

UJI KETAHANAN ENAM KLON KAKAO TERHADAP PENYAKIT BUSUK BUAH KAKAO (*Phytophthora palmivora* Butl.)

Evaluation of Six Cacao Clone Resistance against Black Pod Disease (*Phytophthora palmivora* Butl.)

Indriani Mahmud¹, Asrul²

¹Mahasiswa Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako.Palu,
E-mail :indri.hairaayunnisa@gmail.com

²Staf Dosen Program Studi Agroteknologi. Fakultas Pertanian. Universitas Tadulako. Palu
Jl. Soekarno-Hatta Km 9, Tondo-Palu 94118, Sulawesi Tengah Telp. 0451-429738
E-mail:asrul1203@gmail.com

ABSTRACT

One of the main diseases of cocoa plantation in Indonesia is black pod caused by *Phytophthora palmivora* fungus. The purpose of this research was to determine the resistance level of six clones of cocoa against the infection of *P. palmivora* fungus caused by black pod. The research was conducted in March 2017 to September 2017. Samples of cocoa rotten fruits were obtained from a cocoa plantation located in Sejahtera village of Palolo sub district of Sigi district and cocoa clones resistance testing was performed at the Plant Disease Laboratory, Faculty of Agriculture of Tadulako University. This research used a Completely Randomized Design (CRD) with six clones i.e. Untad I, Local II, Local III, Palolo (Untad II), S2 and Irian clones. Each experimental unit was replicated three times. Results showed that the incubation period of clone S2 was one day faster (two days) compared to the other clones (three days). Under the observation of infectious symptom area development, the S2 clone had largest area of 114.37 indicating that it is very prone to the fungus attack. Local II clone was categorized prone the infectious area of 75.02 cm². The other three clones i.e. Untad I, Local III and Irian were classified moderately resistance with the infectious area of 27.85 cm², 25.09 cm², and 26.88 cm², respectively. Palolo clone was the only one that resistance to black pod disease with the infectious area of 21.17 cm².

Keywords: Black pod, Cocoa clones, *Phytophthora palmivora*, and Resistance.

ABSTRAK

Salah satu penyakit utama pada pertanaman kakao di Indonesia adalah busuk buah (*Black pod*) yang disebabkan oleh jamur *Phytophthora palmivora*. Tujuan penelitian ini untuk membedakan tingkat ketahanan enam klon kakao terhadap infeksi jamur *P. palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2017-September 2017. Lokasi pengambilan sampel busuk buah kakao di perkebunan kakao Desa Sejahtera, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi, dan pengujian ketahanan klon kakao bertempat di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Universitas Tadulako, Palu. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan enam klon kakao yang terdiri atas Klon Untad I, Lokal II, Lokal III, Palolo, S2, dan Irian, yang diulang sebanyak tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan masa inkubasi klon S2 lebih cepat 2 hari dibandingkan klon lainnya (3 hari), pada pengamatan perkembangan gejala infeksi berdasarkan luas bercak menunjukkan bahwa klon S2 dengan rata-rata luas bercak 114,37 cm² termasuk kelompok sangat rentan, klon Untad I, Lokal III, dan Irian termasuk kelompok agak tahan dengan masing masing luas bercak, 27,85 cm², 25,09 cm², 26,88 cm², lokal II termasuk kategori rentan dengan luas bercak 75,02 cm², dan klon Palolo dengan rata-rata luas bercak 21,17 cm² termasuk ke dalam kelompok tahan atau resisten terhadap penyakit busuk buah (*Phytophthora palmivora* Butl.)

Kata kunci : Klon kakao, Ketahanan, Busuk buah, *Phytophthora palmivora*.

PENDAHULUAN

Kakao berperan penting dalam pengembangan ekonomi masyarakat, khususnya masyarakat pedesaan, penyediaan lapangan kerja, sebagai sumber devisa bagi perekonomian Nasional, dan program percepatan bagi perekonomian berkelanjutan. Provinsi Sulawesi Tengah mengandalkan tanaman kakao sebagai sumber pendapatan asli daerah berkontribusi dengan total luas lahan sebesar 288.267 ha dan produksi biji kering sebesar 175.252 ton/ha (Statistik Perkebunan Indonesia, 2016), dengan demikian tingkat produktivitas yang diusahakan petani di Sulawesi Tengah adalah 0,61 ton/ha. Tingkat produktivitas tersebut masih sangat rendah bila dibanding dengan potensi produksi kakao 2,0-2,5 ton/ha/tahun (Raharjo 1999; Suhendi *et al.*, 2004).

Patogen *P.palmivora* merupakan patogen yang dapat menyerang seluruh bagian tanaman kakao seperti akar, batang, daun, ranting, dan bunga, tetapi serangan pada buah yang paling merugikan. Darmono *etal.*,2006). Indonesia yang terletak di daerah tropis dengan curah hujan yang tinggi merupakan salah satu faktor penyebab meningkatnya intensitas serangan penyakit busuk buah kakao. (Karmawati *et al.*, 2010).

Pengendalian busuk buah masih dapat dikendalikan dengan menggunakan fungisida kimiawi, namun fluktuasi harga yang tidak menentu, menyebabkan penggunaan fungisida menjadi tidak ekonomis. Jika penggunaan fungisida tidak sesuai dengan dosis yang dianjurkan, dapat menyebabkan masalah kesehatan manusia maupun kerusakan lingkungan.

Mc. Mohan dan Purwantara (2004) mengatakan bahwa langkah pengendalian yang paling efektif adalah pengendalian genotif kakao tahan (klon unggul). Klon kakao unggul sangat bergantung pada tersedianya klon kakao yang lebih resisten terhadap infeksi *P. palmivora* sebagai tetua donor. (Rubiyono *et al.*, 2010). Pengujian ketahanan buah kakao di laboratorium telah dilakukan oleh Suhendi *et al.* (2005) tentang luas bercak akibat infeksi *P. palmivora* pada beberapa klon.

Hal inilah yang melatarbelakangi sehingga penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan klon yang tahan terhadap *P.palmivora* penyebab busuk buah kakao.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membedakan tingkat ketahanan enam klon kakao terhadap jamur *P. palmivora* penyebab penyakit busuk buah kakao.

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada masyarakat dan instansi terkait untuk mengembangkan dan meningkatkan produksi tanaman kakao yang memiliki ketahanan terhadap penyakit busuk buah kakao.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2017 hingga November 2017. Lokasi pengambilan sampel buah kakao di Desa Sejahtera, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi dan pengujian ketahanan klon kakao bertempat di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Tadulako, Palu.

Alat yang digunakan cawan petri, pinset, jarum oase, kaca objek, gelas kimia, pisau *scapel*, erlen meyer, hot plate, cork borer, timbangan analitik, autoclave, *laminar air flow* (LAF), microwave, jangka sorong, mikroskop, kamera digital dan alat tulis. Bahan yang digunakan yaitu buah kakao sehat yang berumur \pm 4 bulan, buah kakao yang terinfeksi busuk buah, alkohol 70%, aquades steril, spiritus, plastik wrap, aluminium foil, kapas steril, tisu, kertas HVS, label, media *Potato Dextro Agar* (PDA).

Penelitian ini menggunakan disusun menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 klon kakao yang berupa:

K1= Untad I

K2= Lokal II

K3= Lokal III

K4= Palolo (Untad II)

K5= Irian

K6= S2

Perlakuan diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 36 unit percobaan.

Prosedur Penelitian.

Isolasi dan Pemurnian P. palmivora.

Jamur *P. palmivora* diisolasi dari tanaman kakao dari perkebunan Desa Sejahtera. Buah kakao terinfeksi dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel kemudian dicuci kembali menggunakan alkohol 70%. Buah kakao kemudian dipotong antara bagian buah yang sehat yang sakit sekitar 5 cm, potongan disterilkan dalam larutan alkohol 70 % selama 30 detik, lalu dicelupkan ke dalam aquades steril. Potongan buah terinfeksi dikulturkan pada cawan petri yang berisi medium PDA padat. Medium diinkubasi pada suhu kamar 28⁰-30⁰ C. Hifa cendawan yang tumbuh ditumbuhkan kembali sampai mendapatkan yang murni. Isolat *P. palmivora* dimurnikan dan diperbanyak dalam medium PDA padat hingga siap digunakan. Pengamatan spora di bawah mikroskop dilakukan untuk memastikan identitas cendawan yang didapat sebagai *P. palmivora*.

Uji Patogenitas Inokulum P. palmivora.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui perbedaan respon buah kakao melalui tahapan inokulasi menggunakan inokulum *P. palmivora* dengan melakukan pelukaan jaringan buah. Buah kakao sehat yang berumur ± 4 bulan terlebih dahulu disterilkan, bagian permukaan buah dicuci dengan air mengalir, kemudian dicuci kembali dengan alkohol 70 %. Dibuat lubang dengan diameter 8 mm dan dalam 5 mm dengan menggunakan *cock borer*, potongan media PDA diameter 8 mm diinokulasi ke dalam jaringan buah kakao yang telah dilukai dan kemudian lubang dilapisi dengan kapas yang sudah dibasahi air steril. Buah yang sudah diinokulasi, dibungkus dengan kertas dan disimpan dalam wadah inkubasi yang di dalamnya diletakkan tisu yang sudah dibasahi. Kotak inkubasi disungkup dengan plastik untuk menjaga kelembabannya, diletakkan dalam ruang gelap pada suhu kamar 28⁰C selama 2 hari. Pengamatan dilakukan 3 hsi dengan mengukur panjang dan lebar bercak untuk

menentukan luas bercak pada permukaan buah.

Pengamatan dilakukan pada 3-7 hari sesudah inokulasi (HSI) dengan mengukur masa inkubasi dan diameter luas bercak pada masing masing perlakuan. Perhitungan pertambahan luas bercak dihitung menurut rumus yang dikembangkan oleh Rubiyo *et al.* 2010 yaitu:

$$L = 3,14 * ((p+l)/4)^2$$

Keterangan:

L= luas bercak

p= panjang bercak

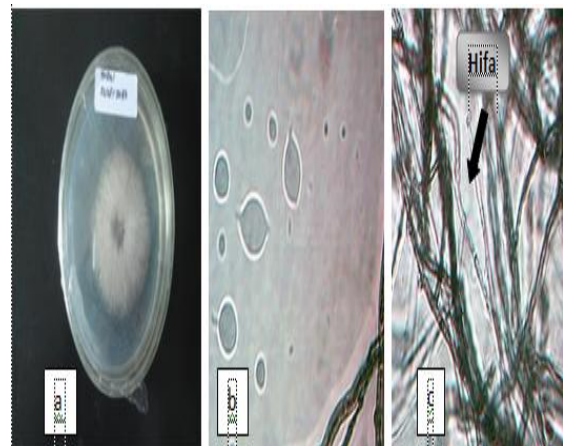
l= luas bercak

Variabel Pengamatan. Variabel yang diamati pada penelitian ini yaitu masa inkubasi, dan pertambahan luas bercak *P. palmivora*.

Analisis Data. Data pengamatan dilakukan dengan analisis varians dan jika terdapat perbedaan nyata pada perlakuan maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi P. palmivora. Hasil pengamatan secara visual di Laboratorium dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. (a) Kultur *P. palmivora* dengan miselia yang aktif tumbuh. (b) Sporangium *P. Palmivora* (Pembesaran 400x) (c) Bentuk hifa *P. palmivora* (Pembesaran 400x)

Tabel 1. Rata-rata masa Inkubasi dan Luas Bercak Enam Klon Kakao yang Diinokulasi *P. Palmivora*.

Klon kakao	Masa Inkubasi	Rata-rata luas bercak 3 HSI
Untad I	3	3,01
lokal II	3	3,19
Lokal III	3	2,96
Palolo	3	1,57
Irian	3	3,09
S2	2	3,96
Rata-rata	3	2,96

Ket: HSI = hari sesudah inokulasi.

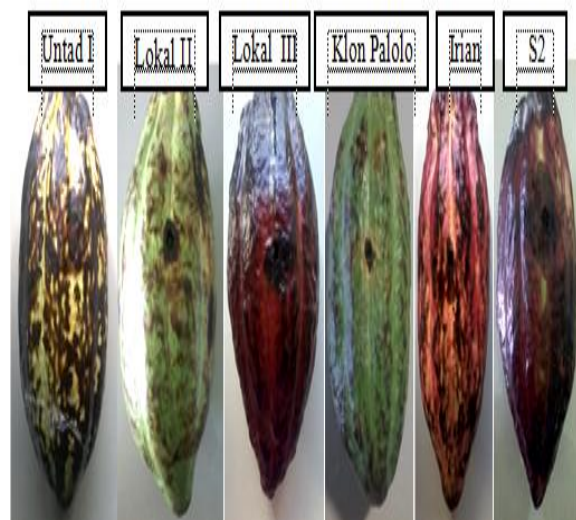
Hasil pengamatan makroskopis *P. palmivora* (Gambar 1a) yang ditumbuhkan pada media PDA (*Potato Dextro Agar*) berwarna putih yang lama-kelamaan akan berubah menjadi abu-abu atau bahkan kehitaman. Hifa *P. palmivora* pada medium PDA berwarna putih (Umayah dan Purwantara 2006). Pengamatan morfologi *P. palmivora* secara mikroskopis (Gambar 1b dan 1c) menunjukkan bahwa sporangium berbentuk ovoid dan memiliki papila yang jelas, klamidiospora berbentuk bulat dengan dinding yang agak tebal dan memiliki hifa tidak bersekat dengan struktur panjang bercabang, tidak berwarna, sedangkan miselium bersekat. Morfologi *P. palmivora* yaitu sporangium ovoid dan ellipsoid mempunyai papila yang jelas (Drenth dan Sendall, 2001). Sporangium dengan membentuk pembuluh kecambah dan tidak langsung dengan membentuk zoospora (Semangun, 2000) Sporangium dapat pula menjadi sporangium sekunder atau konidium (Waterhouse, 1974).

Masa Inkubasi. Pengamatan masa inkubasi dilakukan pada 3 HSI menghasilkan rata-rata masa inkubasi yang berbeda akibat infeksi *P. palmivora*. Rata-rata masa inkubasi dari setiap klon yang diuji disajikan pada Tabel 1 di bawah ini

Hasil pengamatan masa inkubasi menunjukkan masa inkubasi klon kakao yang diinokulasi dengan isolat *P. palmivora* berkisar antara 2-3 hari. Klon S2 memiliki

masa inkubasi lebih cepat bila dibandingkan dengan klon lainnya, sehingga pada 3 HSI memiliki luas bercak yang lebih besar. Hal ini disebabkan kemampuan klon kakao dalam mempertahankan diri sebelum penetrasi dan pasca penetrasi bervariasi. (Gambar 2).

Gejala busuk buah yang terlihat pada hari ke 3 HSI yaitu bagian permukaan buah berwarna kecoklatan dan luas bercak yang terbesar ditunjukkan pada klon S2 dengan luas bercak 3,96 cm² dan klon lokal Palolo dengan luas bercak terkecil yaitu 1,57 cm². Hal ini kemungkinan dihubungkan dengan keadaan morfologi buah dari klon tersebut yang berbeda dari buah lainnya, terutama keadaan permukaan buah. Fulton (1989) memperkirakan morfologi buah kakao berpengaruh pada deposisi dan penyebaran efektif inokulum *P. palmivora*, permukaan buah kakao dapat menjadi inkubator mikro bagi pertumbuhan spora karena spora jamur ini bersifat hidrofilik, spora biasanya berada pada lapisan ujung buah. Tarjot (1974) mengatakan bahwa lensa dipermukaan buah berpengaruh besar pada perkecambahan spora. Deskripsi morfologi buah kakao yang diamati di lapangan dapat mengalami perubahan warna, alur, permukaan dan bentuk buah (Tabel 2).



Gambar 2. Perbedaan luas bercak yang ditunjukkan sebagai gejala awal pada 3 HSI.

Tabel 2. Morfologi klon kakao di Desa Sejahtera, Kecamatan Palolo, Kabupaten Sigi.

No	Nama Klon	Warna Buah	Alur Buah	Permukaan buah	Bentuk buah
1	Untad I	Hijau	Dangkal	Kasar	Bulat
2	Lokal II	Hijau	Dangkal	Halus	Lonjong
3	Lokal III	Merah	Dangkal	Kasar	Lonjong
4	Palolo (Untad II)	Hijau	Dangkal	Kasar	Lonjong
5	Irian	Merah Tua	Dalam	Kasar	Lonjong
6	S2	Merah	Dalam	Kasar	Lonjong

Tabel 3. Rata-rata Pertambahan Luas Bercakenam Klon Kakao yang Diinokulasi.

Perlakuan	Rata-rata luas bercak (cm ²)					Respon
	3 HSI	4 HIS	5 HSI	6 HSI	7 HSI	
Untad I	3.01	5.07	8.77	13.12	27.85	Agak Tahan
Lokal II	3.19	3.68	5.73	7.93	75.02	Rentan
Lokal III	2.96	4.76	6.07	13.03	25.09	Agak tahan
Palolo	1.57	2.26	5.15	7.33	21.17	Tahan
Irian	3.09	4.95	6.70	9.94	26.88	Agak tahan
S2	3.95	6.36	8.82	16.77	114.37	Sangat rentan

Pertahanan diri berhubungan dengan sifat struktural yang dimiliki setiap klon kakao sebagai penghalang dan penghambat masuknya patogen ke dalam jaringan buah sebelum timbulnya bercak hitam. Secara umum pertahanan diri dari serangan patogen dengan suatu kombinasi yang dimiliki yaitu sifat-sifat struktural yang berfungsi sebagai penghalang fisik dan menghambat patogen mendapatkan peluang masuk dan menyebar ke dalam jaringan tanaman, selanjutnya adalah reaksi-reaksi biokimia yang terjadi di dalam sel dan jaringan tanaman sehingga terciptanya kondisi yang dapat menghambat pertumbuhan patogen di dalam jaringan tersebut (Mardinus, 2006).

Pada buah rentan sel rusak dengan cepat dan segera terlihat granula kecoklatan, terjadi penyebaran patogen yang cepat, sehingga periode inkubasinya pendek dan perkembangan busuk berlangsung dengan cepat (Tarjot, 1972). Semakin baik ketahanan tanaman yang ditunjukkan pasca penetrasi, maka masa inkubasi akan semakin lama dan perkembangan bercak akan berlangsung dengan lambat, demikian sebaliknya jika

tanaman gagal dalam menghambat patogen masuk ke dalam jaringan, maka tanaman akan mudah terinfeksi patogen sehingga masa inkubasi lebih cepat dan menghasilkan bercak yang lebih luas.

Perkembangan Gejala Infeksi *P. palmivora* Berdasarkan Luas Bercak. Pengamatan pertambahan luas bercak dilakukan pada 3hsi (Tabel 3).

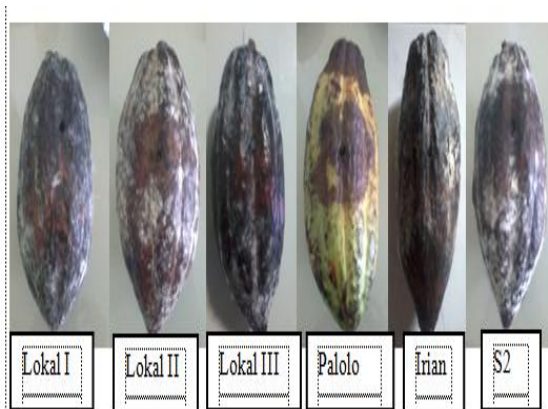
Hasil pengamatan (Tabel 3) menunjukkan bahwa keenam klon kakao yang diuji dengan isolat *P. palmivora* pada hari ke 3 hsi memiliki rata-rata pertambahan luas bercak yang bervariasi. Klon lokal dengan pertambahan luas bercak terkecil pada 3 – 7 hsi diperoleh pada klon Palolo dengan rata-rata luas bercak yaitu 1.57 cm² 3 HSI, 2.26 cm² 4 HSI, 5.15 cm² 5 HSI, 7.33 cm² 6 HSI dan 21,17 cm² 7 HSI sedangkan klon S2 memiliki pertambahan luas bercak terbesar dengan luas bercak yaitu 3.95 cm² 3 HSI, 6, 36 cm² 4 HSI, 8,82 cm² 5 HSI, 16, 77 cm² 6 HSI, 114,37 cm² 7 HSI.

Bervariasinya luas bercak yang ditunjukkan berdasarkan hari pengamatan bahwa terdapat perbedaan ketahanan

masing-masing klon yang diuji, dan pengelompokan kriteria ketahanan menurut parameter yang digunakan Rubiyo *et al.* 2010, terlihat bahwa klon Palolo (Untad II) termasuk kelompok tahan (luas bercak <math><25\text{ cm}^2</math>) pada 7 hsi, selanjutnya klon Untad I, Lokal III, dan Irian termasuk kelompok agak tahan (luas bercak antara 25-50 cm^2), lokal II termasuk kategori rentan (Luas bercak 75-100 cm^2) dan klon kakao yang dikategorikan sangat rentan yaitu klon S2 (luas bercak >100 cm^2).

Buah kakao yang rentan terhadap infeksi patogen *P. palmivora* jika selnya terinfeksi perkembangan bercak juga akan lebih cepat, sehingga proses pembusukan pada biji juga akan lebih cepat, sedangkan untuk klon kakao yang resisten terhadap infeksi, patogen akan bertahan lama dalam sel sebelum terjadinya gejala nekrosis. Pertambahan luas bercak pada hari ke 7 hsi dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa seluruh klon mengalami pertambahan luas bercak yang terus berkembang dari 3 -7 hsi terlihat hampir seluruh permukaan kulit buah kakao telah hitam dan ditumbuhi miselium berwarna putih, terutama pada klon S2. Awalnya bercak coklat yang tampak pada buah berukuran kecil, seperti spot-spot kotor dan tebal kemudian bercak berkembang dengan cepat menutupi seluruh permukaan buah, termasuk pada biji (Guest, 2007).



Gambar 3. Pertambahan luas bercak klon kakao akibat infeksi patogen *P. Palmivora* pada 7 hsi.

Rubiyo dan Amaria (2013) juga menjelaskan jika kondisi lingkungan atau kelembaban sesuai maka miselium yang berwarna putih dan mengandung sporangium akan menutupi seluruh permukaan buah. Buah yang telah dilukai, pertahanan strukturalnya sudah tidak ada sehingga menyebabkan patogen mudah masuk ke dalam jaringan buah. Menurut Lakani (2007) agar cendawan dapat melakukan penetrasi secara langsung ke dalam jaringan, harus mematahkan pertahanan struktural dan kimiawi tumbuhan tersebut.

Lignifikasi dinding sel merupakan suatu bentuk ketahanan tanaman terhadap penetrasi patogen. Pada dinding sel, lignin terdapat dalam lamela tengah, dinding sel primer dan sekunder (Akai dan Fukutomi, 1980). Penggabungan lignin ke dalam dinding sel tanaman memberikan kekuatan mekanik dan memungkinkan dinding sel lebih tahan terhadap degradasi enzim patogen (Goodwin dan Mercer, 1990). Dinding sel yang terlignifikasi merupakan penghalang yang dapat mencegah pergerakan hara sehingga patogen dapat mengalami kelaparan. Prekursor lignin berpengaruh toksis pada patogen. Semua perubahan dinding sel setelah infeksi dapat meningkatkan ketahanan, dengan menghentikan patogen secara langsung atau memperlambat proses penetrasi sehingga tanaman dapat mengaktifkan mekanisme pertahanan selanjutnya. Lignifikasi dapat pula terjadi pada sel jamur. Menurut Toxopeus dan Jacob (1970) dalam Wood (1985) ada perbedaan ketebalan kulit buah dan tingkat lignifikasinya antarkultivar kakao sehingga dimungkinkan dapat berperan sebagai faktor ketahanan terhadap penyakit busuk buah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

Dari keenam klon kakao yang diuji memberi respon yang bervariasi sesuai

etahanan masing-masing klon, berdasarkan luas bercak terbesar diperoleh pada klon S2 dengan rata-rata luas bercak 114,37 cm² termasuk kelompok sangat rentan, klon Untad I, Lokal III, dan irian termasuk kelompok agak tahan dengan masing-masing luas bercak, 27,85 cm², 25,09 cm², 26,88 cm², lokal II termasuk kategori rentan dengan luas bercak 75,02 cm², dan luas bercak terendah diperoleh pada klon Palolodengan rata-rata luas bercak 21,17 cm² termasuk ke dalam kelompok tahan atau resisten terhadap penyakit *P. palmivora*.

Saran

Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh morfologi buah kakao terhadap penyakit busuk buah kakao (*Phytophthora palmivora* Butl).

DAFTAR PUSTAKA

- Akai S. and M. Fukutomi. 1980. *Preformed internal Physical Defenses*. Dalam : J.A. Bailey & B.J. Deverall (Eds). *Dynamic of Host Defence*. Academic Press. Sydney.
- Darmono, T. W, Jamil, I. dan Andreas, D. 2006. pengembangan penanda molekuler untuk deteksi *Phytophthora Palmivora* pada tanaman Kakao. *Faperta IPB. Menara Perkebunan* 2006 vol. 74(2): 87-96 hal.
- Drent A. dan Sendall B. 2001. *Practical Guide to Detection and Identification of Phytophthora*. CRC for Tropical Plant Protection, Brisbane. Australia. 41 p.
- Fulton. R. H. 1989. *Cocoa disease trilogy . black pod, monilia pod rot and witches broom*. *Plant disease* 73 (7): 601-603.
- Goodwin, T. W. and E. I. Mercer. 1990. *Introduction to Plant Biochemistry*. Pergamon Press, Oxford. 677p.
- Guest, D. 2007. Black pod: *Diverse pathogens with a global impact on cocoa yield*. *Phytopathology* vol. 97(12):1650-1653.
- Karmawati, E., Z. Mahmud, M. Syakir, S.J. Munarso, I.K. Ardana dan Rubiyo, 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kakao*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 99 hal.
- Lakani, I., 2007. *Pengujian Resistensi Beberapa Klon Kakao Terhadap Phytophthora palmivora* Butler. Laporan Praktikum. Institut Pertanian Bogor.
- Mardinus. 2006. *Jamur Patogenik Tumbuhan*. Andalas University Press. Kampus Unad Limau Manis. 241 hal.
- Mc. Mahon, P. and A. Purwantara. 2004. *Phytophthora on Cocoa*. Dalam: *Diversity and management of Phytophthora in Southeast Asia*. p. 259-265.
- Rahardjo, P., 1999. *Perkembangan bahan tanam kakao di Indonesia, 2004*. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, vol. 15 (2): 184-189.
- Rubiyo, Purwantara, A. dan Sudarsono. 2010. *Ketahanan 35 klon kakao terhadap Infeksi Phytophthora palmivora Butl Berdasarkan Uji Detached Pod*. *Jurnal litri* Vol.16. No. 4 Desember 2010: 172-178 hal.
- Rubiyo dan Amaria W., 2013. *Ketahanan Tanaman Kakao Terhadap Penyakit Busuk Buah (Phytophthora palmivora Butl.)* *Jurnal perspektif*, vol. 12 (1): 23-36 hal.
- Semangun, H. 2000. *Penyakit-Penyakit Tanaman Perkebunan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 835 hlm.
- Statistik Perkebunan Indonesia, (2014-2016). *Potensi Kakao di Sulawesi Tengah*, Departemen Pertanian Direktorat Jendral Perkebunan, Jakarta Selatan 12550.
- Suhendi, D., Winarno, H. dan Susilo, A.W., 2004. *Peningkatan Produksi dan Mutu Hasil Kakao Melalui Penggunaan Klon Unggul Baru*. Prosiding Simposium Kakao 2004, Yogyakarta.
- Suhendi, D., H. Winarno dan A. W. Susilo, 2005. *Peningkatan produksi dan mutu hasil kakao melalui penggunaan klon baru*. Pro.Simp.Kakao. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jogjakarta, 4-5 Oktober 2004 : 98-111.
- 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. p. 379-397.

- _____.1974. *Physiologi of Fungus*. In: P.H. Gregory (ed). *Phytophthora Disease of Cocoa*: 103-116pp. Longman . London.
- Waterhouse, G.M. (1974). *Phytophthora palmivora and some related species*. In Gregory P.H (Ed).*Phytophthora Disease of cocoa*. London. Longman p.51-70.
- Umayah, A. dan Purwantara, A. 2006.*Identifikasi IsolatPhytophthora Asal Kakao*. Menara Perkebunan 74 (2).76-85 hal.
- Wood GAR. 1985. Establishment. In G.A.R. Wood & R.A. Lass (Eds.) *Cocoa*: 119-165. Longman, London.