

Pengaruh Suhu dan Kelembaban Relatif terhadap Perkecambahan dan Perkembangan Tabung Kecambah *Konidia Cladosporium musae* Mason

Sahlan

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

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fitopatologi Fakultas Pertanian, Universiti Putra Malaysia dari bulan Januari-Maret 2002. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan kelembaban relatif terhadap perkecambahan dan perkembangan tabung kecambah konidia *C. musae*. Rancangan percobaan menggunakan faktorial dengan suhu sebagai faktor pertama dan kelembaban relatif sebagai faktor kedua. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konidia *C. musae* dapat berkecambah pada kisaran suhu dan kelembaban relatif yang lebar masing-masing 22-34°C dan 88,5-100%. Pada kelembaban relatif yang rendah, rataan jumlah konidia yang berkecambah berkurang secara drastis. Perkecambahan maksimum terjadi pada suhu 26°C dengan kelembaban relatif 99-100%. Tabung kecambah terpanjang 133,64 m terdapat pada suhu 26°C dengan kelembaban relatif 100% diikuti 116,5 m pada suhu 22°C. Panjang tabung kecambah berkurang pada suhu tinggi dan kelembaban relatif rendah. Dibahas juga perbedaan pengaruh suhu dan kelembaban relatif terhadap perkecambahan dan perkembangan tabung kecambah.

Kata kunci: *Cladosporium musae*; Suhu; Kelembaban relatif; Konidia; Perkecambahan; Tabung kecambah.

ABSTRACT. Sahlan, 2003. **Effects of temperature and relative humidity on conidial germination and germ tubes development of *C. musae* Mason.** The experiment was conducted in Phytopathology Laboratory of Faculty Agriculture, Universiti Putra Malaysia from January-March 2002. The aim of this experiment was to study effect of temperature and RH on the germination and germ tubes development of conidia *C. musae*. The experimental design used a factorial with temperature as the first factor and RH as the second factor. The results of this experiment showed that conidia of *C. musae* germinated over a wide range temperature of 22-34°C and of RH 88.5-100%. Mean percentage conidial germination generally decreased drastically at lower RH. Maximum germination was observed at temperature 26°C with RH 99-100%. The longest of germ tubes conidia of *C. musae* 133.64 m was occurred at temperature 26°C with RH 100% followed by 116.50 m 22°C. Germ tubes length was decreased at high temperature and at lower RH. Differences effect of temperature and RH on the conidial germination and germ tubes development are discussed.

Keywords: *Cladosporium musae*; Temperature; Relative humidity; Conidia; Germination; Germ tubes.

Penyakit *speckle* daun pisang yang disebabkan oleh *Cladosporium musae* Mason adalah salah satu dari penyakit becak daun pada tanaman pisang. Penyakit ini telah tersebar di seluruh sentra produksi pisang, mulai dari Asia, Afrika, Australia, dan Amerika Selatan (Frossard 1963; David 1988; Sebasigari & Stover 1988; Jones 2000).

Tushemereirwe & Bagabe (1998) melaporkan bahwa di Afrika, penyakit *speckle* daun pisang merupakan penyakit yang paling dominan di beberapa negara dan tersebar hampir di seluruh daerah mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi. Laporan terbaru menyebutkan bahwa penyakit ini telah diidentifikasi sebagai penyakit utama yang menyerang pertanaman pisang di Uganda (Tushemereirwe & Waller 1993; Holderness *et al.* 1998) dan di Malaysia (Singh, komunikasi pribadi). Di Uganda, penyakit ini menyebabkan lebih dari 95% daun pisang mengalami nekrosis,

sementara di Malaysia beberapa kultivar pisang yang terserang daunnya mengalami nekrosis yang parah. Tushemereirwe & Bagabe (1998) melaporkan bahwa *speckle* daun pisang menyebabkan daun mengering, yang pada akhirnya umur daun menjadi berkurang sehingga dapat menurunkan produksi sekitar 37% (Holderness *et al.* 1998). Di samping itu, buah pisang yang berasal dari tanaman yang terserang penyakit ini mutunya menurun (Tushemereirwe & Bagabe 1998).

Perhatian terhadap penyakit ini masih sangat kurang. Hal ini disebabkan karena penyakit ini dipandang tidak lebih penting dibandingkan dengan penyakit sigatoka. Pengetahuan dasar tentang sifat-sifat biologis suatu cendawan penyebab penyakit merupakan suatu prasyarat utama untuk pengembangan program pengendalian penyakit secara efektif. Dalam hal *C. musae* Mason sebagai penyebab penyakit *speckle* daun pada tanaman pisang, informasi

yang tersedia sangat terbatas terutama yang berhubungan dengan sifat-sifat biologi, reproduksi, etiologi, dan epidemiologi penyakit. Pengetahuan tentang faktor-faktor yang dapat memacu terjadinya epidemi, seperti suhu dan kelembaban, khususnya terhadap proses perkecambahan konidia adalah hal yang sangat penting untuk diketahui. Arauz & Sutton (1989) mengatakan bahwa memahami faktor-faktor yang mempengaruhi perkecambahan suatu konidia atau spora dapat membantu untuk lebih memahami faktor-faktor yang mendukung terjadinya infeksi. Pemahaman terhadap faktor-faktor ini sangat penting karena dapat membantu dalam pengembangan suatu program pengendalian penyakit yang lebih efisien. Sebagai informasi awal, penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh faktor-faktor lingkungan, khususnya suhu dan kelembaban relatif terhadap perkecambahan dan perkembangan tabung kecambah sebagai tahap paling awal terjadinya infeksi pada tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fitopatologi Fakultas Pertanian, Universiti Putra Malaysia dari bulan Januari-Maret 2002.

Konidia yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari biakan cendawan *C. musae* dalam MEA yang berumur 21 hari yang diinkubasikan dalam gelap pada suhu kamar. Untuk melepaskan konidia, tuangkan 10 ml air suling steril ke dalam cawan petri yang berisi biakan cendawan, kemudian permukaan koloni cendawan disikat secara hati-hati dengan kuas yang halus. Untuk memisahkan potongan hifanya, larutan konidia yang diperoleh selanjutnya disaring dengan dua lapis kain katun tipis.

Tingkat kelembaban relatif pada penelitian ini diatur dan dikendalikan dengan teknik *dish isopiestic equilibration* yang dikembangkan oleh Harris *et al.* (1970) dan dimodifikasi oleh Arauz & Sutton (1989). Sebanyak 44 ml media air agar 2% yang telah ditambah dengan NaCl dituangkan ke dalam cawan petri yang berukuran 9 cm. Kelembaban relatif dalam ruangan cawan petri ini berhubungan dengan tingkat molalitas NaCl yang larut menurut perhitungan yang telah dilakukan oleh Lang (1967). Kelembaban relatif yang diuji adalah 100, 99, 98, 95, 92, dan 88,5%,

yang diperoleh dengan menambahkan NaCl ke dalam air agar 2% berturut-turut sebanyak 0; 0,3, 0,6; 1,5; 2,2; dan 3,1 M (Arauz & Sutton 1989).

Satu tetes larutan konidia *C. musae* dituangkan ke atas permukaan dari tiga *microscope cover glass* dan dikeringanginkan. Ketiga dekglas yang berhubungan dengan waktu pengamatan, diletakkan di atas suatu *microscope slide* yang bersih di dalam masing-masing cawan petri, di mana ruangan di dalam cawan petri ini dijadikan sebagai suatu *growth chamber* (Gambar 1). Selanjutnya setiap cawan petri dibungkus dengan parafilm dan diletakkan dalam suatu inkubator pada suhu 22, 26, 30, dan 34±1°C dalam gelap. Sebelum digunakan, cawan petri tersebut dibungkus dengan parafilm dan diletakkan dalam masing-masing inkubator yang bersuhu sesuai dengan perlakuan sekurang-kurangnya selama 15 jam sebelum konidia diletakkan di dalamnya (Arauz & Sutton 1989).

Pengamatan terhadap perkecambahan konidia dilakukan pada 12, 24, dan 36 jam setelah konidia diletakkan di dalam *growth chamber*. Setelah periode waktu perlakuan dicapai, satu *cover glass slide* yang berisi konidia diambil dari masing-masing *growth chamber*. Selanjutnya cawan-cawan petri tersebut dibungkus kembali dengan parafilm dan dimasukkan kembali ke dalam inkubator. Selanjutnya, masing-masing dekglas dibalik dan diletakkan di atas *microscope glass slide* yang telah ditetesi dengan *cotton blue* dalam laktofenol untuk menghentikan perkecambahan dan mengawetkan konidia serta tabung kecambah sebelum diamati. Persentase

Gambar 1. Posisi ketiga dekglas yang berisi larutan konidia di atasnya di dalam ruang kelembaban relatif (*Relative humidity chamber showing position of three cover glasses with conidia sample*). a. 9-cm ; b. dekglas dengan larutan konidia (*Cover glass with conidia sample*); c. Agar yang telah ditambah NaCl (*NaCl-amended agar* (Modifikasi dari Arauz & Sutton 1989)

konidia yang berkecambah ditentukan dengan cara mengamati dan menghitung sekurang-kurangnya 100 konidia yang ada pada dua arah yang berbeda pada setiap dekglas tiap perlakuan. Suatu konidium dianggap telah berkecambah jika panjang tabung kecambah sekurang-kurangnya telah mencapai panjang separuh dari lebar konidium.

Percobaan dilakukan dengan rancangan faktorial di mana suhu sebagai faktor pertama dan kelembaban relatif (KL) sebagai faktor kedua. Setiap perlakuan diulang empat kali. Untuk setiap waktu pengamatan dilakukan analisis secara terpisah. Selanjutnya data yang terkumpul dilakukan analisis varian (*Anova*) dan bila didapatkan hasil yang berbeda nyata, rataan perlakuan selanjutnya dibandingkan dengan menggunakan metode Duncan pada taraf nyata 5% ($P=0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konidia *C. musae* dapat berkecambah pada semua suhu (22-34°C) dan kelembaban relatif (KL) (100- 88,55%). Pengamatan jumlah konidia yang berkecambah setelah diinkubasikan selama 12, 24, dan 36 jam menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P=0,05$) terhadap rataan jumlah konidia yang

berkecambah pada masing-masing tingkat suhu dan KL yang diuji (88,5-100%) (Gambar 2). Pengamatan 36 jam setelah inkubasi menunjukkan bahwa rataan jumlah konidia yang berkecambah mencapai 47,95% pada perlakuan suhu 26°C, dan berbeda nyata dengan perlakuan pada suhu 22, 30, dan 34°C. Jumlah konidia yang berkecambah yang paling sedikit yaitu hanya mencapai 8,87% terjadi pada perlakuan suhu 34°C.

Pengamatan 12, 24, dan 36 jam setelah inkubasi menunjukkan bahwa pada KL yang rendah, rataan persentase konidia yang berkecambah menurun secara drastis (Gambar 3). Pengamatan pada waktu 36 jam setelah inkubasi menunjukkan bahwa maksimum persentase konidia yang berkecambah terjadi pada KL 100% (rataan konidia yang berkecambah adalah 61,00%), meskipun tidak menunjukkan beda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan KL 99% (56,18%). Namun demikian, dua perlakuan ini berbeda nyata dengan perlakuan KL 98, 95, 92, dan 88,5%. Jumlah perkecambahan paling sedikit (rataan di bawah 30%) terjadi pada KL 95, 92, dan 88,5%.

Pengaruh interaksi antara suhu dengan KL terhadap rataan jumlah konidia yang berkecambah dihitung 36 jam setelah inkubasi disajikan pada Tabel 1. Perkecambahan konidia

Gambar 2. Pengaruh suhu terhadap rataan perkecambahan konidia *C. musae* yang diletakkan pada ruangan dengan KL 100, 99, 98, 95, 92, dan 88,5% (*Effects of temperature on mean percentage germination of conidia of C. musae Mason maintained at 100, 99, 98, 95, 92, and 88.5% RH*). Bar yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada $P=0,05$ menurut uji Duncan (*Bars with no letter in common are significantly different at $P = 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test*).

Gambar 3. Pengaruh KL terhadap perkecambahan konidia *C. musae* yang ditumbuhkan pada suhu 22, 26, 30, dan 34°C (Effects of relative humidity on mean percentage germination of conidia of *C. musae* Mason maintained at 22, 26, 30, and 34°C).
Bar yang tidak diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada P=0.05 menurut uji Duncan (Bars with same letter are not significantly different at P= 0.05 according to Duncan's Multiple Range Test).

Tabel 1. Pengaruh interaksi antara suhu dengan KL terhadap perkecambahan konidia *C. musae*, 36 jam setelah inkubasi (Combined effects of temperature and relative humidity on the germination of conidia of *C. musae* Mason at 36 hours after incubation).

KL (RH) %	Perkecambahan (Germination) %*			
	22°C	26°C	30°C	34°C
100	78,75 a**	85,50 a	69.00 b	10.75 ef
99	66,75 bc	74,75 ab	68.00 bc	15.25 ef
98	54,00 cd	64,75 bc	53.75 cd	14.75 ef
95	26,75 e	45,25 d	41.25 de	6.00 f
92	7,00 f	13,00 f	5.00 f	3.75 f
88.5	2,50 f	4,50 f	3.50 f	2.75 f

* Rataan dari empat perlakuan, data ditransformasikan ke dalam $\sqrt{x - 0,5}$ sebelum di analisis (Mean of four replicates, data subjected to $\sqrt{x - 0,5}$ transformation before statistical analysis)

** Angka dalam kolom dan lajur yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata (P=0,05) menurut uji Duncan (Values at same column followed with same letter are not significantly different (P=0.05) according to Duncan's Multiple Range Test).

paling tinggi berturut-turut 85,5; 78,75; dan 74,75% terjadi pada KL 100% dengan suhu 22°C dan 26°C dan berbeda nyata dibandingkan dengan kombinasi perlakuan suhu dan KL yang lain, kecuali dengan kombinasi perlakuan suhu 26°C dan KL 99%. Pada umumnya, perkecambahan paling sedikit (di bawah 16%) tercatat pada suhu 34°C pada semua tingkatan KL (88,5-100%), dan pada semua tingkatan suhu yang diuji (22-34°C) dengan KL tidak lebih dari 92%.

Rataan panjang tabung kecambah konidia *C. musae* yang diperoleh setelah diinkubasikan selama 36 jam pada semua kombinasi perlakuan suhu dengan KL dapat dilihat pada Tabel 2. Rataan tabung kecambah yang terpanjang (133,64 m) diperoleh pada KL 100% yang dikombinasikan dengan suhu 26°C dan berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan lain, kecuali dengan kombinasi perlakuan suhu 22°C dengan KL 100% dan 26°C dengan KL 99%. Secara umum, rata-rata panjang tabung kecambah

Tabel 2. Pengaruh kombinasi suhu dan KL terhadap panjang tabung kecambah konidia *C. musae* 36 jam setelah inkubasi (Combined effects of temperature and relative humidity on the germ tube length of *C. musae* Mason at 36 hours after incubation)

RH (%)	Rataan panjang tabung kecambah (Germ tube length)*			
	22°C	26°C	30°C	34°C
	m.....			
100	116,50 ab	133,64 a **	45,00 d	14,16 d
99	79,25 bcd	113,37 abc	52,68 cd	14,87 d
98	61,25 bcd	74,47 bcd	54,86 cd	14,18 d
95	34,81 d	65,48 bcd	30,00 d	12,76 d
92	20,32 d	18,56 d	13,44 d	9,05 d
88,5	4,93 d	6,87 d	6,25 d	4,02 d

* Rataan dari 4 ulangan (Mean of four replicates)

** Angka dalam kolom dan lajur yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata (P=0,05) menurut uji Duncan (Values at same column followed with same letter are not significantly different (P=0.05) according to Duncan's Multiple Range Test).

terpendek (<20 m) diperoleh pada perlakuan suhu 34°C yang dikombinasikan dengan semua tingkat KL (88-100%), dan pada semua tingkat suhu (22-34°C) yang dikombinasikan dengan KL tidak lebih dari 92%.

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perkecambahan dan perkembangan tabung kecambah konidia *C. musae* sangat dipengaruhi oleh suhu dan KL udara. Hal yang sama juga terjadi pada perkecambahan dan perkembangan tabung kecambah spora *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*, penyebab penyakit *black sigatoka* pada pisang (Jacome *et al.* 1991). Pengamatan terhadap suhu dan KL menunjukkan bahwa suhu optimum untuk perkecambahan konidia *C. musae* adalah 26°C dengan KL antara 99 sampai 100%. Lawrence & Zehr (1982) melaporkan bahwa kondisi optimum untuk perkecambahan konidia *Cladosporium carpophilum* di dalam laboratorium adalah antara 20-30°C dengan KL antara 98-100%, sementara pada suhu 35°C tidak ada konidia yang berkecambah. Latham & Rushing (1988) mendapatkan bahwa suhu optimum untuk perkecambahan konidia *Cladosporium caryigenum* adalah antara 22-25°C dengan KL 100%. Turechek & Stevenson (1998) menemukan bahwa pada suhu 35°C konidia *C. caryigenum* tidak mampu untuk berkecambah. Selain itu Lawrence & Zehr (1982) juga mengatakan bahwa kemampuan perkecambahan konidia *C. carpophilum* menurun jika KL jatuh di bawah 98%. Berdasarkan hasil observasi peneliti lain yang telah dipublikasikan sebelumnya, sejalan dengan hasil pengamatan ini di mana perkecambahan konidia *C. musae* terlihat menurun secara nyata

jika KL turun sampai di bawah 98%. Di daerah tropis seperti halnya Indonesia dan Malaysia, suhu tinggi (>30°C) dengan KL yang rendah (<99%) selama musim kemarau dapat menjadi faktor pembatas perkecambahan konidia dan juga pertumbuhan tabung kecambah. Di sisi lain, suhu sedang (22-26°C) di malam hari terutama pada musim penghujan, akan menjadi faktor pendorong perkecambahan konidia yang akhirnya menyebabkan terjadinya infeksi atau serangan pada permukaan daun tanaman pisang.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini menunjukkan banyaknya kesamaan sifat antara konidia *C. musae* dengan sifat konidia *Cladosporium* sp. yang lain. Sebagai contoh, setelah diinkubasikan selama 36 jam pada suhu 26°C dan KL 100%, 85,5% konidia *C. musae* telah berkecambah. Latham & Rushing (1988) melaporkan bahwa setelah diinkubasikan 24 jam, total konidia *C. caryigenum* yang berkecambah mencapai 95,2%, sementara Dickinson & Bottomley (1980) mencatat bahwa setelah diinkubasikan selama 48 jam pada suhu 25°C dan KL 100% sebanyak 95% konidia *Cladosporium herbarum* telah berkecambah. Dari laporan lain menunjukkan bahwa perkecambahan konidia *Cladosporium cladosporioides* pada KL 100% di atas *glass slide* sangat dipengaruhi oleh suhu. Dari hasil penelitian Pady & Gregory (1963) dilaporkan adanya variasi perkecambahan konidia *Cladosporium* sp. yaitu antara 16-90% dengan rata-rata total konidia yang berkecambah sebanyak 62%.

Terjadinya penurunan perkecambahan konidia pada KL di bawah 98% pada semua

Gambar 4. Kecambah konidia *C. musae* menunjukkan tabung kecambah (anak panah) pada suhu 26°C dengan KL 100%, 24 jam setelah inkubasi (*Germination of conidia of C. musae Mason showing germ tubes (arrows) at temperature of 26°C and 100% RH at 24 hours after incubation*). Perbesaran 400 kali (*Magnification 400x*).

Gambar 5. Fenomena mikrosiklis kecambah konidia *C. musae* menghasilkan konidia baru (*Microcyclic phenomenon in conidial production by C. musae Mason*). Perbesaran 400 kali (*Magnification 400x*).
a: konidia yang dihasilkan, **b:** konidia asal, **c:** tabung kecambah (Note: a=*secondary conidia*, b=*initial conidia*, c=*germ tube*).

tingkat suhu yang diuji (22-34°C) diduga disebabkan karena turunnya kandungan lengas udara yang diiringi dengan turunnya suhu udara. Sementara itu, Arauz & Sutton (1989) menyatakan bahwa perkecambahan suatu spora atau konidia pada KL 92% pada suhu 20°C atau lebih tinggi kemungkinan disebabkan karena

naiknya KL udara yang diikuti juga dengan naiknya suhu. Jacome *et al.* (1991) menyatakan bahwa perkecambahan spora ataupun konidia yang ditempatkan pada kelembaban relatif yang rendah memerlukan waktu relatif lebih lama karena diduga berhubungan dengan lamanya waktu konidia untuk menyerap air. Jacome &

Schuh (1992) menduga bahwa kemampuan spora atau konidia untuk berkecambah pada kelembaban relatif yang rendah berhubungan dengan tingginya tekanan osmotik dari suatu spora, yang memungkinkan suatu spora untuk menyerap air dari udara.

Pada pengamatan ini tampak bahwa tabung kecambah *C. musae* tumbuh pada bagian ujung dari konidium dekat bagian dari hilum (Gambar 4). Pada umumnya terdapat satu atau dua tabung kecambah per konidia. De Vries (1967) melaporkan bahwa pada *Cladosporium macrocarpum* dan *Cladosporium variable*, tabung kecambah ini tidak tumbuh pada bagian hilumnya.

Berdasarkan pengamatan menunjukkan bahwa konidium *C. musae* yang diletakkan pada suhu yang lebih tinggi dengan kelembaban relatif yang rendah konidianya cenderung berkecambah untuk membentuk dan menghasilkan konidia kembali atau disebut dengan *secondary spores* (Gambar 5). Fenomena mikrosiklis ini mirip dengan perilaku konidia *C. sphaerospermum* (De Vries 1967), *Cladosporium* sp. (Harvey 1967), *C. herbarum* (Skidmore 1976), dan *C. cladosporioides* (Dickinson & Bottomley 1980). Menurut Dickinson & Bottomley (1980), perilaku ini merupakan sesuatu yang lazim dijumpai pada *Cladosporium* sp. apabila suhu udara berada di atas tingkat optimum untuk perkecambahannya.

KESIMPULAN

Perkecambahan dan perkembangan tabung kecambah konidia *C. musae* Mason sangat dipengaruhi oleh suhu dan KL. Perkecambahan maksimum terjadi pada suhu 26°C dengan KL 99-100%. Tabung kecambah terpanjang terdapat pada suhu 26°C dengan KL 100% diikuti dengan suhu 22°C.

PUSTAKA

1. Arauz, L. F. and Sutton, T. B. 1989. Influence of temperature and moisture on germination of ascospores and conidia of *Botryosphaeria obtusa*. *Phytopathol.* 79:667-674.
2. David, J. C. 1988. *Cladosporium musae*. CMI Descriptions of pathogenic fungi and bacteria, No. 958. *Mycopathologia.* 103:119-120.

3. De Vries, G. A. 1967. *Contribution to the knowledge of the genus Cladosporium* Link Ex. Fr. Baarn-Uitgeverij & Drukkerij, Hollandia. 121 pp.
4. Dickinson, C. H. and Bottomley, D. 1980. Germination and growth of *Alternaria* and *Cladosporium* in relation to their activity in the phylloplane. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 74(2):309-319.
5. Frossard, P. 1963. Une cladosporiose du bananier en Cote d'Ivoire. *Fruits.* 18:443-453.
6. Harris, R. F., Gardner W. R., Adebayo, A. A., and Sommers, L. E. 1970. Agar dish isopiestic equilibration method for controlling the water potential of solid substrates. *Appl. Microbiol.* 19:536-537.
7. Harvey, R. 1967. Air-spore studies at Cardiff. I. *Cladosporium*. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 50(3):479-495.
8. Holderness, M., Tushemerierwe, W. K. and Gold, C. S. 1998. Cultural controls and habitat management in the integrated management of banana leaf diseases. In: Mobilizing IPM for sustainable banana production in Africa (Frison, E. A., Gold, C. S., Karamura, E. B., and Sikora, R. A. Eds.). *Proceeding of a workshop on banana IPM held in Nelspruit, South Africa, 23-28 November 1998.* p.149-163.
9. Jacome, L. H. and Schuh, W. 1992. Effects of leaf wetness duration and temperature on development of black sigatoka disease on banana infected by *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. *Phytopathol.* 82:515-520.
10. _____ and Stevenson, R. E. 1991. Effects of temperature and relative humidity on germination and germ tube development of *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. *Phytopathol.* 81:1480-1485.
11. Jones, D. R. 2000. *Diseases of banana, abaca and enset*. CABI Publishing, 544 pp.
12. Lang, A. R. G. 1967. Osmotic coefficients and water potentials of sodium chloride solutions from 0 to 40°C. *Aust. J. Chem.* 20:2017-2023.
13. Latham, A. J. and Rushing, A. E. 1988. Development of *Cladosporium caryigenum* in pecan leaves. *Phytopathol.* 78:1104-1108.
14. Lawrence, E. G., and Zehr, E. I. 1982. Environmental effects on development and dissemination of *Cladosporium carpophilum* on peach. *Phytopathol.* 72:773-776.
15. Pady, S. M. and Gregory, P. H. 1963. Numbers and viability of airborne hyphal fragments in England. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 46:609-613.
16. Sebasigari, K. and Stover, R. H. 1988. *Banana diseases and pests in East Africa*. Report of a survey in November 1987. INIBAP, Montpellier, France. 15 pp.
17. Skidmore, A. M. 1976. Secondary spore production amongst phyloplant fungi. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 66(1):161-163.
18. Turechek, W. W. and Stevenson, K. L. 1998. Effects of host resistance, temperature, leaf wetness, and leaf age on infection and lesion development of pecan scab. *Phytopathol.* 88:1294-1301.

19. Tushemereirwe, W. K. and Waller, J. M. 1993. Black leaf streak (*Mycosphaerella fijiensis*) in Uganda. *Plant Pathol.* 42:471-472.
20. _____ and Bagabe, M. 1998. Review of disease distribution and pest status in Africa. in: Mobilizing IPM for sustainable banana production in Africa (Frison, E. A., Gold, C. S., Karamura, E. B., and Sikora, R. A. Eds.). *Proceedings of a workshop on banana IPM held in Nelspruit, South Africa, 23-28 November 1998*, p.139-147.