Virulensi Isolat *Phytophthora palmivora* dalam Menimbulkan Penyakit Busuk Akar pada Pembibitan Kakao

Virulence of *Phytophthora palmivora* Isolates in Causing Root Rot Disease at Cocoa Seedling

Rizka Rahmahwati¹, Andi Khaeruni^{2*}, La Ode Santiaji Bande²

¹ Program Studi Magister Agronomi Pascasarjana Universitas Halu Oleo

² Jurusan Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo

Diterima: 05 Juli 2021 / Disetujui: 21 Juli 2021

ABSTRAK

Phytophthora palmivora adalah salah satu patogen tular tanah yang dapat menyebabkan penyakit busuk akar, busuk buah, busuk tajuk dan hawar daun pada tanaman kakao. Penanganan patogen ini di lapangan relatif sulit karena adanya dugaan patogen ini mengalami perubahan virulensi dari waktu ke waktu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat virulensi isolat *P. palmivora* dari dua sentra produksi kakao di Sulawesi Tenggara. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan dua isolat *P. palmivora* yaitu isolat PPKT-Koltim dan isolat PPKS-Konsel ditambah kontrol. Inokulum diperbanyak pada buah kakao sehat lalu dicampurkan pada media tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian inokulum *P. palmivora* pada media tanam berpengaruh nyata terhadap daya tumbuh dan perkembangan penyakit busuk akar pada tanaman kakao di persemaian. Isolat PPKT-Koltim memiliki tingkat virulensi yang lebih tinggi dari isolat PPKS-Konsel dengan masa inkubasi, kejadian penyakit, dan nilai AUDPC masing-masing 20,06 HSI, 92%, dan 609%/minggu.

Kata kunci : Kakao, penyakit busuk akar, tular tanah, virulensi

ABSTRACT

Phytophthora palmivora is a soil-borne pathogen that can cause root rot, fruit rot, crown rot and leaf blight on cocoa plants. Handling this pathogen in the field is relatively difficult because it is suspected that this pathogen undergoes changes in virulence from time to time. This study aims to determine the virulence level of *P. palmivora* isolates from two cocoa production centers in Southeast Sulawesi. This study used a completely randomized design with treatments in the form of 2 isolates of *P. palmivora*, namely PPKT-Koltim and PPKS-Konsel and controls. The inoculum was propagated on healthy cacao pods and then mixed in the planting medium. The results showed that mixing of *P. palmivora* inoculum on the planting medium had a significant effect on the growth and development of root rot disease in cocoa plants in nurseries. PPKT-Koltim isolate had a higher virulence than PPKS-Konsel isolate with incubation period, disease incidence, and AUDPC values of 20.06 DAI, 92%, and 609%/week, respectively.

Keyword : Cocoa, root rot disease, soil borne, virulence.

* Penulis untuk korespondensi, E-mail : andikhaeruni.uho@gmail.com

PENDAHULUAN

Provinsi Sulawesi Tenggara merupakan salah satu sentra produksi kakao di Indonesia, sehingga komoditas kakao memiliki peran dan kontribusi yang strategis terhadap perekonomian Sulawesi Tenggara (Akhirul *et al.*, 2018); Sokoastri *et al.*, 2020). Produksi kakao di Sulawesi Tenggara dua tahun terakhir ini cenderung mengalami

penurunan, dari produksi 115.024 ton pada tahun 2019 menurun menjadi 108.619 ton pada tahun 2020 (Badan Pusat Statistik, 2021). Penurunan produksi tersebut disebabkan oleh berbagai faktor, diantaranya rendahnya pengelolaan kebun, lahan kurang subur, umur tanaman yang tua dan tingginya serangan hama dan patogen tanaman (Baharudin dan Assad, 2017).

P. palmivora adalah salah satu patogen tular tanah yang dapat menyebabkan busuk akar, busuk buah, busuk tajuk dan hawar daun (Azis *et al.*, 2013;). Patogen ini dianggap sangat merugikan karena dapat menyerang semua bagian dan fase pertumbuhan kakao dengan menyebabkan kelayuan pada tanaman (Acebo-Guerrero, 2012). Serangan *P. palmivora* dapat menurunkan hampir 50% dari produksi kakao di seluruh dunia (Widyanta dan Puspita, 2015) dan mematikan rata-rata 10% populasi tanaman kakao akibat penyakit kanker (Bowers *et al.*, 2001). Cendawan *P. palmivora* juga dapat menyebabkan penyakit hawar daun pada benih kakao dipersemaian (Azis *et al.*, 2013). Pada musim hujan atau pada musim kemarau saat populasi semut banyak, maka penyakit busuk buah *P. palmivora* dapat menyebabkan kehilangan hasil mencapai 90% (Rosmana *et al.*, 2010).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menekan intensitas serangan *P. palmivora* pada kakao, namun petani masih merasakan sulitnya mengendalikan patogen ini. Hal ini disebabkan kakao memiliki ketahanan horizontal terhadap infeksi *P. palmivora* (Simmonds, 1994), sehingga penanganannya relatif sulit dengan pemuliaan tanaman. Pemuliaan tanaman telah menghasilkan beberapa bahan tanam unggul yang tahan terhadap *P. palmivora*. Namun intensitas serangan patogen ini di lapangan masih tinggi, hal ini mungkin disebabkan oleh patogen selalu berubah dari waktu ke waktu (Goodwin, 1995; Rubiyo *et al.*, 2008). Pemuliaan tanaman banyak dilakukan dari hasil analisis ketahanan yang dimiliki tanaman kakao, namun analisis virulensi *P. palmivora* dari berbagai sentra produksi kakao di Sulawesi Tenggara belum banyak dilakukan. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat virulensi dua isolat *P. palmivora* dari dua sentra produksi kakao di Sulawesi Tenggara.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kasa dan Laboratorium Proteksi Tanaman Unit Fitopatologi Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo dari Juni sampai Agustus 2020.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media PDA, media V4 agar, isolat *Phytophthora palmivora* asal Kolaka Timur (PPKT) dan Konawe Selatan (PPKS) (Khaeruni *et al.*, 2019), alkohol 70%, spritus, plastik wrap, plastik tahan panas, aluminium foil, kapas steril, tisu,

kertas label, aquades steril, tanah steril dan benih kakao klon Sulawesi 02.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tabung erlenmeyer, bak plastik, gelas kimia, cawan petri, gelas ukur, jarum ose, hot plate, autoclave, sentrifuse, botol schott, corong, mikroskop, kamera dan alat tulis menulis.

Rancangan Percobaan

Penelitian dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 3 perlakuan yaitu: P1 = media tanam diinokulasi dengan *P. palmivora* isolat Kolaka Timur (PPKT-Koltim), P2 = media tanam diinokulasi dengan *P. palmivora* isolat Konawe Selatan (PPKS-Konsel) dan P0 = media tanam tanpa inokulasi *P. palmivora* (kontrol). Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga terdapat 15 unit perlakuan.

Prosedur Penelitian

1. Peremajaan isolat *Phytophthora palmivora*

Isolat *P. palmivora* asal Kolaka Timur dan Konawe Selatan dimurnikan pada media V4 steril secara terpisah. Pemurnian dilakukan dengan cara mengambil satu ose pada koloni *P. palmivora* yang telah dicetak atau dipisah menggunakan cork bore pada cawan petri yang berdiameter 9 cm dan diinkubasi pada suhu ruang selama 7 hari.

2. Persiapan media tanam

Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah dan pupuk kandang sapi steril dengan perbandingan 1:1. Media tanam tersebut dimasukkan ke dalam bak plastik sebanyak $\frac{3}{4}$ kapasitas bak. Setiap perlakuan isolat *P. palmivora* terdiri 5 bak plastik sehingga terdapat 15 bak plastik.

3. Pembuatan sumber inokulum dan aplikasinya pada media tanam

Perbanyakan sumber inokulum kedua isolat *P. palmivora* dilakukan pada buah kakao sehat yang baru dipetik dari pohonnya. Setiap isolat diinokulasikan pada 5 buah kakao mengikuti prosedur Nurfitriani dan Umrah (2019). Buah yang telah terinfeksi dipotong-potong lalu dihancurkan dengan blender dan menambahkan aquades steril dengan perbandingan 1:2 (v/v). Hasil blender tersebut dijadikan sebagai sumber inokulum lalu dicampurkan dengan media tanam dengan perbandingan 5:1 (v/v).

4. Penanaman biji kakao

Benih yang sehat ditumbuhkan pada bak plastik yang sudah berisi inokulum *P. palmivora*.

Setiap bak plastik ditanami 10 biji kakao sehingga dibutuhkan 150 biji kakao. Setelah selesai penanaman, selanjutnya media dilembabkan dengan menyiram air secukupnya pada permukaan media tanam. Bak plastik selanjutnya ditempatkan dan ditata dalam rumah kaca sesuai rancangan percobaan yang digunakan.

Variabel Pengamatan

1. Daya Tumbuh

Kemampuan benih tumbuh dalam kondisi optimum. Dilakukan saat benih mulai berkecambah dengan menggunakan rumus (Kabelwa dan Soekanto, 2017):

$$DT = \frac{\text{Benih tumbuh}}{\text{Benih yang ditanam}} \times 100\%$$

Keterangan :

DT = Daya Tumbuh (%)

2. Masa inkubasi

Masa inkubasi diamati setiap hari sejak awal inokulasi sampai awal munculnya gejala penyakit. Periode inkubasi penyakit diamati, dengan cara mengamati awal munculnya gejala penyakit, setiap hari mulai dari penanaman hingga tanaman tampak bergejala.

3. Kejadian penyakit

Tingkat kejadian penyakit dihitung dengan menggunakan rumus (Fauzan *et al.*, 2013) sebagai berikut :

$$KjP = \frac{a}{a + b} \times 100\%$$

Keterangan :

KjP = Kejadian Penyakit (%);

a = Jumlah tanaman yang bergejala;

b = Jumlah tanaman yang sehat

4. AUDPC

Setelah kejadian penyakit diketahui kemudian dihitung pula nilai AUDPC (*Area Under Disease Progress Curve*). AUDPC adalah total tingkat kejadian penyakit pada perlakuan dari minggu kedua pengamatan sampai minggu terakhir pengamatan. AUDPC dapat dihitung dengan rumus yang dinyatakan oleh Van der Plank (1963) sebagai berikut:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_{i+\Delta i} + y_i}{2} \right) (t_{i+\Delta i} - t_i)$$

Keterangan: y = persentase kejadian penyakit;
t = hari

Analisis Data

Data hasil pengamatan yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam. Hasil analisis yang menunjukkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ dilanjutkan dengan Uji BNT pada taraf kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan rekapitulasi hasil analisis sidik ragam menunjukkan uji F perlakuan berpengaruh sangat nyata pada semua pengamatan, sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa pemberian inokulum *P. palmivora* melalui media tanam berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan benih kakao dan perkembangan penyakit busuk akar.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisis ragam semua parameter yang diuji

Variabel Pengamatan	Hasil Uji F Perlakuan
1. Daya Tumbuh 2 MST	**
2. Masa Inkubasi	**
3. Kejadian Penyakit	
3 MST	**
4 MST	**
4. AUDPC	
2-3 MST	**
3-4 MST	**

Daya Tumbuh dan Masa Inkubasi

Pengamatan daya tumbuh dilakukan pada saat tanaman berumur 2 minggu setelah semai, dengan menghitung tanaman yang tumbuh ke permukaan media tanam dan membentuk kotiledon, sedangkan masa inkubasi adalah waktu (hari) yang dibutuhkan patogen untuk menimbulkan gejala pada tanaman yang ditandai dengan munculnya gejala busuk pada benih yang tumbuh atau terjadinya kelayuan pada tanaman. Uji rerata daya tumbuh dan masa inkubasi disajikan pada Tabel 2.

Pada hasil pengamatan terhadap daya tumbuh benih kakao pada umur 2 minggu setelah tanam (MST), menunjukkan bahwa benih kakao yang ditanam pada media yang tidak diinokulasi *P. palmivora* mampu menunjukkan daya tumbuh 68%, sedangkan pada perlakuan yang diberi inokulum *P. palmivora* menunjukkan daya tumbuh yang lebih rendah yaitu 52% yang diberi perlakuan inokulum PPKS-Konsel dan 16% pada perlakuan inokulum PPKT-Koltim. Hasil ini mengindikasikan bahwa keberadaan inokulum *P. palmivora* dalam media tanam mempengaruhi daya tumbuh benih kakao. Pertumbuhan benih kakao di persemaian sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan salah satunya media tanam. Media tanam yang sehat akan menghasilkan tanaman yang subur sebaliknya media tanam yang mengandung patogen dapat mempengaruhi perkecambahan benih sehingga benih tidak dapat berkecambah maksimal bahkan tidak dapat berkecambah.

Hasil pengamatan terhadap masa inkubasi pada Tabel 2, menunjukkan bahwa media tanaman

yang mengandung inokulum PPKT-Koltim memiliki masa inkubasi sedikit lebih singkat dibanding inokulum PPKS-Konsel. Pada saat umur 20 hari setelah inokulasi (HSI), kedua perlakuan tersebut sudah memperlihatkan gejala busuk pada jaringan akar atau batang benih yang tumbuh, sedangkan pada perlakuan tanpa inokulasi *P. palmivora* (kontrol) tidak muncul gejala hingga penelitian berakhir. Hal ini menunjukkan bahwa media tanam yang diberi inokulum yang berasal dari buah kakao yang sudah bergejala *P. palmivora* merupakan sumber inokulum yang efektif bagi *P. palmivora* untuk menginfeksi benih atau tanaman kakao, hal ini diduga karena spora *P. palmivora* pada buah kakao berbentuk sporangium sehingga dapat langsung menginfeksi benih atau tanaman kakao yang merupakan inangnya. Menurut Vanegtern *et al.* (2015) bahwa *P. palmivora* membentuk klamidiospora yang mampu bertahan lama dalam tanah dan sisa-sisa tanaman ketika tidak ada inang atau kondisi lingkungan yang kurang mendukung kehidupannya. Pada saat menemukan inang dan lingkungan yang mendukung, maka *P. palmivora* membentuk sporangium yang menginfeksi akar, batang, dan buah kakao melalui kontak langsung dengan jaringan tanaman inang (Komalasari *et al.*, 2018), dimana menurut Kalie (2000) bahwa penetrasi cendawan ke dalam jaringan tanaman dapat melalui tiga cara yaitu melalui lubang alami, melalui luka bekas gigitan serangga, dan melalui kontak/penetrasi langsung ke tanaman inang.

Tabel 2. Rata-rata daya tumbuh kakao dan masa inkubasi penyakit busuk batang pada bibit kakao yang diinokulasi dengan asal isolat *P. palmivora* yang berbeda

Perlakuan	Daya Tumbuh (%) 2 MST	Masa Inkubasi (hari)
Kontrol	68,00 a	0,00 b
Isolat PPKT-Koltim	16,00 b	20,06 a
Isolat PPKS-Konsel	52,00 a	20,30 a
BNT $\alpha = 0,05$	25,41	2,48

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNT $\alpha = 0,05$.

Kejadian penyakit dan *Area Under Disease Progress Curva* (AUDPC)

Uji rerata kejadian penyakit dan AUDPC pada uji patogenisitas *P. palmivora* sebagai penyebab penyakit busuk batang pada persemaian tanaman kakao disajikan pada Tabel 3. Pada tabel tersebut menunjukkan bahwa sumber inokulum

PPKT-Koltim selalu menunjukkan angka yang lebih tinggi dibandingkan sumber inokulum PPKS-Konsel. Pada awal munculnya gejala pada pengamatan 3 MST, inokulum PPKT-Koltim menunjukkan kejadian penyakit mencapai 82%, sedangkan pada perlakuan inokulum PPKS-Konsel hanya 48%, selanjutnya pada 4 MST, inokulum

PPKT-Koltim memperlihatkan kejadian penyakit sebesar 92% sedangkan inokulum PPKS-Konsel kejadian penyakit yang ditimbulkan sebesar 84%. Kejadian penyakit dihitung berdasarkan gejala kelayuan yang terjadi pada tanaman sebagai akibat infeksi patogen pada perakaran dan batang tanaman. Batang yang terinfeksi ditandai dengan adanya

gejala bercak kehitaman atau lesio pada pangkal batang yang disertai dengan pembusukan pada akar. Kejadian penyakit tersebut selaras dengan nilai AUDPC, terlihat bahwa inokulum PPKT-Koltim juga memiliki nilai AUDPC yang lebih tinggi yaitu 609 %/minggu dibanding nilai AUDPC inokulum PPKS-Konsel sebesar 455 %/minggu.

Tabel 3. Rata-rata kejadian penyakit dan AUDPC pada uji patogenesis *P. palmivora*.

Perlakuan	Kejadian Penyakit		AUDPC %/minggu	
	3 MST	4 MST	2-3 MST	3-4 MST
Kontrol	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,00 c
Isolat PPKT-Koltim	82,00 a	92,00 a	287,00 a	609,00 a
Isolat PPKS-Konsel	48,00 b	84,00 a	161,00 b	455,00 b
BNT 5%	17,79	9,74	62,27	82,61

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNT $\alpha = 0,05$.

Masa inkubasi, persentase kejadian penyakit dan nilai AUDPC menjadi dasar dalam penentuan tingkat virulensi dari suatu isolat patogen. Pada penelitian ini pada umur 4 MST kejadian penyakit pada kedua isolat yang digunakan tergolong tinggi dan tidak berbeda nyata antara keduanya, namun pada analisis AUDPC pada dua waktu pengamatan terjadi perbedaan, dimana isolat PPKT-Koltim selalu lebih tinggi dan berbeda nyata dibanding isolat PPKS-Konsel. Udin *et al.* (2017), mengemukakan bahwa penilaian AUDPC lebih akurat digunakan dalam penentuan reaksi ketahanan tanaman terhadap suatu patogen, hal yang sama dalam menentukan tingkat virulensi dari suatu isolat yang diinokulasikan pada inang yang rentan. Berdasarkan hal tersebut maka inokulum PPKT-Koltim memiliki tingkat virulensi yang lebih tinggi dibanding inokulum PPKS-Konsel, sehingga untuk pengujian-pengujian selanjutnya lebih disarankan menggunakan isolat PPKT-Koltim. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa spora *P. palmivora* yang terbentuk pada buah kakao efektif dijadikan sebagai sumber inokulum yang mudah menginfeksi bagian-bagian tanaman terutama pada benih, akar dan batang di persemaian kakao.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian inokulum *P. palmivora* pada media tanam berpengaruh sangat nyata terhadap daya

tumbuh dan kejadian penyakit busuk akar di persemaian kakao,

2. Isolat *P. palmivora* yang berasal dari Kolaka Timur (PPKT-Koltim) memiliki tingkat virulensi yang lebih tinggi dibanding isolat asal Konawe Selatan (PPKS-Konsel), dengan rata-rata masa inkubasi 20,06 hari, kejadian penyakit 92% , dan nilai AUDPC 609%/minggu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari Roadmap Penelitian Aplikasi Paket Teknologi Ramah Lingkungan Berbasis Bakteri Antagonis dan Penginduksi Ketahanan untuk Pengelolaan Penyakit Busuk Buah dan Batang (*Phytophthora palmivora*) dan Peningkatan Produktivitas Kakao di Sulawesi Tenggara melalui penelitian Terapan Kompetitif Nasional DIPA DIKTI 2021, Oleh karena itu diucapkan terima kasih atas pendanaan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

REFERENSI

- Acebo-Guerrero Y, A. Hernandez-Rodriguez, Heydrich-Perez M, El. Jaziri M, AN. Hernandez-Lauzardo. 2012. Management of Black Pod Rot In Cacao (*Theobroma cacao* L.): A Review. *Fruits*. 67:41–48. DOI:10.1051/fruits/2011065
- Akhirul, F., T.L. Ola, A. Bafadal, Budiyanto. 2018. Kajian Produksi dan Pendapatan

- Usaha tani Kakao pada Program GERNAS (Gerakan Nasional) Kakao di Sulawesi Tenggara. *Jurnal Sosio Agribisnis*. 3(2): 10-14. <http://ojs.uho.ac.id/index.php/JSA>
- Azis, A.I., A. Rosmana, V.S. Dewi. 2013. Pengendalian Penyakit Hawar Daun *Phytophthora* pada Bibit Kakao dengan *Trichoderma asperellum*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 9(1):15-20. DOI: 10.14692/jfi.9.1.15
- Badan Pusat Statistik. 2021. Provinsi Sulawesi Tenggara dalam Angka. Kendari. <https://sultra.bps.go.id/statistictable/2021/04/28/3133/produksi-perkebunan-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-tanaman-ton-2019-dan-2020.html>. Diakses pada tanggal 28 Mei 2021.
- Baharudin, M. Asaad. 2017. Efektifitas Pengendalian *Phytophthora palmivora* dengan Agensia Hayati terhadap Peningkatan Produktivitas Kakao. *Menara Perkebunan*. 85(1): 9-18. DOI: <http://dx.doi.org/10.22302/iribb.jur.mp.v85i1.23>
- Bowers, J. H., B. A., Bailey, P. K., Hebbar, S. Sanogo, R. D. Lumsden, . 2001. The Impact of Plant Diseases on World Chocolate Production. *Plant Health Progress*, 1650–1653. <http://doi.org/10.1094/PHP-2001-0709-01-RV>
- Fauzan, A., L. Lubis, M.I. Pinen. 2013. Keparahan Penyakit Busuk Buah Kakao (*Phytophthora palmivora* Bult) pada Beberapa Perkebunan Kakao Rakyat Yang Berbeda Naungan di Kabupaten Langkat. *Jurnal on line Agroteknologi*. 1(3): Juni 2013. DOI: 10.32734/jaet.v1i3.2558
- Goodwin, S. B., L. S. Sujkowski, W. E. Fry. 1995. Rapid Evolution of Pathogenicity Within Clonal Lineages of The Potato Late Blight Disease Fungus. *Phytopathology*. 85:669-676. DOI: 10.1094/Phyto-85-669
- Kabelwa, S., M. H. Soekanto, 2017. Pengaruh Air Kelapa terhadap Perkecambahan Benih Kedelai (*Glycine max* L.) Merr. *Jurnal Median*. 9(2):9-19. DOI : <https://doi.org/10.33506/md.v9i2.17>
- Khaeruni, A., T. Wijayanto, Darmansyah, R. Arini., G. A. K. Sutariati. 2019. Antagonistic Activity of Indigenous Endophytic Bacteria from Cocoa Plants Against *Phytophthora palmivora* bult The Cause of Black Pod Rot Disease in Cocoa. *Jurnal Bioscience Research*. 16(1) : 272-280. [https://www.isisn.org/BR16\(1\)2019/272-280-16\(1\)2019BR18-682.pdf](https://www.isisn.org/BR16(1)2019/272-280-16(1)2019BR18-682.pdf)
- Kalie, M. B., 2000. Mengatasi Buah Rontok, Busuk dan Berulat. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Komalasari, I, Suryanti, B. Hadisutrisno. 2018. Identification of the Causal Agent of Cocoa Pod Rot Disease from Various Locations. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 22 (1): 13–19. DOI: 10.22146/jpti.24728
- Nurfianti, Umrah. 2019. Pengamatan Gejala Infeksi *Phytophthora Palmivora* Penyebab Penyakit Busuk Buah Pada Kakao. *Biocelbes*. 13(3): 253-261. <https://bestjournal.untad.ac.id>
- Rosmana A., C. Waniada, M. Junaid, A. Gassa. 2010. Peranan Semut *Iridomirmex cordatus* (Hymenoptera: Formicidae) dalam Menularkan Patogen Busuk Buah *Phytophthora palmivora*. *Pelita Perkebunan*. 26:169–176. https://perkebunan.litbang.pertanian.go.id/dbaseun/asset_dbaseun/Penerbitan-20141206203214.pdf
- Rubiyo, A. Purwantara, S. Sukanto, S. Sudarsono. 2008. Isolation of Indigenous *Phytophthora palmivora* from Indonesia, their Morphological and Pathogenicity Characterization. *Pelita Perkebunan*. 24:35–48.
- Simmonds, N.W., 1994. Horizontal Resistance To Cocoa Diseases: *Cocoa Growers Bul*. 47:42-52
- Sokoastri, V., D. Setiadi, U. Fadjar. 2020. Sejarah Perkembangan Budidaya Kakao di Sulawesi Tenggara. *Analisis dan Opini Perkebunan*. 1:1-6
- Vanegtern, B., M. Rogers, S. Nelson. 2015. Black Pod Rot Of Cacao Caused by *Phytophthora palmivora*. *Plant Disease*, 108:1–5.
- Van Der Plank, J.E. 1963. Plant Disease: Epidemic and Control. Academic Press, New York San Fransisco. London.
- Widyanta, S., N. Puspita. 2015 Aplikasi Kapur Dan Urea Serta Pengaruhnya Terhadap Perkembangan *Phytophthora palmivora*. *Menara perkebunan*. 31(1):41-48. *Pelita Perkebunan*. 31(1):41-48.

DOI:10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v3
1i1.70

- Udin, M.N., Hadiwiyono, Supyani. 2017. Area Under The Disease Progress Curve (AUDPC) sebagai Variabel Ketahanan Varietas Padi Terhadap Hawar Daun. Prosiding Seminar Nasional Universitas Sebelas Maret “Peranan Sumber Daya Pertanian, Perkebunan dan Peternakan dalam Mendukung Ketahanan Pangan Nasional”. 1(1):304-309.
Website:<http://jurnal.fp.uns.ac.id/index.php/semnas>