

## **Kanker Batang: Penyakit Baru pada Kopi di Lampung**

### **Stem Canker: A New Disease of coffee in Lampung**

**Suryo Wiyono\***, **Andika Septiana Suryaningsih**, **Ali Wafa**, **Efi Toding Tondok**,  
**Bonjok Istiaji**, **Hermanu Tri Widodo**, **Widodo**  
Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

#### **ABSTRAK**

Penyakit kanker batang merupakan penyakit baru pertanaman kopi rakyat di Lampung sejak tahun 2010. Penyebab penyakit tersebut belum diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan gejala penyakit, insidensi penyakit pada kebun terserang, dan mengidentifikasi secara morfologi dan molekuler patogen kanker batang kopi. Semua tahapan postulat Koch dilakukan di laboratorium dan rumah kaca. Patogen yang diisolasi diamati karakter morfologinya, yaitu bentuk dan warna koloni, bentuk dan ukuran konidia. Identifikasi molekuler dilakukan menggunakan primer umum (ITS1 dan ITS4) dan dilanjutkan dengan sikuensing. Gejala utama penyakit berupa kanker batang dan *dieback*, serta lebih banyak pada tanaman tua. Patogen kanker batang kopi diidentifikasi sebagai *Fusarium solani* yang mempunyai homologi 99% dengan *F. solani* KY245947.1.

Kata kunci: gejala, identifikasi, insidensi, mati pucuk.

#### **ABSTRACT**

Stem cancer is a new disease that has attacked smallholder coffee plantations in Lampung since 2010. The cause of the disease was unknown. This study aims to describe the symptoms of the disease, the incidence of the disease in the affected plantation, and identify morphologically and molecularly the canker pathogens of the coffee stem canker diseases. All stages of Koch's postulate were carried out in laboratories and greenhouses. The isolated pathogens were morphologically characterized by colony shape and color as well as the conidia shape and size. Molecular identification was carried out by using a general primer (ITS1 and ITS4) and followed by sequencing. The main symptoms of the disease are stem canker and dieback, as well as more infecting older plants. Pathogen of the coffee stem canker disease that attacks coffee plants in Lampung has been identified as *Fusarium solani* which has 99% homology with *F. solani* KY245947.1.

Key words: dieback, identification, incidence, symptoms.

---

\*Alamat penulis korespondensi: Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Jalan Kamper, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.  
Tel: 0251-8629364, Faks: 0251-8629362, Surel: suryowi269@gmail.com

## PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan penting bagi Indonesia. Luas area pertanaman kopi tahun 2017 ialah 1.23 juta ha dengan volume ekspor 1.14 milyar USD pada lima tahun terakhir (Ditjenbun 2016) dan melibatkan 1 juta keluarga petani. Indonesia menempati posisi ke-4 sebagai negara produsen dan pengeksport kopi terbesar di dunia. Salah satu ancaman terhadap keberlanjutan pertanian kopi di Indonesia ialah infeksi penyakit baru.

Tahun 2012, Tim Klinik Tanaman IPB melakukan kegiatan pelayanan di Kabupaten Tanggamus, Lampung dan menemukan penyakit kopi yang belum pernah dilaporkan di daerah tersebut dan di Lampung Barat. Penyakit ini banyak menyerang tanaman kopi yang sudah tua. Gejala tampak sebagai tajuk menguning dan agak layu, *dieback*, batang pecah-pecah pada kulit batang dan berwarna hitam pada bagian batang dekat permukaan tanah (ketinggian hingga 1 m). Jika gejala tersebut mengelangi batang tanaman, maka tanaman akan mati. Selanjutnya Suryaningsih dan Wiyono (2016) melakukan kajian terhadap faktor-faktor lingkungan dan teknik budi daya yang berkaitan dengan tingkat serangan penyakit tersebut.

Penyebab penyakit baru ini belum diketahui secara pasti. Di negara-negara penghasil kopi di Afrika tropis, terdapat penyakit pada kopi dengan gejala yang mirip, yaitu *coffee wilt diseases* (CWD) yang disebabkan oleh *Fusarium xylarioides* (Rutherford 2006). Namun demikian belum diketahui kesamaan penyakit baru kopi di Lampung dengan CWD. Berdasarkan keterangan petani di Tanggamus dan petugas Dinas Perkebunan Provinsi Lampung, penyakit dengan gejala seperti itu terdapat di Tanggamus dan Lampung Barat. Namun demikian data tingkat serangan penyakit tersebut di Lampung Barat tidak tersedia. Selain itu hingga saat ini juga belum ada teknik pengendalian yang efektif. Untuk melakukan pengendalian yang efektif perlu diketahui dengan pasti patogennya. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran tingkat serangan penyakit pada pertanaman

kopi di Tanggamus dan Lampung Barat, dan mengidentifikasi patogennya.

## BAHAN DAN METODE

### Pengamatan Lapangan dan Pengambilan Tanaman Sakit

Pengamatan lapangan dilakukan di dua lokasi kebun kopi rakyat, yaitu Desa Way Ilahan Kecamatan Pulaupanggung Kabupaten Tanggamus, dan Desa Tugusari Kecamatan Sumberjaya Kabupaten Lampung Barat. Pengamatan lapangan ini meliputi pengamatan terhadap gejala dan insidensi penyakit. Gejala dideskripsikan dari keseluruhan tanaman (daun, batang, dan akar).

Pengamatan penyakit dilakukan dengan teknik transek pada kebun kopi, masing-masing dengan luas  $\pm 5000 \text{ m}^2$ , secara diagonal terhadap 30 pohon kopi. Gejala tanaman sakit diamati, dicatat, dan dihitung insidensi penyakitnya. Bagian batang yang bergejala kanker diisolasi dan dikonfirmasi patogennya.

Bagian batang yang bergejala kanker dari lapangan dibersihkan dengan air kemudian dipotong dengan ukuran  $0.5 \text{ cm} \times 0.5 \text{ cm}$  pada bagian yang menunjukkan gejala sakit dan sehat. Potongan jaringan disterilkan dengan larutan NaOCl 2.5% (v/v) selama 2.5 menit, dan etanol 70% selama 1 menit, lalu dibilas dengan akuades steril dan dibiakkan pada medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK) pada cawan petri diameter 9 cm. Selanjutnya, medium diinkubasi pada suhu ruang selama 3 hari. Setiap jenis cendawan yang tumbuh dimurnikan pada medium ADK untuk digunakan dalam uji Postulat Koch. Cendawan yang digunakan ialah isolat dengan kode SYW-5.

Inokulasi dilakukan dengan memodifikasi metode Florina *et al.* (2017). Inokulum berupa potongan batang tanaman yang terkolonisasi diganti dengan inokulum berupa potongan koloni patogen sebesar 7 mm ditempelkan pada batang utama bibit kopi umur 1 tahun yang dilukai dengan 3 tusukan per tempat. Inokulum ditutup kapas steril dan ditutup parafilm. Tanaman diletakkan di kebun percobaan dengan naungan atap plastik dan

gejala diamati setiap hari. Tanaman yang menunjukkan gejala diisolasi kembali dengan teknik yang dikemukakan sebelumnya.

### Identifikasi Patogen Kanker Batang Kopi

Karakter morfologi diamati terhadap koloni (laju pertumbuhan, bentuk, warna), struktur spora dan struktur reproduksinya (hifa, konidium). Pembentukan makrokonidium dirangsang dengan menumbuhkan koloni pada medium agar-agar air selama 7 hari. Identifikasi morfologi menggunakan kunci identifikasi Leslie dan Summerel (2006) yang dilakukan di bawah mikroskop compound Nikon eclipse 80i (Nikon Corporation Japan) dengan perbesaran 400x. Pengukuran dilakukan terhadap masing-masing 40 sampel makrokonidium dan mikrokonidium.

Isolasi DNA dari miselium cendawan dan amplifikasi DNA dilakukan menggunakan Kit direct PCR mengikuti protokol Kit tersebut (KOD FX Neo, Toyobo). Amplifikasi DNA dilakukan pada mesin PCR mastercycler personal Eppendorf menggunakan primer universal ITS1 (5' TCCGTAGGTGAACCTGCGG 3') dan ITS4 (5' TCCTCCGCTTATTGATATGC 3') yang mengamplifikasi *target region internal transcribed spacer (ITS) ribosomal DNA (rDNA)* dengan target 500 pb. Fragmen DNA hasil amplifikasi dikirim ke First Base (Malaysia) untuk perunutan asam

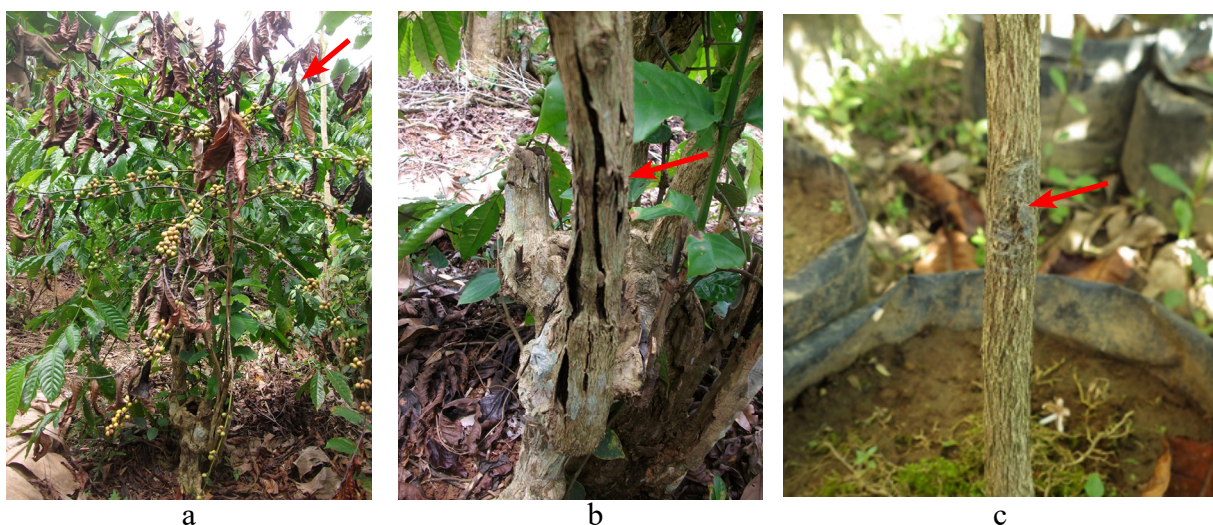
nukleat. Hasil perunutan kemudian dianalisis homologinya dengan sikuen nukleotida yang telah dipublikasikan pada situs GenBank menggunakan program *basic local alignment search tool-nucleotides* (BLAST-N) pada situs *National Centre for Biotechnology Information* (NCBI). Analisis homologi dilakukan untuk menentukan spesies yang memiliki homologi terbesar dan kekerabatan terdekat secara molekuler (Crozier *et al.* 2006).

## HASIL

### Insidensi Penyakit pada Tanaman Kopi

Gejala penyakit terlihat pada tanaman kopi yang meliputi gejala pada daun, keseluruhan tanaman, dan pada batang, sedangkan pada akar tidak ditemukan abnormalitas. Daun menguning selanjutnya layu dan rontok. Gejala ini dimulai dari pucuk sehingga tajuk menunjukkan gejala mati pucuk (*dieback*) (Gambar 1a). Batang utama menunjukkan gejala kanker, yaitu kematian jaringan yang mengendap, pecah-pecah berwarna kehitaman, terutama dekat permukaan tanah hingga ketinggian 1 m (Gambar 1b). Bila kanker mengelangi sebagian besar batang maka tanaman akan mati.

Berdasarkan wawancara dengan petani, penyakit ini muncul sejak tahun 2010. Penyakit kanker batang kopi ditemukan pada dua lokasi yang memiliki perbedaan ketinggian tempat



Gambar 1 Gejala kanker batang kopi. a, Mati pucuk (*dieback*); b, Kanker batang pada tanaman di lapangan; c, Kanker batang dengan inokulasi buatan.

dan umur tanaman (Tabel 1). Di Kabupaten Tanggamus pada ketinggian 224 dan 278 m dpl dengan rata-rata umur tanaman di atas 20 tahun, insiden penyakit kanker batang lebih tinggi dibandingkan dengan di Kabupaten Lampung Barat dengan ketinggian 750-830 m dpl yang umur tanamannya hanya 7 dan 8 tahun (Tabel 1).

Isolasi dari bagian batang tanaman bergejala hanya menghasilkan satu jenis isolat. Isolat ini diuji untuk dipastikan sebagai penyebab penyakit dengan Postulat Koch. Masa inkubasi selama 30 hari dimulai dari inokulasi hingga munculnya nekrosis pada kulit batang yang berkembang hingga menimbulkan kanker (Gambar 1c). Hal tersebut membuktikan bahwa cendawan tersebut merupakan penyebab penyakit kanker batang.

### Penyebab Kanker Batang Kopi

Pengamatan morfologi (bentuk konidium dan struktur pertumbuhan miselium) menunjukkan bahwa cendawan yang diisolasi adalah *Fusarium solani*. Identifikasi dilakukan menggunakan kunci identifikasi Leslie dan Summerell (2006). Koloni berwarna pink (Gambar 2a dan 2b) dan akan mencapai diameter 3.5 cm setelah 4 hari. Mikrokonidium satu sel, hialin, agak melengkung berukuran  $8.98 \pm 2.83 \mu\text{m} \times 4.78 \pm 1.18 \mu\text{m}$  (Gambar 2c dan 2d). Makrokonidium hialin fusoid bersekat 2-3, berukuran  $20.16 \pm 1.20 \mu\text{m} \times 5.36 \pm 1.31 \mu\text{m}$  (Gambar 2e). Klamidospora tunggal atau dalam rantai pendek, bersifat terminal atau interkalar (Gambar 2f). Analisis sikuen nukleotida menunjukkan homologi 99% dengan *F. solani* KY245947.1 (Tabel 2).

## PEMBAHASAN

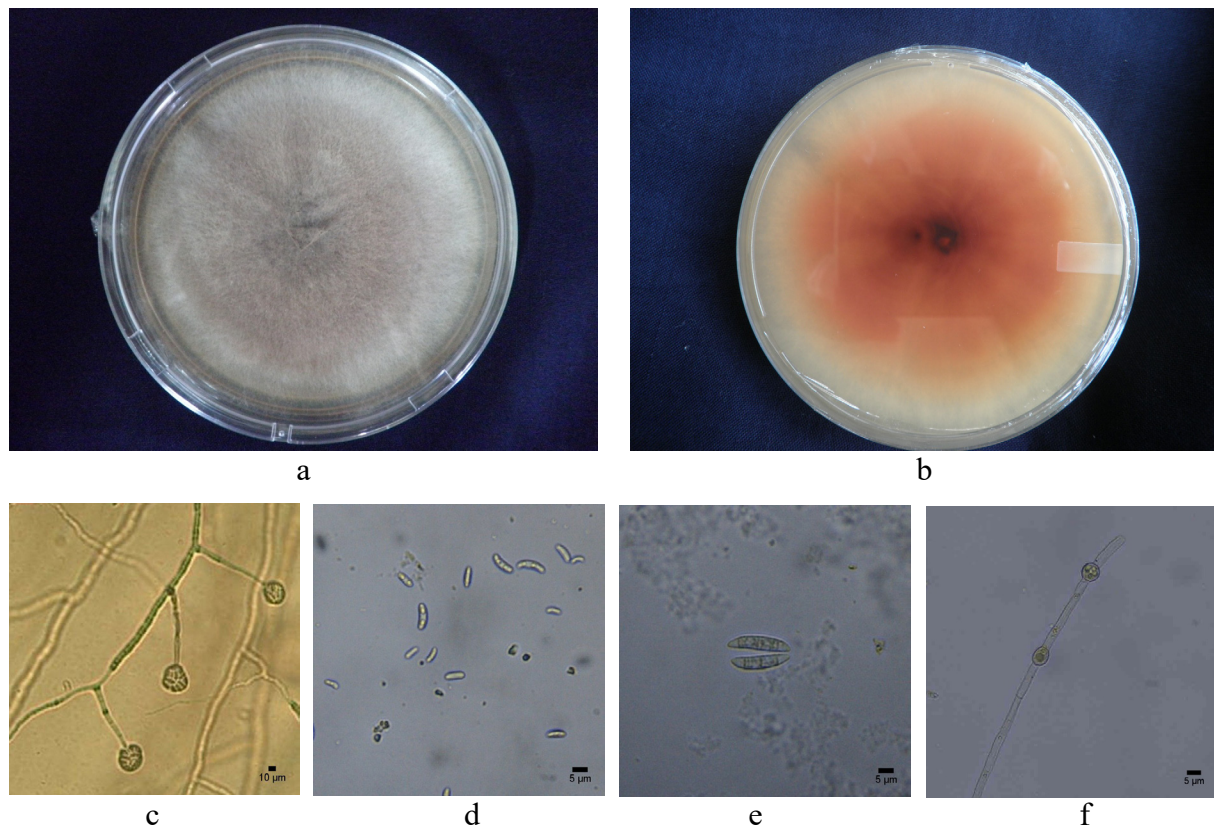
Pertanaman kopi di Lampung menghadapi serangan penyakit baru dengan gejala layu, *dieback* dan kanker batang. Walaupun telah dilaporkan sebelumnya oleh Suryaningsih dan Wiyono (2016) tentang tingkat serangan di Tanggamus serta faktor lingkungan dan budi daya yang berkaitan, namun penyebab penyakit belum teridentifikasi. Gejala dari penyakit tersebut bervariasi, namun gejala awal dan utamanya berupa kanker batang, yaitu nekrosis yang mengendap pada batang, disertai pecah-pecah, dan bagian yang terserang menjadi hitam. Oleh karena itu, diusulkan bahwa penyakit baru kopi tersebut diberi nama penyakit kanker batang. Di lokasi serangan, baik di Tanggamus maupun Lampung Barat, petani dan petugas pertanian tidak memberi istilah atau nama lokal untuk penyakit tersebut, tetapi hanya memberikan deskripsi gejala. Hal ini menguatkan bahwa penyakit tersebut memang belum dikenal lama. Keberadaan penyakit kanker batang di Lampung Barat mengindikasikan sebaran penyakit yang cukup luas. Sebelumnya penyakit ini hanya dilaporkan di Tanggamus (Suryaningsih dan Wiyono 2016). Oleh karena itu, perlu dilakukan survei lanjutan untuk mengetahui sebaran penyakit ini di seluruh provinsi Lampung dan daerah sekitarnya.

Penyakit kanker batang ini disebabkan oleh *F. solani*, dan berbeda dengan penyakit layu kopi CWD yang disebabkan oleh *F. xylariodes* maupun busuk akar *F. solani* pada kopi yang dijumpai di Afrika. Gejala penyakit ini sangat mirip dengan CWD yang merupakan penyakit kopi penting di kawasan Afrika. Di Indonesia,

Tabel 1 Insidensi penyakit kanker batang kopi di Lampung<sup>a</sup>

Lokasi	Kebun ke-	Ketinggian tempat (m dpl)	Umur tanaman (tahun)	Insidensi penyakit (%)
Desa Way Ilahan, Kec Pulaupanggung, Kab. Tanggamus	1	278	>20	52
Desa Tugusari, Kec. Sumberjaya, Kab. Lampung Barat	2	224	>20	44
Desa Tugusari, Kec. Sumberjaya, Kab. Lampung Barat	1	830	8	12
Desa Tugusari, Kec. Sumberjaya, Kab. Lampung Barat	2	750	7	16

<sup>a</sup> n = 30



Gambar 2 Morfologi *Fusarium solani* SYW-5. a, Morfologi koloni pada medium ADK; b, Biakan dilihat dari permukaan bawah cawan; c, Mikrokonidia dan konidiofor; d, Mikrokonidia tunggal; e, Makrokonidia; f, Klamidospora.

Tabel 2 Identifikasi molekuler cendawan patogen baru kopi

Spesies	Aksesi pada Genbank	Homologi (%)	Tanaman inang	Peran dan daerah asal
<i>Fusarium solani</i> strain YMZ 1	KY245947.1	99	Jati	Patogen dengan gejala kanker, Cina
<i>Fusarium solani</i> cf. <i>batatas</i>	AF178407.1	99	Ubi jalar	Busuk umbi, Amerika Serikat
<i>Fusarium solani</i> strain E483	KT358884.1	98	<i>Eurycoma longifolia</i>	Endofit, Malaysia

penyakit ini sangat ditakuti dan tergolong sebagai organisme pengganggu tanaman karantina A1 (Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 51/ Permentan/ Kr.010/9/2015). Pada kanker batang kopi tidak ditemukan nekrosis sepanjang tulang daun dan mati pucuk sebelah (*unilateral dieback*), keduanya merupakan gejala khas CWD (Rutherford 2006). Sementara itu *F. solani* di Afrika menyebabkan penyakit kopi dengan gejala layu, pewarnaan ungu-jingga pada kayu sebelah dalam didekat permukaan

tanah dan busuk akar, namun tanpa gejala kanker batang (Baker 1972).

Pada berbagai tanaman inang beberapa jenis *F. solani* menimbulkan gejala yang bervariasi. *F. solani* juga menyebabkan busuk kaki pada tomat (Vawdrey dan Peterson 1988), busuk akar pada melon (Gómez *et al.* 2014), busuk akar dan kanker batang pada ubi jalar (Wang *et al.* 2014), busuk akar pada singkong (Ploetz 2006) dan busuk janur pada kelapa sawit (Hafizi *et al.* 2013). Gejala kanker batang oleh cendawan tersebut terjadi pada berbagai tanaman seperti

*apple wax tree* (Wang 2010), jeruk (Nemec 1987), teh (Sinniah *et al.* 2017), ubi jalar (Wang *et al.* 2014), dan jati (Huang 2017). Hubungan berbagai jenis *Fusarium* dari berbagai tanaman dan daerah yang berbeda dengan *F. solani* pada kopi, baik kekerabatan genetik maupun kemampuan patogenitasnya belum diketahui. Pengetahuan tersebut sangat penting untuk merumuskan strategi pengendalian.

Cendawan *F. solani* dari kopi asal Lampung ini mempunyai kekerabatan dekat, yaitu 99% homologi dengan *F. solani* KY245947.1 asal jati dari Cina. *F. solani* KY245947.1 merupakan penyakit baru tanaman jati di Cina selatan dan ditemukan pertama kali tahun 2015 (Huang *et al.* 2017). Perbedaannya ialah penyakit kanker batang pada jati di China tersebut justru menyerang pembibitan; sementara pada kanker batang kopi ini lebih menyerang tanaman tua.

Patogen ini cenderung lebih banyak menginfeksi tanaman kopi berumur tua. Hal ini mirip penyakit CWD yang juga menimbulkan keparahan yang lebih tinggi pada tanaman berumur tua (Belachew *et al.* 2016). Insidensi penyakit kanker batang kopi berbeda menurut kelompok umur tanaman kopi. Intensitas keparahan penyakit kanker batang kopi cukup tinggi terutama pada kelompok umur tanaman lebih dari 20 tahun (Suryaningsih dan Wiyono 2016). Beberapa penyakit tanaman pohon seperti kanker batang dan penyakit akar lebih banyak menyerang tanaman yang tua atau mengalami cekaman (Kolb *et al.* 2016). Berdasarkan pengelompokan oleh Anderson *et al.* (2014), penyakit kanker batang kopi ini termasuk *emerging diseases*, yang memiliki ciri seperti penyakit yang baru ditemukan atau dikenali, penyakit yang meningkat patogenitasnya, atau penyakit yang daerah sebarannya meluas.

Penyakit ini berpotensi meluas dan menimbulkan kerugian yang nyata pada kopi di berbagai daerah sehingga bisa mengancam keberlanjutan produksi kopi di Indonesia. Identifikasi patogen kanker batang merupakan langkah awal untuk pengendalian penyakit ini. Penelitian lanjut tentang kekerabatan genetik dengan *F. solani* dari inang lain, epidemiologi

dan teknik pengendalian perlu dilakukan untuk menyusun pengendalian yang tepat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson PK, Cunningham AA, Patel NG, Morales FJ, Epstein PR, Daszak P. 2014. Emerging infectious diseases of plants: pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. *Trends Ecol Evol.* 19(10):535–44. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.07.021>.
- Baker CJ. 1972. *Fusarium solani* associated with a wilt of coffee arabica in Kenya. *East Afr Agric For J.* 38 (2): 137–140. DOI: <https://doi.org/10.1080/00128325.1972.11662570>.
- Belachew K, Teferi D, Hundessa N, Tesfaye S. 2016. The status and management of coffee wilt disease (*Gibberella xyloariodes*) in Ethiopia coffee production. *J Nat Sci Res.* 6(5):16–21.
- Crozier J, Thomas SE, Aime MC, Evans HC, Holmes KA. 2006. Molecular characterization of fungal endophytic morphospecies isolated from stems and pods of *Theobroma cacao*. *Plant Pathol.* 55:783–791. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2006.01446.x>.
- [Ditjenbun] Direktorat Jendral Perkebunan. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia 2015–2017 Kopi. Jakarta (ID). Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Florina D, Wahyuno D, Siswanto 2017. Kepekaan *Erythricium salmonicolor* penyebab penyakit jamur upas pada kemiri sunan terhadap suhu, cahaya, dan fungisida. *J Fitopatol Indones.* 13(2): 35–42. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.13.2.35>.
- Gómez J, Serrano Y, Pérez A, Porcel E, Gómez R, Aguila MI. 2014. *Fusarium solani* f. sp. *cucurbitae*, affecting melon in Almería Province, Spain. *Australas Plant Dis Notes.* 9:136. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13314-014-0136-z>.
- Hafizi R, Salleh B, Latiffah Z. 2013. Morphological and molecular

- characterization of *Fusarium solani* and *F. oxysporum* associated with crown disease of oil palm. *Braz J Microbiol.* 44(3):959–968. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-83822013000300047>.
- Huang SP, Li ZL, Wei JG, Mo JY, Li QL, Guo TX, Luo JT, Yang XH, Tan XF, Yang XB. 2017. First report of stem canker caused by *Fusarium solani* on *Tectona grandis* in China. *Plant Dis.* 101(12):2148. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-17-0514-PDN>.
- Kolb TE, Fettig CJ, Ayres MP, Bentz BJ, Hicke JA, Mathiasen R, Stewart JE, Weed AS. 2016. Observed and anticipated impacts of drought on forest insects and diseases in the United States. *For Ecol Manag.* 380:321–334. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.04.051>.
- Leslie JF, Summerell BA. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Iowa (US): Blackwell Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470278376>.
- Nemec S. 1987. *Fusarium solani* association with branch and trunk cankers on citrus weakened by cold weather in Florida. *Mycopathologia.* 97:143–150. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00437237>.
- Ploetz RC. 2006. *Fusarium*-induced diseases of tropical, perennial crops. *Phytopathology.* 96:648–652. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0648>.
- [RI] Menteri Pertanian Republik Indonesia. 2015. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 51/Permentan/Kr.010/9/2015 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Pertanian Nomor 93/Permentan/Ot.140/12/2011 Tentang Jenis Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina. Jakarta (ID): RI.
- Rutherford MA. 2006. Current knowledge of coffee wilt disease, a major constraint to coffee production in Africa. *Phytopathology.* 96:663–666. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0663>.
- Sinniah GD, Munasinghe CE, Mahadevan N, Jayasinghe SK, Kulatunga DCM. 2017. Recent incidence of collar canker and dieback of tea (*Camellia sinensis*) caused by *Fusarium solani* species complex in Sri Lanka. *Aust Plant Dis Notes.* 12:41. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13314-017-0262-5>.
- Suryaningsih AS, Wiyono S. 2016. Faktor-faktor lingkungan dan teknik budi daya yang berkaitan dengan penyakit kanker batang kopi di kabupaten tanggamus, lampung. Di dalam: Prijono *d et al.*, editor. *Perlindungan Tanaman Perkebunan untuk Kesejahteraan Rakyat dan Bangsa. Prosiding Seminar Nasional Perlindungan Tanaman Perkebunan*; 2016 Okt 25; Bogor. Bogor (ID). Unit Kajian Pengendalian Hama Terpadu Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. hlm: 251–261.
- Vawdrey LL, Peterson RA, 1988. *Fusarium solani*, the cause of foot rot of tomatoes in Central Queensland. *Aust Plant Pathol.* 17:24. DOI: <https://doi.org/10.1071/APP9880024>.
- Wang P, Chen YS, Lin MJ, Tsou YI, Ko WH. 2010. Severe decline of wax apple trees caused by *Fusarium solani* in northern Taiwan. *Bot Stud.* 51:75–80.
- Wang RY, Gao B, Li XH, Ma J, Chen SL. 2014. First report of *Fusarium solani* causing fusarium root rot and stem canker on storage roots of sweet potato in China. *Plant Dis.* 98(1):160. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-13-0651-PDN>.