak. Jika menggunakan bibit kakao, dilakukan dengan (1) menggunakan bibit kakao umur dua bulan, (2) memberi pelukaan pada daun sebelum

diinokulasi, (3) menggunakan miselia *P. palmivora* sebagai inokulum, dan (4) mengamati lebar bercak yang muncul pada daun yang diinokulasi. Pengamatan diameter bercak pada buah dilakukan 3 hari sedangkan pada daun 14 hari sesudah inokulasi. Kakao klon GC 7 sebaiknya digunakan sebagai pembanding yang rentan dan klon Sca 12 sebagai pembanding yang tahan. Klon TSH 858 lebih baik digunakan sebagai induk betina dan disilangkan dengan Sca sebagai induk jantan untuk menghasilkan populasi hibrida F1 yang resisten terhadap infeksi *P. palmivora* dan berpotensi berdaya hasil tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Sebagian penelitian didanai oleh Proyek Kerjasama Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KKP3T) yang berjudul: Teknik Molekuler dan Pemuliaan Tanaman untuk Percepatan Pengembangan Klon Kakao (*Theobroma cacao* L.) yang Resisten terhadap Busuk Buah Akibat Infeksi *Phytophthora palmivora* Butl., No. Kontrak: 1532/LB.620/J.1/5/2007, Tanggal: 8 Mei 2007, di bawah koordinasi SDR (alamat kontak: prof_sudar@yahoo.com). Penelitian dilaksanakan melalui kerjasama antara Laboratorium Biologi Molekuler Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta, IPB; Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan, Bogor; dan Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Teguh Wahyudi, Direktur Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia; Prof. Dr. Ir. S. Ilyas, M.Si., dan Dr. Ir. Trikoesoemaning-

tyas, MSc, staf pengajar di IPB atas bantuannya. Ucapan yang sama disampaikan kepada Sdr. Rahmat dan Supandi, SP masing-masing Teknisi di Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia Bogor dan Pusat Penelitian kopi dan Kakao Indonesia atas bantuan selama pelaksanaan penelitian di Laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Fry, W.E. (1989). *Principles of Plant Disease Management*. Academic Press, New York.
- Iswanto, A. & H. Winamo, (1992). Cocoa breeding at RIEC Jember and the role of planting material resistant to VSD and black pod, p. 163–169. *In*: P.J. Keane & C.A.J. Putter (Eds). *Cocoa Pest and Disease Management in Southeast Asia and Australasia*. FAO Plant Production and Protection Paper No. 112.
- Iswanto, A. & Y.D. Yunianto (1987). Pengaruh ukuran bakal biji dan serbuk sari terhadap bentuk dan berat biji kakao. *Pelita Perkebunan*, 3, 185–188.
- Iwaro, D.A.; T.N. Sreenivasan & P. Umaharan (1995). Differential reaction of cocoa clones to *Phytophthora palmivora* infection. *CRU, Univ. West Indies, Trinidad*, 79–85.
- Iwaro, D.A.; T.N. Sreenivasan & P. Umaharan (1998). Cocoa resistance to *Phytophthora*: Effects of pathogen species, inoculation depchs, and pod maturity, *European J. Plant Pathol.*, 46, 557–565.
- Jacob, V.J & H. Toxopeus (1971). The effect of pollinator parent on the pod value of hand pollinated pod of *Theobroma cacao* L. *Int. Cacao Res. Conf.*, Tafo, Ghana, 556–564.
- Muller, R.A. (1974). Integrated ontrol methods, p. 259–265. *In*: P.H. Gregory (Eds.) *Phytophthora Disease of Cocoa*. Longman, London.
- Philips-Mora, W. (1999). Studies on resistance to black pod disease (*Phytophthora palmivora* Butler) at CATIE. *Proc. Int. Workshop on the Contribution of Disease Resistance to Cocoa Variety Improvement*. Salvador, Bahia, Brasil. 24–26th November, 41–50.
- Prawirosoemardjo, S. & A. Purwantara (1992). Laju infeksi dan intensitas serangan *Phytophthora palmivora* (Butl.) Butl. pada buah dan batang beberapa varietas kakao. *Menara Perkebunan*, 60, 67–72.
- Rubiyo; A. Purwantara; Sri-Sukanto & Sudarsono (2008). Isolation of indigenous *Phytophthora palmivora* from Indonesia, their morphological and pathogenicity characterizations. *Pelita Perkebunan*, 24, 37–49.
- Sudarsono; A. Purwantara & D. Suhendi (2008). *Teknik Molekuler dan Pemuliaan Tanaman untuk Percepatan Pengembangan Klon Kakao (Theobroma cacao L.) yang Resisten terhadap Busuk Buah Akibat Infeksi Phytophthora palmivora* Butl. Laporan Penelitian KKP3T, Institut Pertanian Bogor, Indonesia.
- Soria, J. (1974). Sources of resistance to *Phytophthora palmivora*, p. 197–202. *In*: P.H Gregory (Ed.) *Phytophthora Disease of Cocoa*. Longman London.
- Tarjot, M. (1972). Etude anatomique de la Cabosse de Cacaoyer en Relation avec

Lattaque du *Phytophthora palmivora*.
Proc. IV Int. Cacao Research Conf.
St Augustine, Trinidad. 8–18th January,
379–397

Tarjot, M. (1974). Physiology of fungus, p. 103–
116. *In*: P.H. Gregory (Ed)
Phytophthora Disease of Cocoa.
Longman London.

Winarno, H. & Sri-Sukamto, (1986). Uji
laboratorium ketahanan tongkol

beberapa hibrida kakao terhadap
penyakit busuk buah (*Phytophthora*
palmivora Butler). *Pelita Perkebunan*,
2, 115–119.

Zedooks (1997). *Disease Resistance Testing in*
Cocoa. INGENIC. UK.
