

# Hubungan antara Tingkat Konsentrasi Inokulum *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* VCG 01213/16 dengan Perkembangan Penyakit Layu pada Kultivar Pisang Rentan

Riska, Jumjunidang, dan Hermanto, C

Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika, Jl. Raya Solok- Aripan Km.8, Solok 27301

Naskah diterima tanggal 6 April 2011 dan disetujui untuk diterbitkan tanggal 7 Februari 2012

**ABSTRAK.** Peran konsentrasi inokulum awal patogen *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (*Foc*) terhadap insidensi penyakit layu pada pisang perlu diteliti, mengingat patogen ini persisten di dalam tanah. Penelitian bertujuan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi inokulum *Foc* VCG 01213/16 dengan laju perkembangan penyakit layu pada pisang. Bahan yang digunakan ialah kultivar pisang rentan (Kilita). Penelitian dilaksanakan di Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika pada bulan Mei sampai dengan September 2009. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok, perlakuan terdiri atas lima taraf konsentrasi inokulum *Foc* yaitu 0; 10<sup>2</sup>; 10<sup>4</sup>; 10<sup>6</sup>; dan 10<sup>8</sup> sel konidia/ml dengan lima ulangan, masing-masing plot berisi lima tanaman. Analisis regresi dan korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi inokulum dengan perkembangan penyakit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua taraf konsentrasi inokulum *Foc* VCG 01213/16 dapat menyebabkan 100% tanaman terserang. Perbedaan konsentrasi berpengaruh nyata terhadap masa inkubasi, intensitas, dan perkembangan penyakit pada pisang Kilita. Makin tinggi konsentrasi inokulum, maka makin cepat masa inkubasi penyakit serta makin tinggi intensitas dan perkembangan penyakit. Terdapat korelasi positif antara konsentrasi inokulum dengan intensitas penyakit pada daun dan bonggol pisang dan korelasi negatif antara masa inkubasi dengan intensitas penyakit pada daun dan bonggol pisang. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat direkomendasikan bahwa pengendalian *Foc* harus diarahkan pada upaya penurunan konsentrasi inokulum awal di dalam tanah sampai pada tingkat serendah mungkin.

Katakunci: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; Pisang; Konsentrasi inokulum

**ABSTRACT.** Riska, Jumjunidang, and Hermanto, C 2012. **Relation between Concentration Level of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* VCG 01213/16 and the Disease Development on Susceptible Banana.** Initial inoculum of pathogen is the most important factor to be observed, due to persistent of *F. oxysporum* f.sp.*cubense* (*Foc*) in the soil. The research was aimed to ascertain the relation between concentration levels of *Foc* VCG 01213/16 and the disease development on susceptible banana. This research was conducted at the Indonesian Tropical Fruits Research Institute from May to September 2009. Kilita as banana variety wich susceptible to *Foc* was used in the study as plant material. The experiment was arranged in a randomized complete block design with five concentrations of inoculum i.e. 0; 10<sup>2</sup>; 10<sup>4</sup>; 10<sup>6</sup>; and 10<sup>8</sup> conidia/ml and five replications. Regression analysis was performed to determine the relation between concentration levels of *Foc* VCG 01213/16 and the disease development on susceptible banana. The results showed that there was no significant difference observed among the concentration levels of *Foc* inoculums on the percentage of wilted plants. All the concentrations caused 100% of Kilita bananas to be wilt. The inoculum concentrations of *Foc* VCG 01213/16 significantly affected incubation period, the disease intensity on leaves and corm and disease development on Kilita. The higher concentration of *Foc* inoculums, the shorter disease development and incubation period occurred, the higher levels of disease intensity observed. There was a positive correlation between the inoculum concentration and the disease intensity and a negative correlation between the incubation period and the disease intensity on banana leaves and corms of the banana. The result of study, it could be recommended that decreasing initial inoculums of *Foc* in the soil is important to be done to control the disease severity in the field.

Keywords: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*; Banana; Inoculums concentration

Layu *Fusarium* pada tanaman pisang yang disebabkan oleh cendawan tular tanah *Fusarium oxysporum* Schlect f. sp. *cubense* (E.F.Smith) Snyder & Hansen (*Foc*) pertama kali ditemukan di Queensland, Australia oleh Bancroft pada tahun 1876 (Ploetz 2006). Cendawan ini merupakan patogen vaskular yang merugikan dan menyerang berbagai jenis pisang, baik pisang segar, olahan, maupun pisang liar (Simmonds 1966, Su *et al.* 1986, Ploetz 2006, Latiffah *et al.* 2009). *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* VCG 01213/16 ras 4 tropika merupakan kelompok *Foc* yang paling ganas yang

mengakibatkan kerusakan serius pada pertanaman pisang (Ploetz 2004, 2006). Patogen ini tersebar di seluruh pertanaman pisang di daerah tropika termasuk Indonesia. Sampai tahun 1997, penyakit tersebut menyebabkan kerusakan pada tanaman pisang Barangan di Sumatera Barat (10 ha) dan di Sumatera Utara (50 ha), dan pada pisang Cavendish di Jambi (50 ha), di Riau (300 ha), di Lampung (1.700 ha), dan di Halmahera (3.000 ha) (Nasir & Jumjunidang 2003, Nasir *et al.* 2005). Hermanto *et al.* (2009) melaporkan hasil survei yang dilakukan di 16 provinsi di Indonesia bahwa *Foc* telah menyebar



mulai dari NAD sampai ke Papua. Dari semua ras yang ditemukan, kelompok *Foc* VCG 01213/16 ras 4 tropika diketahui paling dominan, terdistribusi luas, serta paling virulen.

*Fusarium oxysporum* f. sp. merupakan patogen yang sangat kompleks (Stover 1962, Ploetz 2006). Beberapa faktor yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan patogen ini di dalam tanah. Menurut Elmer & Lacy (1987) dan Ben Yephet *et al.* (1994) inokulum awal merupakan salah satu faktor yang sangat memengaruhi insidensi dan berkembangnya penyakit. Schneider & Seaman (1974) menyatakan bahwa pada kepadatan inokulum yang rendah makrokonidia dapat berkecambah. Lebih lanjut Stover (1962) menyatakan bahwa jika konsentrasi inokulum pada tanaman inang sangat tinggi, maka terjadi kompetisi di antara individu patogen untuk mendapatkan nutrisi yang digunakan selama proses penetrasi pada tanaman inang (Cook & Schroth 1965). Kompetisi nutrisi ini dapat menyebabkan penurunan patogenisitas patogen (Schneider & Seaman 1974).

Mekanisme infeksi oleh patogen *Foc* pada tanaman berbeda bergantung pada varietasnya. Pada varietas pisang rentan, infeksi patogen segera terjadi setelah adanya stimulus oleh akar, hifa segera menembus jaringan, ditandai dengan adanya nekrosis pada jaringan akar. Patogen terus menuju bagian korteks bonggol dan sampai ke pseudostem, memproduksi hifa, dan mikrokonidia, sehingga transportasi hara dan air terhambat dan mengakibatkan penguningan pada daun (Beckman & Roberts 1995, de Ascensao & Dubery 2000, Di Pietro *et al.* 2003).

Penelitian mengenai pengaruh konsentrasi inokulum yang telah dilakukan di antaranya Beckman *et al.* (1961), Ben Yephet *et al.* (1996), dan Navas-Cortes *et al.* (2000), menyatakan bahwa pada tanaman inang rentan, patogen *Foc* dapat berkembang cepat membentuk konidia meskipun pada konsentrasi inokulum yang rendah. Menurut Mohamed *et al.* (1999) *Foc* ras 4 pada konsentrasi inokulum minimal  $10^4$  sel konidia/ml menyebabkan perkembangan penyakit yang lebih cepat pada varietas pisang Intan dan Mutiara (rentan). Sampai saat ini hubungan antara tingkat konsentrasi inokulum *Foc* VCG 01213/16 (TR4) dengan perkembangan penyakit layu pada pisang rentan belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan antara konsentrasi inokulum *Foc* VCG 01213/16 (TR4) dan perkembangan penyakit layu pada pisang rentan. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini ialah bahwa inokulum *Foc* pada konsentrasi rendah dapat menginduksi terjadinya penyakit layu pada varietas pisang rentan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi dan Rumah Kasa Balai Penelitian Tanaman Buah Tropika Solok mulai bulan Mei sampai dengan September 2009. Rancangan yang digunakan dalam percobaan ialah acak kelompok, dengan perlakuan lima taraf konsentrasi inokulum yaitu 0;  $10^2$ ;  $10^4$ ;  $10^6$ ; dan  $10^8$  sel konidia/ml dengan lima ulangan. Masing-masing unit perlakuan terdiri dari lima tanaman.

Bahan utama yang digunakan ialah isolat *Foc* VCG 01213/16 (TR4) yang merupakan koleksi Balitbu Tropika dengan nomor koleksi 01.02.02.02 (berasal dari tanaman pisang varietas Barangan di lahan petani Nanggroe Aceh Darussalam) yang dikonservasi dalam kertas saring. Isolat diperbanyak pada media *potato dextrose agar* (PDA) selama 7–10 hari. Benih pisang Kilita (AAB, *Pasific Plantain*), merupakan koleksi Balitbu Tropika yang termasuk pisang rentan terhadap penyakit layu *Fusarium* (VCG 01213/16/TR4). Benih pisang berasal dari hasil perbanyakan kultur jaringan dengan tinggi sekitar 15 cm dan mempunyai daun 5–6 lembar.

Inokulum disiapkan dengan cara memberi air steril pada cawan petri yang dipenuhi oleh koloni *Foc*, kemudian permukaan media dioles menggunakan kuas perlahan-lahan untuk melepaskan sel spora dari media, selanjutnya disaring dan ditambah air 200 ml. Kepadatan sel spora dihitung sesuai dengan konsentrasi masing-masing perlakuan menggunakan haemositometer.

Benih pisang untuk perlakuan dicabut dan dibersihkan akarnya dengan air mengalir untuk membuang sisa media tanah. Inokulasi dilakukan menggunakan teknik perendaman akar (*root dip-technique*) (Nyvall & Haglund 1976). Akar tanaman direndam selama 5 menit dalam larutan inokulum, setelah itu benih pisang ditanam pada pot plastik volume 250 ml dengan teknik *double cup* (Mohamed *et al.* 1999), pot bagian bawah berisi larutan nutrisi (*hyponex<sup>tm</sup>*) dan pot bagian atas berisi pasir steril.

Parameter yang diamati ialah :

1. Persentase tanaman terserang. Pengamatan dilakukan sejak munculnya gejala, setiap 7 hari sampai dengan 56 hari setelah inokulasi (HSI). Persentase tanaman terserang (insidensi penyakit) dihitung menggunakan rumus:

$$\% \text{ tanaman terserang} = \frac{\text{Jml. tan. terserang tiap perlakuan}}{\text{Jml. tan. yang diamati}} \times 100\%$$

2. Masa inkubasi. Pengamatan dilakukan terhadap waktu (hari) yang diperlukan sampai muncul



gejala serangan *Foc* berupa penguningan pada pinggir helaian daun tua yang diikuti oleh daun yang lebih muda (Ploetz 2006), dihitung sejak sehari setelah perlakuan;

3. Intensitas penyakit pada daun. Dihitung dari jumlah daun yang menguning atau bergejala, diamati pada akhir pengamatan (56 HSI atau HST). Skoring dilakukan menggunakan skala yang dikemukakan Mohamed *et al.* (1999) yang dimodifikasi yaitu: skala 0 = tidak ada gejala pada daun (tanaman sehat), skala 1=1–25% dari jumlah daun menguning dan bergejala, skala 2 = 26–50% dari jumlah daun menguning dan bergejala, skala 3=> 50% dari jumlah daun menguning dan bergejala, dan skala 4 = tanaman mati;
4. Intensitas penyakit pada bonggol. Diamati pada akhir pengamatan (56 HST). Skoring bonggol dilakukan dengan cara membongkar tanaman, selanjutnya seluruh akar dibuang, bonggol dipotong secara melintang pada bagian dasar atau ujung dan bagian leher bonggol, kemudian dinilai skala kerusakan bonggol. Skala kerusakan pada bonggol dinilai berdasarkan terjadinya perubahan warna pada jaringan pembuluh bonggol dengan metode skoring bonggol menurut Cordeiro (1994) sebagai berikut: 0 = tidak ada perubahan warna (diskolorasi), 1 = terdapat bintik-bintik diskolorasi, 2 = diskolorasi hingga  $\frac{1}{3}$  bagian, 3 = diskolorasi  $\frac{1}{3}$ – $\frac{2}{3}$  bagian, 4 = diskolorasi  $>\frac{2}{3}$  bagian, 5 = diskolorasi 100% jaringan pembuluh bonggol, dan 6 = tanaman mati. Selanjutnya dihitung intensitas penyakit pada daun dan bonggol dengan rumus:

$$\text{Intensitas penyakit (IP)} = \frac{\sum(Sxn)}{N \times A} \times 100\%$$

di mana:

- IP = Intensitas penyakit pada daun atau bonggol;  
 S = Nilai skala;  
 n = Jumlah tanaman setiap skala;  
 N = Jumlah seluruh tanaman;  
 A = Skala/skoring tertinggi dari daun atau bonggol.

5. Laju perkembangan/keparahan penyakit. Pengamatan dilakukan setiap 7 hari sampai 56 hari terhadap penambahan jumlah daun bergejala layu *Fusarium* (daun menguning). Persentase daun layu dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Persentase daun layu} = \frac{\text{Jumlah daun layu}}{\text{Jumlah total daun}} \times 100\%$$

Dari data hasil pengamatan tersebut kemudian dilakukan analisis menggunakan analisis ragam, apabila perlakuan yang diuji berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji *duncans new multiple range test* (DNMRT) pada taraf nyata 5%. Untuk mengetahui tingkat keamatan hubungan antara konsentrasi inokulum dan laju perkembangan penyakit, maka dilakukan analisis regresi. Model persamaan regresi yang digunakan ialah persamaan dengan nilai  $R^2$  yang tertinggi. Untuk menghitung korelasi/hubungan antara masa inkubasi dengan intensitas penyakit pada bonggol dan daun dianalisis dengan korelasi linier sederhana ( $p \leq 0,01$ ) menurut Steel & Torrie (1995) sebagai berikut:

$$r = \frac{n\sum XiYi - (\sum Xi)(\sum Yi)}{\sqrt{[n\sum Xi^2 - (\sum Xi)^2][n\sum Yi^2 - (\sum Yi)^2]}}$$

di mana:

- r = Koefisien korelasi;  
 Xi = Masa inkubasi ke-i;  
 Yi = Intensitas daun/bonggol ke-i;  
 n = Jumlah ulangan.

Nilai r menunjukkan kekuatan hubungan linier yang berada pada interval  $-1 \leq r \leq 1$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberhasilan suatu infeksi oleh patogen pada tanaman dipengaruhi oleh berbagai faktor. Salah satu faktor yang paling penting ialah konsentrasi inokulum awal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi benih pisang Kilita dengan beberapa taraf konsentrasi inokulum *Foc* secara keseluruhan mampu menyebabkan gejala penyakit layu. Semua perlakuan konsentrasi inokulum menyebabkan 100% tanaman terserang penyakit setelah 2 bulan perlakuan. Hal ini terjadi karena persentase tanaman terserang penyakit juga berhubungan dengan kerentanan tanaman. Hasil pengujian oleh Mohammed *et al.* (1999) menunjukkan bahwa pada konsentrasi inokulum  $10^4$  sel konidia/ml seluruh tanaman pisang kultivar Intan yang termasuk rentan terserang penyakit, tetapi pada kultivar Mutiara yang agak tahan serangan hanya mencapai 5% dari seluruh jumlah tanaman yang diuji mulai bergejala penguningan daun, sedang kultivar Goldfinger yang relatif toleran sama sekali tidak terserang. Demikian juga hasil penelitian de Ascensao & Dubery (2000) menunjukkan bahwa pada kultivar





pisang rentan gejala nekrosis pada akar tanaman dapat dilihat pada konsentrasi inokulum rendah, yaitu  $2,3 \times 10^4$  sel konidia/ml. Sementara pada kultivar yang tahan tidak menunjukkan gejala nekrosis pada akar walaupun pada konsentrasi inokulum yang lebih tinggi, yaitu  $9,2 \times 10^4$  sel konidia/ml. Hasil yang sama dilaporkan oleh Hermanto *et al.* (2011) bahwa pada uji tingkat rumah kaca, inokulasi pisang Kilita dengan konsentrasi inokulum  $10^6$  sel konidia/ml dapat menyebabkan 100% tanaman terserang penyakit, begitu juga hasil uji lapangan yang menunjukkan bahwa pisang Kilita termasuk rentan terhadap *Foc* VCG 01213/16 (TR4).

Perbedaan konsentrasi inokulum *Foc* VCG 01213/16 (TR4) dapat menyebabkan terjadinya perbedaan masa inkubasi penyakit dan intensitas penyakit pada bonggol dan daun, walaupun tidak menunjukkan perbedaan persentase serangan. Berdasarkan uji statistik terlihat adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan konsentrasi inokulum terhadap masa inkubasi penyakit. Masa inkubasi *Foc* pada pisang Kilita yang paling cepat terjadi pada konsentrasi inokulum  $10^8$  sel konidia/ml, yaitu 8 hari, kemudian makin lambat dengan berkurangnya konsentrasi inokulum. Perpanjangan masa inkubasi oleh perbedaan taraf konsentrasi patogen ditemukan mulai 4–16 hari pada konsentrasi inokulum  $10^6$ ,  $10^4$ , dan  $10^2$  sel konidia/ml (Tabel 1). Kecepatan masa inkubasi pada perlakuan konsentrasi inokulum yang tinggi disebabkan karena tingginya populasi patogen yang melakukan penetrasi ke dalam akar tanaman,

sehingga peluang infeksi pada akar lebih tinggi (Nyvall & Haglund 1972, Smith *et al.* 2008). Selain itu patogen menghasilkan toksin asam fusarat yang tinggi, sehingga mampu melemahkan pertahanan sel-sel tanaman pisang (Latiffah *et al.* 2009, Singh & Kumar 2011). Sejalan dengan hasil penelitian Elmer & Lacy (1987), Ben-Yephet *et al.* (1994,1996), dan Elmer (2002) bahwa jumlah inokulum awal merupakan salah satu faktor yang berpengaruh nyata terhadap kecepatan insidensi penyakit. Makin tinggi jumlah inokulum awal, maka makin cepat insidensi penyakit pada tanaman. Sebaliknya pada tanaman rentan, pada konsentrasi inokulum yang rendah, patogen membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai populasi optimal dibandingkan dengan konsentrasi inokulum yang lebih tinggi.

Hasil serupa juga dilaporkan oleh Ben-Yephet *et al.* (1996) bahwa pada konsentrasi inokulum awal *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* yang rendah yaitu 20 cfu/g tanah, patogen mampu bereproduksi dari 1.000 sampai 100.000 kali pada tanaman rentan, sehingga menimbulkan serangan penyakit yang tinggi. Perbedaan konsentrasi inokulum awal terhadap masa inkubasi dan gejala penguningan atau layu yang terjadi pada pisang Kilita dapat dilihat pada Gambar 1.

Gejala penyakit yang terjadi pada bonggol dan daun juga memperlihatkan intensitas yang sama. Makin tinggi konsentrasi inokulum yang digunakan, maka makin tinggi pula intensitas penyakit pada daun dan bonggol (Tabel 1). Intensitas penyakit pada

**Tabel 1. Masa inkubasi, persentase serangan, dan intensitas penyakit pada daun dan bonggol pisang Kilita yang diinokulasi dengan beberapa kepadatan inokulum *Foc* VCG 01213/16(TR4) 8 MSP (Incubation period, percentage of wilted plant, and disease intensity on leaves and rhizome of bananas variety of Kilita inoculated with several concentrations conidia of *Foc* VCG 01213/16 8 WAT)**

Perlakuan (Treatments) Spora (Spore), ml	Masa inkubasi (Incubation period) Hari (Days)	Persentase serangan (Percentage of wilted plant)	Intensitas penyakit pada bonggol*		Intensitas penyakit pada daun*
			Dasar (Base)	Leher (Neck)	
			.....%		
0	-	0 a	0 a	0 a	0 a
$10^2$	24 c	100 b	55,99 b	60,56 b	36,57 b
$10^4$	16 bc	100 b	62,42 b	65,56 bc	42,28 c
$10^6$	13 b	100 b	66,28 bc	71,13 cd	45,71 cd
$10^8$	8 a	100 b	78,85 c	78,26 d	50,27 d

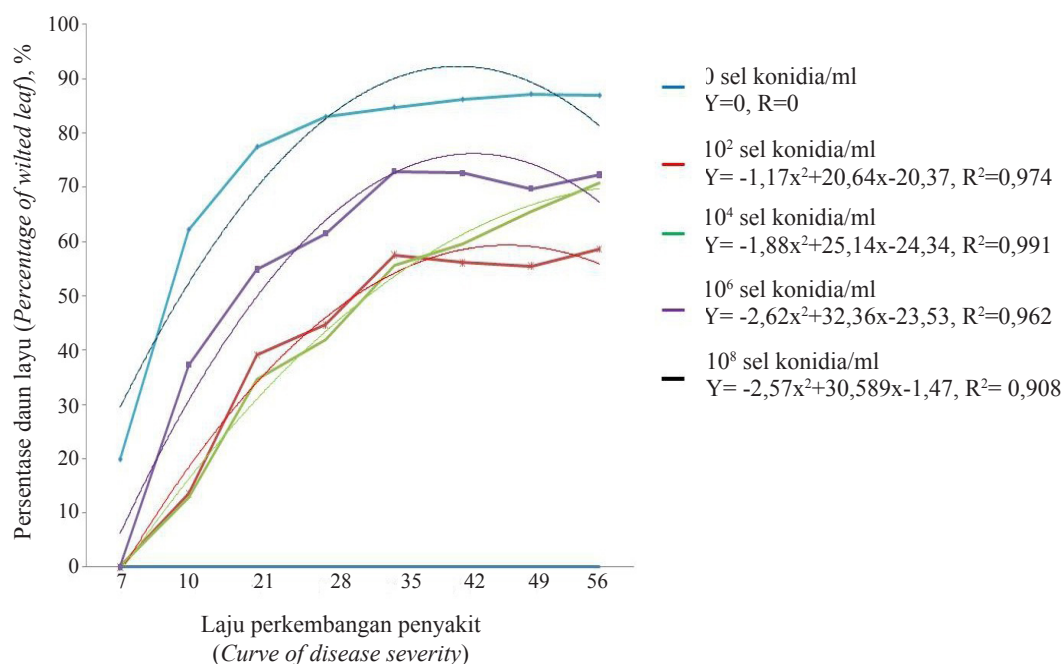
Angka-angka pada lajur yang sama jika diikuti oleh huruf kecil yang sama, berbeda tidak nyata menurut DNMRT pada taraf  $\alpha = 5\%$  (Mean followed by the same letters within the same column are not significantly different at 5% level of DMRT).

\*) Sebelum dianalisis data ditransformasi dengan  $\arcsin\sqrt{x+0,5}$  (Before analyzed the data transformed by  $\arcsin\sqrt{x+0,5}$ )





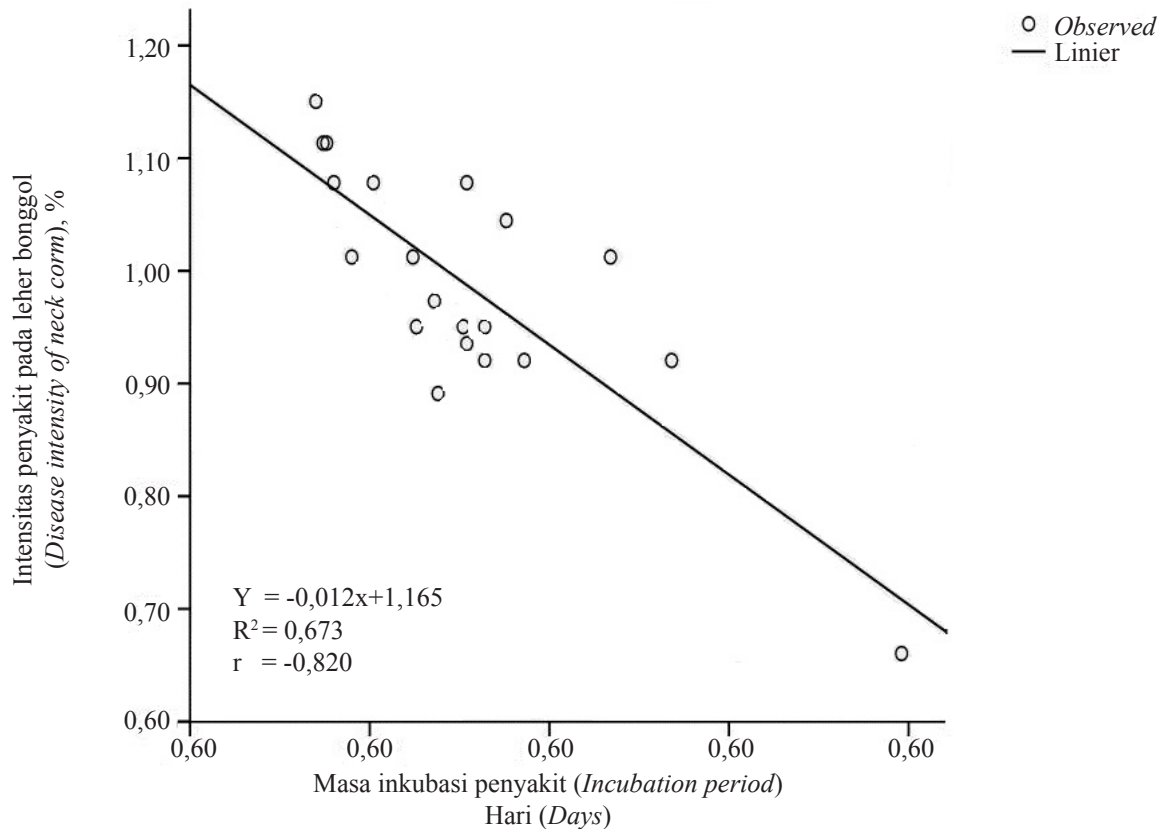
**Gambar 1.** Gejala penguningan pada daun pisang Kilita yang diinokulasi dengan beberapa kepadatan inokulum *Foc* VCG 01213/16 (TR4) 21 HST (*Yellowing symptoms on Kilita leaves inoculated with several concentrations conidia of Foc VCG 01213/16 inoculums 21 DAI*), (A) 0 sel konidia/ml (*0 conidia/ml*), (B)  $10^2$  sel konidia/ml ( *$10^2$  conidia/ml*), (C)  $10^4$  sel konidia/ml ( *$10^4$  conidia/ml*), (D)  $10^6$  sel konidia/ml ( *$10^6$  conidia/ml*), dan (E)  $10^8$  sel konidia/ml ( *$10^8$  conidia/ml*)



**Gambar 2.** Laju perkembangan penyakit (persentase gejala pada daun) selama 56 HSI (*Curve of disease severity (percentage of wilted plants) at 56 DAI*)

dasar bonggol, leher bonggol, dan daun tertinggi diperoleh pada konsentrasi inokulum  $10^8$  sel konidia/ml, masing-masing 78,85; 78,26; dan 50,27%, terendah ditemukan pada konsentrasi inokulum  $10^2$  sel konidia/ml masing-masing 55,99; 60,56; dan

36,57%. Jika dihubungkan dengan masa inkubasi penyakit terlihat adanya hubungan negatif antara masa inkubasi dengan intensitas penyakit pada leher bonggol ( $r = -0,820^{**}$ ) dan daun ( $r = -0,876^{**}$ ) (Gambar 3 dan 4). Korelasi positif ditemukan



**Gambar 3. Korelasi antara masa inkubasi dan intensitas penyakit pada leher bonggol (Correlation between incubation period and disease intensity on neck corm)**

antara intensitas penyakit pada leher bonggol dan daun ( $r = 0,800^{**}$ ) (Gambar 5), artinya pada tingkat konsentrasi inokulum  $10^2$  sel konidia/ml sampai  $10^8$  sel konidia/ml, insidensi penyakit pada pisang Kilita makin cepat dan intensitas penyakit pada bonggol dan daun makin tinggi.

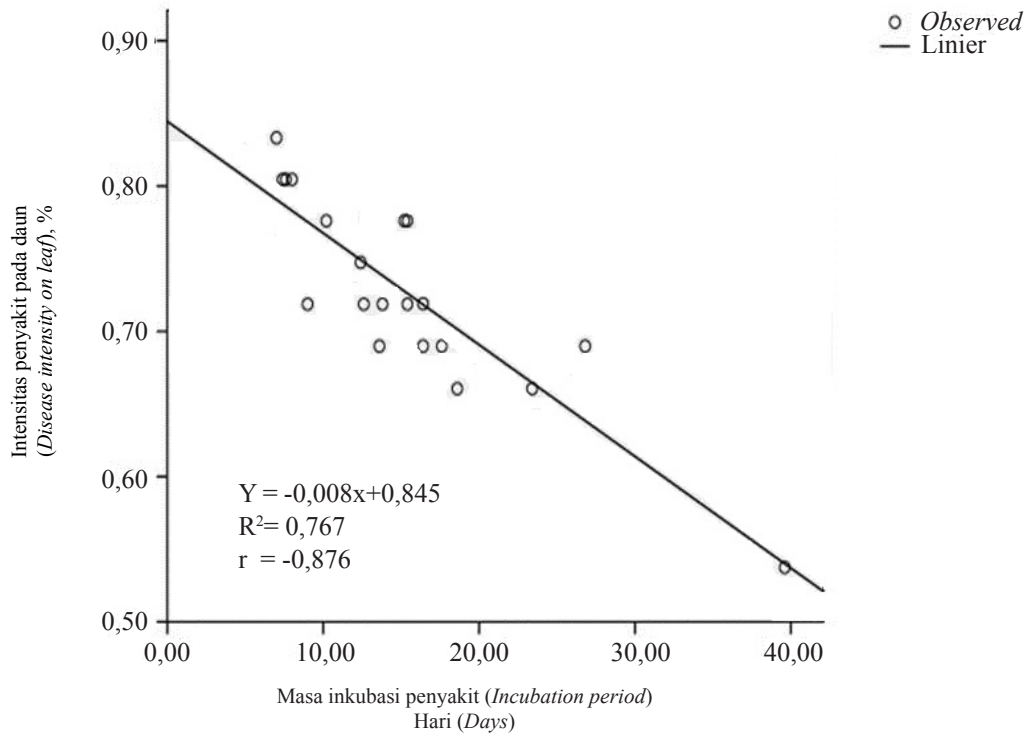
Konsentrasi inokulum memberi pengaruh nyata terhadap laju perkembangan penyakit seperti yang terlihat pada daun (Gambar 2). Secara keseluruhan semua tingkat konsentrasi inokulum berpengaruh terhadap perkembangan penyakit mengikuti persamaan kurva kubik sebagai berikut:  $Y = -1,171x^2 + 20,642x - 20,378$ ,  $R^2 = 0,974$  (konsentrasi inokulum  $10^2$  sel konidia/ml),  $Y = -1,8896x^2 + 25,145x - 24,341$ ,  $R^2 = 0,991$  (konsentrasi inokulum  $10^4$  sel konidia/ml),  $Y = -2,624x^2 + 32,367x - 23,53$ ,  $R^2 = 0,962$  (konsentrasi inokulum  $10^6$  sel konidia/ml),  $Y = -2,576x^2 + 30,589x + 1,472$ ,  $R^2 = 0,908$  (konsentrasi inokulum  $10^8$  sel konidia/ml). Perbedaan konsentrasi inokulum menunjukkan kurva regresi yang sama, tetapi taraf konsentrasi inokulum menyebabkan terjadinya perbedaan kecepatan perkembangan layu pada tanaman. Pada hari ke-7, konsentrasi inokulum tinggi yaitu  $10^8$  sel konidia/ml mampu menginduksi gejala penguningan pada daun sampai dengan 20%. Sementara pada konsentrasi inokulum

$10^6$ ,  $10^4$ , dan  $10^2$  sel konidia/ml belum terjadi gejala penguningan. Terlihat juga pada Gambar 2 bahwa pada pengamatan hari ke-56, konsentrasi  $10^8$  sel konidia/ml menginduksi penyakit hingga 86,91%, yang diikuti dengan konsentrasi  $10^6$  sel konidia/ml yaitu 72,3%, konsentrasi inokulum  $10^4$  sel konidia/ml yaitu 70,84%, dan konsentrasi inokulum  $10^2$  sel konidia/ml yaitu 58,58%. Berdasarkan hal tersebut dapat dinyatakan bahwa makin tinggi inokulum awal, maka makin cepat perkembangan penyakit (Navas-Cortes *et al.* 2000). Namun sampai dengan konsentrasi inokulum  $10^8$  sel konidia/ml belum terjadi kompetisi antarindividu patogen untuk mendapatkan nutrisi. Hasil yang sama dilaporkan oleh Mohamed *et al.* (1999) bahwa pada konsentrasi inokulum  $10^4$  sel konidia/ml perkembangan penyakit terjadi lebih cepat. Seluruh pisang Intan yang diuji terserang penyakit setelah 3 minggu, sedangkan pada konsentrasi inokulum  $10^2$  sel konidia/ml hanya sebagian kecil tanaman terserang penyakit.

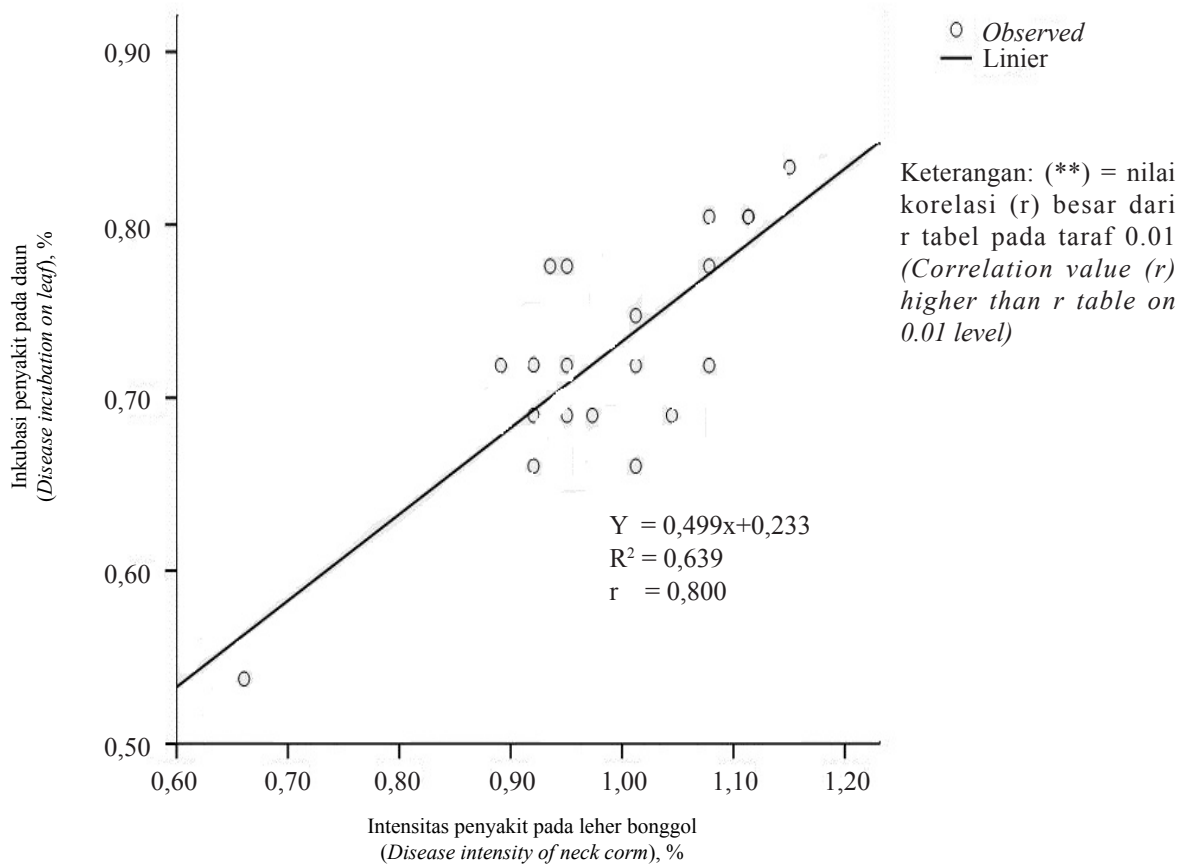
Pada Gambar 2 terlihat bahwa setelah 14 hari, perkembangan penyakit meningkat tajam, terutama pada konsentrasi inokulum  $10^2$  sel konidia/ml. Kemungkinan hal ini terjadi karena lemahnya reaksi pertahanan pada tanaman rentan, sehingga setelah patogen mampu menginfeksi jaringan akar, hifa







**Gambar 4.** Grafik korelasi antara masa inkubasi dan intensitas penyakit pada daun (*Relation graph between incubation period with disease intensity on leaf*)



**Gambar 5.** Korelasi antara intensitas penyakit pada daun dan leher bonggol (*Correlation between disease intensity on leaf and neck corm*)



dapat berkembang dengan sangat pesat, seperti yang terjadi pada *F. oxysporum* f. sp. *dianthi* (Ben Yephet et al. 1996).

### KESIMPULAN

1. Konsentrasi inokulum *Foc* VCG 01213/16 (TR4) memengaruhi perkembangan penyakit, masa inkubasi penyakit, dan intensitas keparahan penyakit pada daun dan bonggol pisang Kilita. Makin tinggi konsentrasi inokulum, maka makin cepat perkembangan dan masa inkubasi serta makin tinggi tingkat keparahan penyakit. Perbedaan konsentrasi tidak berpengaruh nyata terhadap persentase tanaman terserang yang menyebabkan 100% tanaman terserang penyakit pada semua perlakuan konsentrasi inokulum;
2. Terdapat korelasi positif antara konsentrasi inokulum dengan intensitas penyakit pada daun dan bonggol pisang dan korelasi negatif antara masa inkubasi dengan intensitas penyakit pada daun dan bonggol pisang.

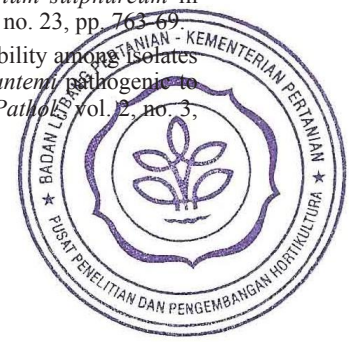
### SARAN

Pengendalian *Foc* agar diarahkan pada upaya menurunkan konsentrasi inokulum awal dalam tanah sampai serendah mungkin.

### PUSTAKA

1. Beckman, CH, Mace, ME, Halmos, S & McGraham, MW 1961, 'Physical barriers associated with resistance in *Fusarium* wilt of bananas', *Phytopathol.*, no. 51, pp. 507-15.
2. Beckman, C & Roberts, E 1995, 'On the nature and genetic basis for resistance and tolerance to fungal wilt disease plants', *Adv. in Bot. Res.*, no. 21, pp. 35-77.
3. Ben-Yephet, Y, Reuven, M & Genizi, A 1994, 'Effect inoculums depth and density on *Fusarium* wilt in carnations', *Phytopathol.*, no. 84, pp. 1393-98.
4. Ben-Yephet, Y, Reuven, M, Zviebil, A & Shtienberg, D 1996, 'Effect of initial inoculums and cultivar resistance on incidence of *Fusarium* wilt and population densities of *Fusarium oxysporum* f. sp. *dianthi* on carnation and in soil' *Phytopathol.*, no. 86, pp. 751-56.
5. Cook, RJ & Schroth, MN 1965, 'Carbon and nitrogen compounds and germination of chlamydospores of *Fusarium solani* f. *phaseoli*', *Phytopathol.*, no. 55, pp. 254-56.
6. Cordeiro, M 1994, 'Scale for rating the internal cork symptoms caused by *Fusarium* wilt', in Jones, DR (ed.), the improvement and testing of musa: a global partnership *Proceedings of the global conference of International Musa Testing Program Held at FHIA, INIBAP, Honduras*, 284 pp.

7. de Ascensao, ARDCF & Dubery, IA 2000, 'Panama disease: cell wall reinforcement in banana roots in response to elicitors from *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* race four', *Phytopathol.*, no. 90, pp. 1173-180.
8. Di Pietro, A, Madrid, MP, Caracuel, Z, Delgado-Jarana, J, Roncero, MIG 2003, '*Fusarium oxysporum*: exploring the molecular arsenal of vascular wilt fungus', *Mol. Plant Pathol.*, vol. 4, pp. 315-26.
9. Elmer, WH & Lacy, ML 1987, 'Effects of inoculum densities of *F. oxysporum* f.sp. *apii* in organic soil on disease expression in celery', *Plant Dis.*, no. 71, pp. 1086-89.
10. Elmer, WH 2002, 'Influence of inoculum density of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cylaminis* and sodium chloride on cyclamen and development of *Fusarium* wilt', *Plant Dis.*, no. 86, pp. 389-93.
11. Hermanto, C, Sutanto, A, Jumjunidang, Edison HS, Danniels, JW, O'Neil, W, Sinohin, VG, Molina, AB & Taylor, P 2009, 'Incidence and distribution of *Fusarium* wilt disease in Indonesia: global perspective on Asian challenges International ISH', - *ProMusa Symposium*, Guangzhou, China.
12. Hermanto, C, Jumjunidang, Sutanto, A & Molina, AB 2011, 'Establishing pathogenic relationship between VCGs and various musa accessions', progress report of ACIAR project no. CP 2005/136, Balai Penelitian Tanaman Buah, Solok.
13. Latiffah, J, Hayati, MZN, Baharuddin, S & Maziah, Z 2009, 'Identification and pathogenicity of *Fusarium* species associated with root rot and stem rot of *Dendrobium*', *Asian J. Plant Pathol.*, no. 3, pp.14-21.
14. Mohamed, AA, Mak, C, Liew, KW & Ho, YW 1999, 'Early evaluation of banana plants at nursery stage for *Fusarium* wilt tolerance, banana *Fusarium* wilt management: towards sustainable cultivation', *Proceedings of the International Workshop on the Banana Fusarium Wilt Disease*, Malaysia, pp. 174-86.
15. Nasir, N & Jumjunidang 2003, 'Karakterisasi ras *F. oxysporum* f. sp. *cubense* dengan metode *vegetative compatibility group test* dan identifikasi kultivar pisang yang terserang', *J. Hort.*, vol. 13, no. 4, hlm. 267-84.
16. Nasir, N, Jumjunidang & Riska 2005, 'Deteksi dan pemetaan distribusi *F. oxysporum* f.sp. *cubense* pada daerah potensial pengembangan agribisnis pisang di Indonesia', *J. Hort.*, vol. 15, no. 1, hlm. 50-7.
17. Navas-Cortes, JA, Alcalá-Jimenez, AR, Hau, B & Jimenez-Diaz, RM 2000, 'Influence of inoculum density of races 0 and 5 of *F. oxysporum* f.sp. *ciceris* on development of *Fusarium* wilt in chickpea cultivars', *European J. Plant Pathol.*, no. 106, pp. 136-46.
18. Nyvall, RF & Haglund, WA 1972, 'Sites of infection of *F. oxysporum* f.sp. *pisiirace* 5 on peas', *Phytopathol.*, no. 62, pp. 1419-24.
19. Nyvall, RF & Haglund, WA 1976, 'The effect of plant age on severity of pea wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *pisii* race 5', *Phytopathol.*, no. 66, pp. 1093-96.
20. Ploetz, RC 2004, 'Disease and pests: a review of their importance and management', *INFOMUSA*, vol. 13, no. 2, pp. 11-6.
21. Ploetz, RC 2006, 'Fusarium wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*', *Phytopathol.*, no. 96, pp. 653-56.
22. Schneider, EF & Seaman, WL 1974, 'Development of conidial chlamydospores in *Fusarium sulphureum* in distilled water', *Can. J. Microbiol.*, no. 23, pp. 763-69.
23. Singh, PK & Kumar, V 2011, 'Variability among isolates of *Fusarium oxysporum* f.sp. *chrysanthemi* pathogenic to chrysanthemum', *Internat. J. Plant Pathol.*, vol. 2, no. 3, pp. 136-43.





24. Simmonds, NW 1966, *Bananas*, Longmans. London.
25. Smith, LJ, Smith, MK, Tree, D, O'Keefe, D & Galea, VJ 2008, 'Development of a small-plant bioassay to assess banana grown from tissue culture for consistent infection by *Fusarium oxysporum f.sp. cubense*', *Aus. Plant Pathol.*, no. 37, pp. 171-79
26. Stover, RH 1962, *Fusarial wilt (panama disease) of bananas and other Musa species*, Commonwealth Mycological Institute, Surrey, UK.
27. Steel, RGD & Torrie, JH 1995, *Prinsip dan prosedur statistika suatu pendekatan biometric* (alih bahasa: B. Sumantri), Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
28. Su, H, Hwang, JSC & Ko, WH 1986, 'Fusarial wilt of Cavendish bananas in Taiwan', *Plant Dis*, vol. 70, no. 9, pp. 814-16.

