

## UJI KETAHANAN BEBERAPA KLON KAKAO (*Theobroma cacao* L.) TERHADAP PENYAKIT BUSUK BUAH (*Phytophthora palmivora* butl)

### Testing Black Pod (*Phytophthora palmivora* butl) Disease Resistance in Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Clones

Moh. Fajri S. Aminullah<sup>1)</sup>, Johanis Panggeso<sup>2)</sup>, dan Rosmini<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako.

<sup>2)</sup> Dosen Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Jln. Soekarno Hatta KM 9. Telp./Fax: 0451-429738. Palu 94118.

#### ABSTRACT

Cacao is one of the prioritized commodities of crop plantations in Central Sulawesi. However, the main obstacle faced in the cultivation of cocoa plants is plant pest organisms (OPT). One of the most frequently OPT encountered is black pod rot caused by *Phytophthora palmivora* fungus. Based on the above description, this study aimed to determine the resilience of some cacao clones on the development of *P. palmivora*. Cocoa fruit samples of six different clones were taken from people plantations in Uenuni village, Palolo sub district of Sigi Regency, and brought to the Laboratory of Phytopathology Plant where their resistance to black pod rot disease was tested using a Detached Pod method. The six clones used included Local II (Criolo), M01, Lokal III (Mulia), CRD 60, Local I (Forestero), and Local IV (Hibrida). This study used a Completely Randomized design (CRD) with *P. palmivora* as a factor. The fungus was inoculated to the fruits of the six cacao clones. An experimental unit consisted of three pieces of cocoa for each clone tested and replicated three times. Observations were made on the area size of spots on the fruit's surface and its increasing size per day for seven days. After seven days, the largest spot area of 350.79 cm<sup>2</sup> was found in the Lokal III (Mulia) clone with the fastest rate of increasing spot size of 58.11 cm<sup>2</sup> per day in average and with 0.63 cm thickness of the outer skin and with 0.43 cm thickness of the inner skin suggesting that this clone is very prone to *P. palmivora* attack. The lowest spot area found in the CRD 60 clone was 12.86 cm<sup>2</sup> with the rate of increasing spot size 1.91 cm<sup>2</sup> per day in average, and with 1.03 cm thickness of the outer skin and with 0.77 cm thickness of the inner skin suggesting that this clone belong to a group resistant to *P. palmivora* attack.

**Keywords:** Cacao clone and Fungi *P. Palmivora*.

#### PENDAHULUAN

Sulawesi Tengah merupakan salah satu provinsi yang mengandalkan tanaman kakao sebagai sumber pendapatan asli daerah dengan luas perkebunan mencapai 284.125 ha dengan total produksi biji kering sebesar 195.845 ton (BPS, 2014). Dengan demikian, tingkat produktivitas kakao yang diusahakan petani di Sulawesi Tengah adalah 0,69 ton/ha. Tingkat produktivitas tersebut masih sangat rendah bila dibandingkan dengan potensi produksi kakao unggul yang mencapai 2,0-2,5 ton/ha/tahun (Rahardjo, 1999;

Suhendi dkk., 2004). Faktor penyebab rendahnya tingkat produktivitas kakao yang dicapai petani di Sulawesi Tengah menurut Limbongan dan Djufri (2013), mencakup serangan hama dan penyakit, populasi tanaman berkurang, teknologi budidaya oleh petani yang masih sederhana, penerapan teknologi budidaya yang belum optimal, penggunaan jenis tanaman yang memiliki potensi produksi rendah ataupun karena umur tanaman yang sudah cukup tua. Berbagai penyakit yang disebabkan oleh patogen dapat ditemukan pada tanaman kakao, salah satunya adalah penyakit busuk

buah (*black pod disease*) yang disebabkan oleh *P. palmivora* (Guest, 2007). Penyakit busuk buah ini menyebabkan kerugian yang bervariasi antara daerah satu dengan daerah yang lainnya bahkan antar negara. Secara umum, kerugian antara 20-30% pertahun terjadi akibat penyakit busuk buah pada pertanaman kakao di lapangan (Hebbar, 2007). Penyakit busuk buah ini menyebabkan kerugian yang bervariasi antara daerah satu dengan daerah yang lainnya bahkan antar negara. Di Indonesia, penyakit busuk buah kakao yang disebabkan oleh *P. palmivora* menyebabkan kerugian yang cukup berarti terutama di daerah yang beriklim basah.

Berbagai upaya untuk mengatasi kerugian yang disebabkan oleh jamur *P. palmivora* telah dilakukan antara lain penggunaan pestisida, yang sering dilakukan petani karena mudah mengaplikasikan (Ploetz, 2007). Namun dampak dari penggunaan pestisida dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, biaya tinggi dan tidak mengatasi masalah (Aubertot dkk, 2005; Aikpokpodion dkk, 2010). Mc Mahon dan Purwantara (2004) mengemukakan bahwa langkah pengendalian yang paling efektif adalah pengenalan genotipe kakao yang tahan. Penggunaan klon-klon kakao tahan merupakan salah satu cara pengendalian penyakit yang memungkinkan digunakan sebagai agen pengendalian secara kultur teknis, sebab selain tidak mencemarkan lingkungan (ramah lingkungan) juga mempunyai daya adaptasi yang tinggi (Iswanto dan Winarno, 1992; Akrofi and Opoku, 2000). Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui ketahanan beberapa klon kakao terhadap perkembangan *P. palmivora*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan dengan pengambilan buah kakao dari perkebunan rakyat Desa Uenuni, Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi. Penelitian ini dimulai pada bulan Desember 2015 sampai Februari 2016 di Laboratorium Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako.

Alat yang digunakan yakni pisau, cork borer, pinset, mistar, tali rafia, lakban, cawan petri, timbangan analitik, gelas kimia, hoplate, autoclave, enkas, panci, batang pengaduk, saringan, jarum ose, bunsen, korek api, erlenmeyer, vortex mikser, microscope projector LSP – 500, tabung reaksi rak tabung, haemocytometer, pipet tetes, gelas ukur, pipet mikro, stringer, kamera, dan alat tulis menulis.

Bahan yang digunakan media PSA (agar 15 g, gula 20 g, kentang 200 g, aquades 1000 ml), tisu, kapas, aluminium foil, spritus, alkohol 70%, plastik, buah kakao sehat, buah kakao yang terserang cendawan *P. palmivora*. Ukuran buah yang digunakan dalam pengujian ini berumur kurang lebih 4 bulan (buah telah berkembang sempurna tetapi belum masak) dan terbebas dari infeksi busuk buah. Jumlah klon yang digunakan sebanyak 6 klon di ulang sebanyak 3 kali ulangan dan didapatkan 18 buah percobaan. Klon yang digunakan yaitu Lokal I (Forestero), Lokal II (Criolo), Lokal III (Mulia), Lokal IV (Hibrida), M 01, dan CRD 60.

### Pelaksanaan Penelitian.

**Pembuatan Media Potato Sukrosa Agar (PSA).** Media PSA digunakan untuk menumbuhkan jamur *P. palmivora*. Cara pembuatannya 200 g kentang yang sudah dipotong bentuk dadu, kemudian direbus dalam 1000 mL aquades selama 20 menit. Setelah itu disaring dan diambil ekstraknya, kemudian dimasak kembali dengan volume ekstrak 1000 mL dengan ditambahkan 20 g gula pasir dan 14 g agar-agar sambil diaduk-aduk sampai semua bahan tercampur dengan baik, dan dimasukkan kedalam elemeyer dan ditutup dengan kapas dan dibungkus aluminium foil, kemudian media PSA disterilkan dengan menggunakan autoklaf yang bersuhu 21°C dengan tekanan 1,4 psi selama 30 menit.

**Isolasi dan Pemurnian *Phytophthora palmivora*.** Jamur *P. palmivora* diisolasi dari buah kakao yang terserang penyakit busuk buah yang ada di Desa Uenuni, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi. Setiap buah yang bergejala sakit semuanya diambil

dan dibungkus dengan kertas koran dan dilapisi plastik bening, kemudian di bawa ke laboratorium Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian. Isolasi patogen dilakukan dengan memotong buah yang sakit kira-kira 5 cm, setelah itu dicelupkan dalam alkohol 70% selama satu menit untuk menghilangkan kontaminasi pada bagian luarnya, kemudian dibilas dengan aquades steril. Potongan buah yang sakit diletakan pada media PSA dan di inkubasikan selama tiga hari pada suhu kamar. Setelah pengamatan mikroskopis menunjukan ciri-ciri jamur *P. palmivora*, kemudian cendawan di murnikan pada media PSA. Pengamatan dilakukan sejak tiga hari setelah inokulasi hingga tujuh hari setelah masa inkubasi. Parameter pengamatan meliputi :

1. Luas bercak pada permukaan buah kakao dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$L = 3,14*(P+I)/4)^2$$

Keterangan :

L = Luas bercak

P = Panjang bercak

L = Lebar bercak

2. Rata-rata pertambahan luas bercak per hari.

$$\Delta L = (X_n - X_{(n-1)})/N.$$

Keterangan:

X<sub>n</sub> = Rata-rata luas bercak pada hari ke n

X<sub>n-1</sub> = Rata-rata luas bercak pada hari ke n-1

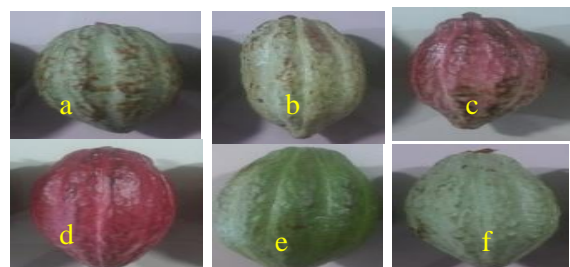
N = Jumlah pengamatan yang dilakukan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

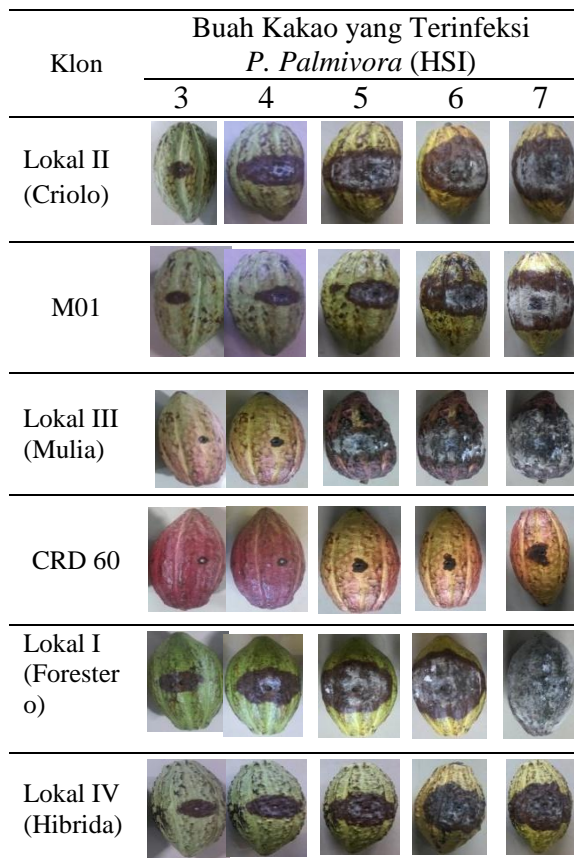
**Karakter Klon Buah Kakao.** Berdasarkan pengamatan morfologi buah kakao di Desa Uenuni menunjukkan bahwa klon kakao CRD 60 dan Lokal III (Mulia) memiliki warna yang sama yaitu Coklat kemerahan, akan tetapi klon CRD 60 kulit luarnya lebih tebal dibandingkan dengan klon Lokal III (Mulia). Memiliki bentuk buah lonjong, alur buah dangkal, dan pada permukaan buah halus. Untuk klon Lokal II (Criolo), Lokal IV (Hibrida), M01, dan klon Lokal I (Forestero) memiliki warna yang sama yakni berwarna hijau, memiliki bentuk buah yang berbeda, untuk klon Lokal II (Criolo) dan Lokal I (Forestero) memiliki bentuk

buah bulat dan lonjong, untuk klon Lokal IV (Hibrida) dan M01 bentuk buah lonjong. Memiliki alur buah dalam dan dangkal, dan pada permukaan buah halus dan kasar (Gambar 1a;b;c;d;e;f).

**Luas Bercak *Phytophthora palmivora* pada Klon Kakao.** Berdasarkan hasil pengamatan uji ketahanan infeksi *P. Palmivora* pada beberapa klon kakao menunjukkan adanya perbedaan respon. Hal ini terlihat rata-rata luas bercak tertinggi dari pengamatan hari ke 2 sampai hari 6 setelah inokulasi terdapat pada klon Lokal I (Forestero) dengan nilai rata-rata 6,11 cm<sup>2</sup> sampai 118,23 cm<sup>2</sup> dengan rata-rata pertambahan luas bercak 45,62 cm<sup>2</sup>/hari. Sedangkan untuk pengamatan hari ke 7 luas bercak *P. palmivora* tertinggi terdapat pada klon Lokal III (Mulia) dengan nilai rata-rata 350,79 cm<sup>2</sup> dengan rata-rata pertambahan luas bercak 58,11 cm<sup>2</sup>/hari. Sedangkan rata-rata luas bercak yang terendah terdapat pada klon CRD 60 dengan nilai rata-rata 5,27 cm<sup>2</sup> dengan pertambahan luas bercak 1,91 cm<sup>2</sup>/hari (Tabel 1). Ukuran luas bercak dapat menjadi parameter utama ketahanan buah kakao terhadap infeksi jamur *P. palmivora* penyebab penyakit busuk buah pada tanaman kakao (Iwaro *et al.*, 1999). Buah kakao yang rentan terhadap *P. palmivora* jika selnya telah terinfeksi oleh patogen, maka perkembangan bercaknya akan lebih cepat sehingga pembusukan pada biji juga lebih cepat. Sedangkan kakao yang resisten, jika terinfeksi patogennya akan bertahan lama di dalam sel sebelum terjadinya nekrosis. Perpindahan patogen antar sel menjadi terhambat sehingga perkembangan bercak dan pembusukan biji juga akan melambat (Philips-Mora, 1999).



Gambar 1. a) Klon Kakao Lokal II (Criolo), b) Klon Kakao M01, c) Klon Kakao Lokal III (Mulia), d) Klon Kakao CRD 60, e) Klon Kakao Lokal I (Forestero), dan f) Klon Kakao Lokal IV (Hibrida).



Gambar 2. Buah Kakao yang Terinfeksi Busuk Buah Hari Ke-2 Hingga Hari ke-7 Setelah Inokulasi.

Berdasarkan pengamatan secara visual di Laboratorium, pada pengamatan hari kedua sampai hari ketujuh menunjukkan klon kakao Lokal I (Forester o) yang diinfeksi dengan inokulum *P. palmivora* lebih cepat pertambahan luas bercak dibandingkan dengan klon Lokal II (Criolo), M01, Lokal III (Mulia), CRD 60, dan Lokal IV (Hibrida), dengan rata-rata luas bercak 120,96 cm<sup>2</sup>, dengan seluruh permukaan buah sudah berwarna hitam dan

ditutupi miselium yang berwarna putih. Untuk klon kakao CRD 60 perkembangan luas bercak patogen *P. palmivora* lebih lambat bila dibandingkan dengan klon kakao lain dengan rata-rata luas bercak 5,28 cm<sup>2</sup>. Hal ini disebabkan kemampuan klon kakao dalam mempertahankan diri dari serangan patogen sebelum penetrasi dan pasca penetrasi bervariasi (Tabel 1).

Hal ini terlihat dengan adanya munculnya bercak yang berwarna hitam kecoklatan di sekitar buah kakao yang inokulasi dan terlihatnya miselium yang berwarna putih pada permukaan buah. Menurut Drenth and Guest (2004), buah yang terinfeksi *P. palmivora* menyebabkan permukaan buah berwarna coklat - kehitaman dan kelembaban yang cukup menyebabkan seluruh permukaan buah akan dipenuhi miselia berwarna putih hingga abu-abu (Gambar 2).

Pertahanan diri sebelum penetrasi berhubungan dengan bentuk struktural buah kakao dan zat biokimia yang dihasilkan sebelum adanya serangan patogen. Menurut Agrios (1997), pertahanan struktural meliputi jumlah dan kualitas lilin serta kutikula yang menutupi sel epidermis, ukuran, letak dan bentuk stomata dan lentisel, serta jaringan dinding sel yang tebal yang menghambat gerak maju patogen. Senyawa yang dihasilkan jaringan tumbuhan sebelum.

Adanya serangan patogen adalah fenolik dan tanin. Senyawa fenolik dan hasil oksidasinya dapat menghasilkan ketahanan terhadap penyakit melalui reaksi penghambatan enzim pektolitik dan enzim patogen yang lain.

Tabel 1. Rata-Rata Luas Bercak Klon Kakao yang Di Inokulasikan *P. Palmivora* pada Umur 2 Sampai 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI)

Klon Kakao	Rata-rata Luas Bercak pada Hari Pengamatan (HSI)						Rata-rata (cm <sup>2</sup> )
	2	3	4	5	6	7	
Lokal I (Forester o)	6,11	30,33	62,21	146,03	184,86	279,85	118,23
Lokal II (Criolo)	2,36	10,83	33,52	58,38	152,08	302,72	93,32
Lokal III (Mulia)	2,13	5,43	15,63	85,83	135,48	350,79	48,90
Lokal IV (Hibrida)	3,81	8,14	15,48	28,56	52,92	130,75	39,94
M01	1,35	4,24	9,81	21,86	59,09	217,13	52,25
CRD 60	1,38	2,04	3,42	4,57	7,37	12,86	5,27

Tabel 2. Rata-Rata Pertambahan Luas Bercak Perhari Klon Kakao yang Diinokulasikan dengan Patogen *P. Palmivora* pada Umur 2 – 7 Hari Setelah Inokulasi (HSI)

Klon Kakao	Rata-rata Luas Bercak pada Hari Pengamatan (HSI)						Rata-rata Pertambahan Luas Bercak (cm <sup>2</sup> /hari)
	2	3	4	5	6	7	
Lokal I (Forestero)	6,11	30,33	62,21	146,03	184,86	276,86	45,62
Lokal II (Criolo)	2,36	10,83	33,52	58,38	152,08	302,72	50,06
Lokal III (Mulia)	2,13	5,43	15,63	85,83	135,48	350,79	58,11
Lokal IV (Hibrida)	3,81	8,14	15,48	28,56	52,92	130,73	21,16
M01	1,35	4,24	9,81	21,86	59,09	217,13	35,96
CRD 60	1,38	2,04	3,42	4,57	7,37	12,86	1,91

Ket : Rata-rata Pertambahan Luas Bercak ( $\Delta L$ ) Dihitung dengan Rumus  $\Delta L = \Sigma(X_n - X_{(n-1)})/N$ ,  $X_n$  adalah Rata-rata Luas Bercak pada Hari Ke-n,  $X_{(n-1)}$  adalah Rata-rata Luas Bercak pada Hari Ke n-1, dan N adalah Jumlah Pengamatan yang Dilakukan.

Tabel 3. Rata-Rata Luas Bercak dan Respon Buah Kakao terhadap Infeksi *P. Palmivora* pada 7 Hari Sesudah Inokulasi (HSI).

Klon Kakao	Luas Bercak (cm <sup>2</sup> )	Respon
Lokal I (Forestero)	276,86 <sup>cd</sup>	Sangat Rentan
Lokal II (Criolo)	302,72 <sup>de</sup>	Sangat Rentan
Lokal III (Mulia)	350,79 <sup>e</sup>	Sangat Rentan
Lokal IV (Hibrida)	130,73 <sup>ab</sup>	Sangat Rentan
M01	217,13 <sup>bc</sup>	Sangat Rentan
CRD 60	12,86 <sup>a</sup>	Tahan

Ket : 1. T : Tahan (Luas Bercak 0 – 25 cm<sup>2</sup>); 2. SR : Sangat Rentan (Luas Bercak >100 cm<sup>2</sup>) terhadap Infeksi *P. palmivora* ; 3. Angka yang Diikuti oleh Notasi yang Sama Menunjukkan Ketahanan yang Tidak Berbeda Nyata pada Taraf Uji BNJ 5%.

Klon kakao yang diuji (Lokal II (Criolo), M01, Lokal III (Mulia), CRD 60, Lokal I (Forestero), dan Lokal IV (Hibrida) menghasilkan rata-rata pertambahan luas bercak yang berbeda akibat infeksi *P. palmivora*. Tabel 2 dimana rata-rata pertambahan luas bercak yang terkecil diperoleh pada klon CRD 60 dengan nilai rata-rata 1,91 cm<sup>2</sup>/hari.

Hal ini disebabkan kulit luar buah yang relatif lebih tebal dengan rata-rata 1,03 cm dan kulit dalam dengan rata-rata 0,77 cm, dibandingkan dengan klon Lokal II (Criolo), M01, Lokal III (Mulia), Lokal I (Forestero), dan Lokal IV (Hibrida), sehingga menghasilkan pertambahan luas bercak yang paling kecil. Sedangkan untuk klon kakao dengan rata-rata pertambahan luas bercak yang terbesar diperoleh pada klon Lokal III.

Hal ini disebabkan kulit luar dan kulit dalam buah relatif lebih tipis

dibandingkan dengan klon lainnya dengan rata-rata 0,63 cm dan 0,43 cm, sehingga infeksi jamur *P. palmivora* luas bercak sangat cepat dengan rata-rata 58,11 cm<sup>2</sup>/hari, ketebalan kulit dalam dan kulit luar.

**Pengelompokan Toleransi Buah terhadap Infeksi *P. palmivora* Berdasarkan Luas Bercak.** Berdasarkan luas bercak yang di inokulasi (hsi) disajikan pada klon CRD 60 memiliki respon tahan terhadap infeksi *P. palmivora* dengan luas bercak 12,86 cm<sup>2</sup> sesudah inokulasi, dan klon Lokal IV (Hibrida), M01, Lokal I (Forestero), Lokal II (Criolo), dan Lokal III (Mulia) memiliki respon sangat rentan terhadap infeksi *P. palmivora* dengan rata-rata luas bercak 130,73 cm<sup>2</sup>, 217,13 cm<sup>2</sup>, 276,86 cm<sup>2</sup>, 302,72 cm<sup>2</sup>, dan 350,79 cm<sup>2</sup> pada 7 hari sesudah inokulasi (Tabel 3).

Klon CRD 60 termasuk ke dalam kelompok tahan (luas bercak 0 - 25 cm<sup>2</sup>)

terhadap infeksi jamur *P. palmivora*, selanjutnya klon Lokal II (Criolo), M01, Lokal III (Mulia), Lokal I (Forestero), dan Lokal IV (Hibrida) termasuk ke dalam kelompok sangat rentan ( $>100 \text{ cm}^2$ ) terhadap serangan *P. palmivora* berdasarkan luas bercak. (Tabel 3) Luas bercak pada permukaan buah terus bertambah hingga hari pengamatan terakhir. Luas bercak yang muncul selanjutnya digunakan untuk mengelompokkan respon ketahanan buah yang diuji terhadap infeksi *P. palmivora*. Buah yang diuji dikelompokkan sebagai imun jika setelah diinokulasikan tidak menunjukkan gejala infeksi *P. palmivora* (tidak menghasilkan bercak); tahan jika luas bercak  $<25 \text{ cm}^2$ , agak tahan antara  $25-50 \text{ cm}^2$ , agak rentan antara  $50-75 \text{ cm}^2$ , rentan antara  $75-100 \text{ cm}^2$ , dan sangat rentan jika  $>100 \text{ cm}^2$  (Purwantara dkk., 2004). Menurut Purwantara dkk., (1990), tingkat kelembaban yang tinggi akan meningkatkan serangan jamur *Phytophthora* sp.

Ukuran luas bercak dapat menjadi parameter utama ketahanan buah kakao terhadap infeksi jamur *P. palmivora* penyebab penyakit busuk buah pada tanaman kakao (Iwaro dkk., 1999). Buah kakao yang rentan terhadap *P. palmivora* jika selnya telah terinfeksi oleh patogen, maka perkembangan bercaknya akan lebih cepat sehingga pembusukan pada biji juga lebih cepat. Sedangkan kakao yang resisten, jika terinfeksi patogennya akan bertahan lama di dalam sel sebelum terjadinya nekrosis. Perpindahan patogen antar sel menjadi terhambat sehingga perkembangan bercak dan pembusukan biji juga akan melambat (Philips-Mora, 1999).

Perkembangan luas bercak pada buah kakao sehubungan dengan uji metode *deteached pod assay* di laboratorium mengacu pada ketahanan pasca penetrasi. Hal ini menunjukkan adanya peranan mekanisme biokimia yang terjadi di dalam sel setelah terinfeksi oleh patogen. Pertahanan biokimia tersebut akan menentukan tahan atau tidak tahannya klon buah kakao terhadap serangan

patogen. Iwaro dkk., (1997), menyatakan bahwa ketahanan pasca penetrasi yang berperan adalah mekanisme ketahanan biokimia dan ketahanan secara selluler.

Ketahanan pasca penetrasi berhubungan dengan mekanisme biokimia yang dapat mempengaruhi luasnya jaringan yang diserang patogen (Iwaro dkk., 1995). Duniway (1983) menyatakan bahwa ketahanan tanaman terhadap *Phytophthora* spp. meliputi ketahanan struktural, penghalang struktural terimbas, reaksi hipersensitif, dan produksi senyawa kimia dalam bentuk antimikrobia. Menurut Fry (1982), walaupun patogen berhasil melakukan penetrasi jaringan inang, sering kali perkembangan selanjutnya terhambat. Berdasarkan epidemiologi, ketahanan tanaman dapat bekerja dengan cara mereduksi jumlah infeksi, mereduksi laju perluasan bercak, mereduksi sporulasi patogen, memperpanjang masa inkubasi, dan mereduksi deposisi spora. Cepat atau lambatnya perkembangan bercak dan pembusukan pada biji akan berhubungan dengan mekanisme ketahanan struktural maupun biokimiawi. Namun, penyebaran patogen pada buah akan berbeda antara klon yang resisten dengan tidak resisten (Tarjot, 1974).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Keenam klon yang diuji memberi respon bervariasi sesuai ketahanan masing-masing klon berdasarkan luas bercak, dengan luas bercak yang tertinggi terdapat pada klon Lokal III (Mulia) sebesar  $350,79 \text{ cm}^2$  termasuk kelompok sangat rentan, luas bercak terendah terdapat pada klon CRD 60 sebesar  $12,86 \text{ cm}^2$  termasuk dalam kelompok tahan atau resisten terhadap serangan jamur *P. palmivora*.

Keenam klon kakao yang diuji pertambahan luas bercak yang paling cepat terdapat pada klon Lokal III (Mulia) dengan nilai rata-rata  $58,11 \text{ cm}^2/\text{hari}$  dengan ketebalan kulit luar  $0,63 \text{ cm}$  dan dalam  $0,43 \text{ cm}$ . Sedangkan untuk pertambahan

luas bercak yang paling sedikit terdapat pada klon CRD 60 dengan nilai rata-rata 1,91 cm<sup>2</sup>/hari dengan ketebalan kulit luar 1,03 cm dan dalam 0,77 cm.

### Saran

Diharapkan untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang mekanisme ketahanan buah kakao terhadap infeksi *P. palmivora* terhadap jenis-jenis klon lainnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, 1997. *Plant Pathology*. Academic Press New York. 4 th Ed. 803.p.
- Aikpokpodion P.E., Lajide L., Aiyesanmi A.F., 2010. *Heavy Metals Contamination in Fungicide Treated Cocoa Plantations in Cross River State*. Nigeria. Am.-Eurasian. J. Agric. Environ. Sci. 8. 268–274.
- Akrofi, A.Y. dan I. Y. Opoku. 2000. *Managing Phytophthora Megakarya Pod Root Disease. Ghana Experience*. Proc 3rd Int Seminar Of Internasional. Permanent Working Group for Cocoa Pest and Disenses. Kota Kinabalu. Sabah Malaysia. 16 – 17 th October.
- Aubertot J.N., J.M. Barbier, A. Carpentier, J.J. Gril, L. Guichard, P. Lucas, S. Savary, I. Savini, M. Voltz (éditeurs). 2005. *Pesticides, Agriculture et Environnement. Réduire l'utilisation des Pesticides et Limiter Leurs Impacts Environnementaux*. Expertise Scientifique Collective, Synthèse Du Rapport. INRA et Cemagref (France).
- (BPS) Badan Pusat Statistik, 2014. *Sulawesi Tengah Dalam Angka Tahun 2013*. Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Tengah. Palu
- Drenth, E. A., and Guest, D. I., 2004. *Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia*. ACIAR Monograph Series 114 : 7-9.
- Duniway, J.M. 1983. *Role of Physical Factors in Development of Phytophthora Diseases*. In D.C. Erwin SB Gracia, PH Tsao (eds) *Phytophthora Its Biology, Taxonomy, Ecology and Pathology*. 175-188. APS. St. Paul. Minnesota.
- Fry WE. 1982. *Principles of Plant Disease Management*. Academic Press. New York.
- Guest, D. 2007. *Black Pod : Diseases Pathogens with a Global Impact on Cacao Yield*. *Phytopathology*. 97 (12):1650-1653.
- Hebbar P.K., 2007. *Cacao Diseases: a Global Perspective from an Industry Point of View*, *Phytopathology*. 97:1658–1663.
- Iswanto, A. dan H. Winarno, 1992. *Cocoa Breeding at RIEC Jember and The Roll of Planting Material Ristant to VSD and Black Pod*. Dalam: P.J. Keane & C.A.J. Putter (Eds). *Cocoa Pest and Disease Management in Southeast Asia and Australasia*. FAO Palnt Production and Protection Paper No. 112. p. 163-169.
- Iwaro DA, Sreenivasan TN & Umaharan. 1995. *Differential reaction of cocoa clones to Phytophthora palmivora infection*. CRU, Univ. West Indies, Trinidad: 79-85.
- Iwaro A.D., Sreenivasan T.N., Umaharan P. 1997. *Foliar Resistance to Phytophthora palmivora as an Indicator of Pod Resistance in Theobromacacao*. *Plant Dis*. 81 : 619–624
- Iwaro, D. A., T. N. Sreenivasan., Umaharan, and J. A. Spence 1999. *Studies on Black Pod Disease in Trinidad*. Prc. Int. Workshop on The Contribution of Disease Resistance to Cocoa Variety Improvement. Salvador. Bahia. Brasil. 24 : 67-74.
- Limbongan, J dan F, Djufri. 2013. *Pengembangan Teknologi Sambung Pucuk sebagai Alternatif Pilihan Perbanyakan Bibit Kakao*. *J. Litbang Pert*. 32. 4 : 166-172.
- McMahon, P dan A. Purwantara. 2004. *Phytophthora on Cacao*. In: Drenth A & D.I. Guest (eds.). *Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia*. ACIAR, Canberra, Australia p. 104-115.
- Rahardjo, P., 1999. *Perkembangan Bahan Tanam Kakao Di Indonesia*. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. 15(2): 184-189.
- Suhendi, D., Winarno, H. dan Susilo, A.W., 2004. *Peningkatan Produksi dan Mutu Hasil Kakao melalui Penggunaan Klon Unggul Baru*. Prosiding Symposium Kakao 2004, Yogyakarta.
- 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. 24-26<sup>th</sup> November. p. 41-50.
- Ploetz R.C., Cacao diseases. 2007. *Important Threats to Chocolate Production World Wide*. *Phytopatology*. 97: 1634-1639.
- Purwantara, A., 1990. *Pengaruh Beberapa Unsur Cuaca terhadap Infeksi Phytophthora palmivora pada Buah Kakao*. *Menara Perkebunan* 58(3): 78-83.
- Purwantara, A., Manohara, D., and Warokka, J. S., 2004. *Diversity and Management of Phytophthora in Southeast Asia :Phytophthora Disease in Indonesia*. Australian Centre for International Agricultural Research ACIAR Monograph 114(4) : 70-75.
- Tarjot, M. 1974. *Physiologi of fungus* . In P.H. Gregory (eds.) *Phytophthora Diseases of Cacao*. Longman, London. P. 103-116.