

LAPORAN PENELITIAN

PENYAKIT LAYU *Fusarium* PADA TANAMAN
KELAPA SAWIT

Rolettha Y. Purba, A. Sipayung dan Adlin U. Lubis

ABSTRAK

Layu *Fusarium* yang disebabkan oleh jamur patogenik *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* merupakan penyakit kelapa sawit terpenting di Afrika dan Amerika Selatan. Patogen penyebabnya bersifat tular-tanah dan tular-benih. Penyakit belum dapat dikendalikan dengan baik, dan bahan tanaman yang resisten belum tersedia.

Hingga saat ini penyakit tersebut tidak terdapat di Asia Tenggara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah-tanah kebun kelapa sawit Indonesia reseptif terhadap patogen tersebut. Mengingat laju impor benih kelapa sawit yang semakin meningkat belakangan ini, maka tindakan-tindakan antisipasi untuk mencegah terbawa masuknya patogen tersebut melalui pengawasan dan peraturan karantina yang ketat perlu semakin ditingkatkan, untuk mana pengenalan dan pengetahuan yang memadai tentang penyakit tersebut perlu dimiliki.

Kata kunci : layu *Fusarium*, kelapa sawit

PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas andalan sumber devisa non-migas bagi Indonesia. Luas areal pertanaman kelapa sawit Indonesia hingga akhir tahun 1994 tercatat 1,777 juta ha dengan produksi minyak 4,094 juta ton. Diperkirakan luas areal akan mencapai 3,6 juta ha dengan produksi minyak 9,9 juta ton pada tahun 2005 mendatang.

Pesatnya penambahan luas areal sejak dasawarsa terakhir telah membuka peluang bagi impor benih kelapa sawit, hal mana berarti pula terbuka peluang masuknya berbagai hama dan penyakit baru yang mungkin sangat berbahaya. Di samping itu penyakit yang tidak ada di Indonesia, baik penyakit primer atau skunder, dapat men-

jadi penyakit yang berbahaya karena tersedianya inang baru. Tersedianya inang yang diimpor dapat menumbuhkan strain penyakit baru dimana spesies penyebab penyakit itu telah dijumpai di Indonesia.

Selama ini tanaman kelapa sawit di Indonesia tidak luput dari gangguan berbagai hama dan penyakit, namun belum pernah dilaporkan adanya kasus layu *Fusarium* (= layu-pembuluh = fusariosis) yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis*. Layu-fusarium merupakan penyakit terpenting kelapa sawit di Afrika dan sekarang telah menyebar ke Amerika Selatan (23). Penyakit ini menyebabkan kerugian ekonomi yang serius di berbagai perkebunan kelapa sawit terutama di Afrika (4). Patogen tersebut bersifat tular-tanah (*soil-borne*), tular-

benih (*seed-borne*), dan tular tepungsari (*pollen-borne*).

Purba *dkk.*, melaporkan bahwa tanah-tanah perkebunan kelapa sawit Indonesia reseptif terhadap patogen penyebab layu fusarium (21). Oleh sebab itu, pengenalan dan pengetahuan mengenai beberapa aspek penyakit asing ini perlu dimiliki terutama oleh petugas karantina, peneliti, dan pekebun. Memperhatikan banyaknya benih impor sekarang ini, maka usahaantisipasi masuknya patogen tersebut melalui pengawasan dan pemeriksaan yang ketat oleh instansi terkait terhadap bahan tanaman kelapa sawit perlu mendapat perhatian lebih serius.

Fusarium oxysporum

Fusarium oxysporum Schl. ex Fr. f.sp. *elaeis* Toovey pertama kali diisolasi dari kelapa sawit terinfeksi pada tahun 1946 (27) tetapi patogenitasnya baru diketahui jelas pada tahun 1951 (11). Patogen ini terutama bersifat saprofitik dalam tanah, memasuki sistem akar utama dan jaringan pembuluh dalam batang melalui akar-akar makan (26). Penyakit ini tidak masuk melalui akar-akar yang utuh tetapi melalui akar-akar yang mati karena kekeringan (22). Locke menunjukkan patogen memasuki jaringan-jaringan akar melalui pneumatoda (14). Isolat-isolat yang berbeda dari *F. oxysporum* termasuk beberapa dari tanah yang tidak pernah ditanami kelapa sawit dapat menginfeksi dan menghambat pertumbuhan bibit kelapa sawit di rumah kaca. Bentuk-bentuk yang berbeda dari penyakit dapat muncul karena eksistensi dari strain-strain patogenik jamur ini sangat beragam virulensinya.

Penelitian mengenai biakan *F. oxysporum* f.sp. *elaedis* telah mendeskripsikan ciri-ciri dari berbagai isolat patogen tersebut (8). Isolat-isolat itu membentuk satu kelompok yang erat dan beberapa bukti menunjukkan adanya mutasi. Secara umum medium yang digunakan menjadi berpigmen setelah 2 minggu dengan warna kebiruan dekat koloni, dan mendifusikan warna merah-muda selama masa inkubasinya.

Jamur *F. oxysporum* f. sp. *elaedis* *in vitro* menghasilkan toksin berupa asam fusarat (5-n-butyl picolinic acid) (17) yang dapat dideteksi dengan cara ekstraksi dan TLC dari bibit terinfeksi (10). Pertumbuhan miselium aerial sangat pesat dan menghasilkan terutama makrokonidia dan konidia melekat langsung dengan miselium. Klamidospora dijumpai dengan ukuran diameter beragam dari 4,5 u hingga 9,0 u. Rerata ukuran makrokonidia berkisar dari 13,5 u dan 3,0 u hingga 33,0 u dan 4,5 u dan biasanya berseptata 1 - 7. Mikrokonidia berukuran 3,0 u dan 1,5 u (Gambar 1) (8).

Berbagai teknik telah dikembangkan untuk melakukan isolasi selektif dan inventarisasi isolat patogen yang ada dalam tanah-tanah perkebunan kelapa sawit. Media selektif yang dipakai adalah peptone - PCNB agar, Dexon - PCNB agar, dan peptone - dextrose - TMN agar. Medium terbaik adalah peptone-dextrose agar (PEDA) sebagaimana yang telah dimodifikasi oleh Aderungboye (3).

Populasi tertinggi jamur tersebut terdapat pada lapisan atas (0 - 15 cm) baik pada pembibitan kelapa sawit maupun yang tidak pernah ditanami kelapa sawit

(1). Juga dilaporkan bahwa populasinya sangat beragam dalam tanah yang berbeda, dan umumnya rendah pada tanah-tanah hutan sekunder (66 propagul/g tanah kering) dan tinggi pada tanah pembibitan kelapa sawit (1600 propagul/g tanah kering), dan pada tanah perkebunan kelapa sawit di mana terdapat serangan layu *Fusarium* (1120 propagul/g tanah kering) (19).

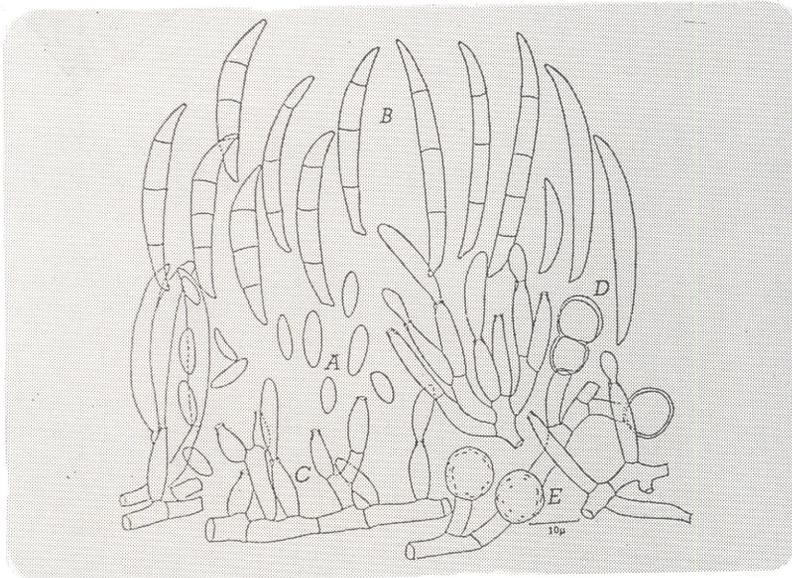
Purba *dkk.* melaporkan bahwa populasi *F. oxysporum* dalam tanah-tanah perkebunan kelapa sawit Sumatera Utara berkisar $1,81 \times 10$ hingga $4,81 \times 10^2$ propagul/g tanah kering, dan merupakan spesies yang dominan tetapi non-patogenik pada kelapa sawit di tempat tersebut. Selain itu dilaporkan juga bahwa

tanah-tanah tersebut reseptif terhadap strain yang patogenik (21).

Penelitian terhadap aktivitas saprofitik patogen ini menunjukkan bahwa jamur tersebut dapat bertahan sedikitnya setahun di tanah dalam kondisi kelembaban yang beragam (16). Strain yang patogenik dan yang non-patogenik bersaing secara saprofitik di rizosfer di dalam tanah (2), namun tanah-tanah yang supresif umumnya mempunyai pH di atas 7 (5).

GEJALA

Telah dideskripsikan gejala penyakit layu *Fusarium* pada bibit kelapa sawit (2, 21) dan pada tanaman dewasa (25, 27, 28), faktor ekologi (29) dan epidemiologinya (18).



Gambar 1. *Fusarium oxysporum*, mikrokonidia (A); makrokonidia (B); konidiofor (C); klamidospora terminal (D); dan klamidospora interkalari (E)
Sumber : Booth (8)

Pembibitan

Gejala awal yang tampak pada bibit biasanya terhambatnya pertumbuhan, daun-daun termuda lebih pendek dan lebih sempit dibandingkan dengan daun-daun yang lebih tua, sehingga tampak bagian atas rata atau bagian tengahnya lebih pendek dan tertekan. Bila infeksi terjadi awal, tidak ada anak-anak daun yang dihasilkan, dan bibit berada dalam kondisi stagnasi dalam waktu lama. Akhirnya jaringan pembuluh di dalam bongkol menjadi nekrosis yang semakin meluas sehingga menyebabkan bibit seperti sangat kekurangan air. Dalam keadaan demikian daun-daun menjadi hijau pucat dan kemudian berubah menjadi kekuningan (Gambar 2). Nekrosis dimulai dari ujung daun dan berkembang ke pangkal pelepah, dan kematian dipercepat oleh meluasnya jaringan busuk oleh saprofit dan parasit-parasit lemah.

Di bagian dalam, jaringan pembuluh pada akar berwarna coklat terang hingga gelap mengarah ke bongkol yang akhirnya menghitam (Gambar 3).

Pada tanaman di lapangan

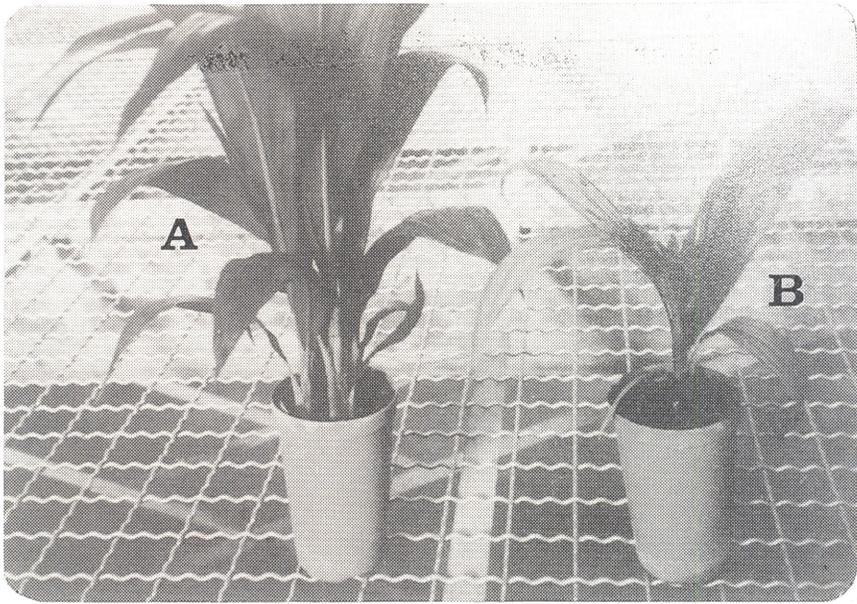
Pada tanaman dewasa dapat diamati gejala penyakit yang lebih khas, baik yang kronis maupun yang akut. Dalam stadium menengah kemungkinan dapat dilihat keragaman penampilan karena pengaruh lingkungan atau karena kerentanan inang.

Pada gejala yang kronis, daun-daun tertua menjadi kurang tegak dan layu sebelum berubah warna menjadi coklat dan kering. Daun-daun mati biasanya patah pada kira-kira $\frac{1}{3}$ bagian pangkal pelepah sehingga bagian atas batang dikelilingi oleh pelepah-pelepah mati yang menggantung.

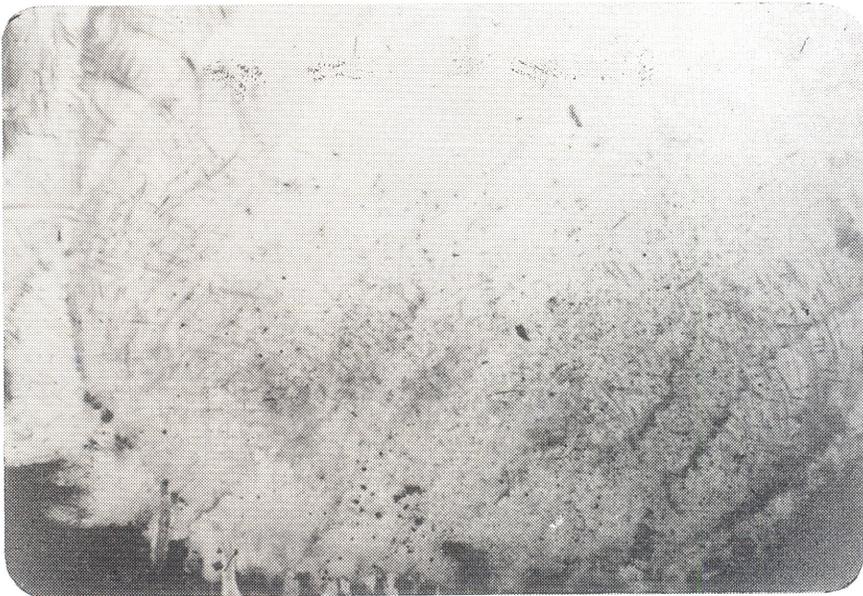
Daun-daun tombak tidak berkembang dengan baik, memendek dengan ukuran $\frac{1}{2}$ dari normal. Daun-daun yang pendek tersebut biasanya terlihat 3-12 bulan setelah gejala awal bentuk kronis, dan tanaman dapat bertahan dalam keadaan demikian untuk beberapa tahun menyusul matinya seluruh tajuk dan jatuh ke tanah (Gambar 4).

Pada tanaman muda berumur kurang dari 6 tahun, gejala awal dari layu-*Fusarium* adalah terlihatnya beberapa pelepah dengan warna kuning terang di tengah tajuk. Sekali gejala demikian mulai terlihat selanjutnya daun-daun yang lebih tua menjadi klorosis. Daun-daun yang baru dihasilkan begitu pendek sehingga kadang-kadang tak mudah dilihat.

Serangan yang akut menyebabkan kematian tanaman lebih cepat. Biasanya 2-3 bulan setelah terlihatnya gejala awal pada daun. Daun pertama yang terserang adalah yang termuda, kira-kira di tengah tajuk. Daun yang lebih tua mati dengan cepat, sering juga tetap tegak sampai mereka patah oleh hembusan angin kemudian disusul oleh patahnya daun tombak.



Gambar 2. Bibit kelapa sawit sehat (A) dan yang terserang layu *Fusarium* (B)
Sumber : INRA, Dijon, France



Gambar 3. Gejala pada jaringan dalam pangkal batang bibit kelapa sawit
Sumber : INRA, Dijon, France



Gambar 4. Gejala layu *Fusarium* pada tanaman dewasa
Sumber : INRA, Dijon, France

Di bagian dalam, patogen berkembang di sepanjang akar melalui jaringan pembuluh, menyebabkan warna merah kecoklatan pada titik pertemuan akar dan batang. Jaringan dalam akar lebih dahulu nekrosis disusul kemudian nekrosis pada jaringan dalam batang. Berkas-berkas jaringan di dalam batang berubah warna dari kuning terang menjadi kuning coklat, coklat gelap dan akhirnya menjadi hitam. Nekrosis terbatas pada pembuluh-pembuluh yang tersumbat oleh tilosis dan deposit getah. Kadang-kadang nekrosis terbatas pada bagian tertentu saja dari batang dan umumnya mengarah ke bagian pucuk. Dengan terlihatnya gejala pada daun, nekrosis jaringan telah menyebar ke bagian pucuk.

Benang-benang jamur terdapat di dalam jaringan pembuluh kayu, sedangkan di luar berkas-berkas pembuluh tidak di-

temukan. Spora-spora berupa mikrokonidia dari *Fusarium* dan juga klamidosporanya ditemukan di dalam berkas pembuluh. Penyumbatan pembuluh ditandai dengan adanya getah, dan sebagian pembuluh tersumbat seluruhnya oleh benang-benang jamur yang melekat dalam getah itu.

PENYEBARAN

Ada hubungan yang erat antara serangan penyakit dengan musim kemarau panjang (26), yang merupakan ciri khas dari lingkungan kelapa sawit di Afrika Barat. Jadi, musim kemarau tampaknya memainkan satu peran penting dalam insiden penyakit. Telah diketahui bahwa lamanya musim kemarau bisa digunakan untuk prediksi terjadinya dan beratnya serangan penyakit layu-pembuluh ini. Juga telah diamati bahwa penyakit sangat nyata pada

akhir musim hujan (14). Hal ini diperkirakan karena pada masa itu terjadi perkembangan yang pesat dari pneumotoda.

Kasus layu *Fusarium* di Nigeria Selatan cukup tinggi dan meluas ke daerah dengan curah hujan tahunan sedang, tetapi rendah di daerah dengan curah hujan tahunan berat di mana musim kemaraunya paling pendek (4).

Penyakit biasanya lebih berat di areal peremajaan dan di kebun di mana sebelumnya penyakit telah ada. Prendergast melaporkan bahwa penyakit terjadi di areal yang terpisah jauh dan kasus di kebun yang telah diremajakan cukup tinggi di antara tanaman yang berdekatan dengan tunggul tanaman sakit (18).

Berbagai faktor telah diketahui sebagai pendorong infeksi atau sesuai bagi perkembangan jamur tersebut. Di antara faktor-faktor nutrisi, kandungan hara K yang rendah, N atau status Mn tampaknya mempunyai implikasi (18, 19, 23), dan beragamnya status hara P dan Mg tampaknya hanya berpengaruh kecil terhadap insiden penyakit (4).

Fluktuasi yang luas dari permukaan air tanah dan suhu tanah yang tinggi cenderung merupakan faktor-faktor yang penting dalam insiden penyakit. Satu insiden penyakit yang lebih tinggi telah tercatat di tanah-tanah berpasir, dibanding di tanah-tanah liat dan pH tanah rendah, yang tergenang secara berkala, merupakan faktor yang tidak sesuai bagi perkembangan penyakit (4). Juga ada bukti-bukti yang jelas dari keragaman genetik dalam toleransi terhadap infeksi,

dan penemuan ini sekarang sedang dieksploitasi sebagai salah satu dasar pengendalian penyakit melalui seleksi dan pemuliaan persilangan-persilangan kelapa sawit yang toleran-layu.

F. oxysporum tersebar luas di tanah kebun kelapa sawit, baik yang ada penyakit layu *Fusarium* maupun yang tidak ada. Pengujian jamur menunjukkan bahwa mereka mempunyai ciri khas sebagai penghuni tanah, persisten dalam waktu lama di tanah dalam kondisi beragam, toleran terhadap pengaruh antagonistik dari mikroorganisme tanah lainnya, dan mampu bertahan secara kompetitif di antara mikroflora tanah lainnya. Selain itu, pengamatan oleh Alabouvette menunjukkan bahwa pertanaman yang berpenutup tanah kacang *Calopogonium* lebih kondusif terhadap layu *Fusarium* dibandingkan dengan penutup tanah *Pueraria* (6).

Penyebaran tanaman sakit di suatu kebun biasanya beragam. Gejala penyakit boleh jadi terbatas pada tanaman yang terasing atau pada kelompok kecil atau besar. Penyebaran dapat terjadi di antara tanaman sakit dan sehat melalui kontak akar, sebagian besar infeksi nampaknya terjadi dalam tanah.

Diduga serangga penyerbuk kelapa sawit *Elaeidobius kamerunicus* bertindak sebagai vektor karena individu serangga yang diamati ternyata tubuh luarnya terkontaminasi dengan *Fusarium* spp. (9).

Faktor lain yang juga bisa mempengaruhi insiden penyakit dan beratnya penyakit adalah pembentukan strain-strain yang berbeda tingkat virulensinya melalui mutasi. Perhatian terutama dipusatkan

pada aspek hubungan inang-patogen mengingat penyaluran bahan tanaman kelapa sawit untuk atau pertukaran dengan negara-negara lain dengan ekologi yang berbeda. Penggunaan benih kelapa sawit khususnya untuk seleksi toleransi terhadap layu *Fusarium* telah dilakukan beberapa tahun yang lalu diberbagai tempat.

Locke dan Colhoun melaporkan bahwa jamur dapat terbawa melalui benih (*seed-borne*) dan memperingatkan perlu kehati-hatian dalam pertukaran benih dan tepung sari secara internasional untuk mencegah penyebaran jamur ke daerah di mana layu *Fusarium* belum dijumpai (15).

PENGENDALIAN

Sampai sekarang tidak ada tindakan kultur teknis atau kimiawi untuk mengendalikan penyakit ini meskipun Renard melaporkan pemakaian fungisida sistemik benomil memberikan hasil yang menggembirakan (23).

Tindakan pengendalian yang giat dikerjakan saat ini adalah menseleksi bahan-bahan tanaman kelapa sawit yang toleran terhadap penyakit layu. Dalam hal ini berbagai metode telah dikembangkan dan dibakukan di berbagai pusat dan laboratorium penelitian di Nigeria, Pantai Gading dan Republik Kamerun (4). Melalui metode ini, bibit-bibit yang toleran diseleksi dan ditanam di lapangan untuk selanjutnya diamati, terutama di Nigeria dan Pantai Gading. Di Pantai Gading telah dilakukan praimunisasi bibit dengan isolat-isolat non-patogenik dari *F. oxysporum* (23) dengan hasil memadai. Walaupun demikian, persilangan-persilangan yang diduga toleran yang ditemukan saat ini telah digunakan di NIFOR (Nigeria),

IRHO (Pantai Gading) dan Perkebunan Unilever di Kamerun untuk produksi benih dalam skala besar untuk disebarkan ke penanaman kelapa sawit.

Aderungboye merekomendasikan persiapan lahan termasuk memusnahkan semua tunggul-tunggul lama, baik kelapa sawit maupun kayuan, sebelum ditanami dengan benih toleran-layu secara terbatas di areal layu *Fusarium* (3).

Menurut Lemanceau and Alabouvette strain yang non-patogenik dari *F. oxysporum* dan bakteri *Pseudomonas* sp. yang fluoresens merupakan agen-agen pengendali hayati yang potensial bagi *F. oxysporum* yang patogenik (6). Penelitian masih terus dilanjutkan untuk membuat suatu kemasan antagonis yang siap pakai.

Layu *Fusarium* tampaknya endemik di Afrika sehingga merupakan faktor pembatas yang besar saat ini. Satu-satunya lokasi penyebaran luar Afrika telah dilaporkan oleh Sanchez Potes, yaitu Colombia (27). Sampai saat ini belum ada informasi yang mengatakan bahwa penyakit ini terdapat di Asia Tenggara. Padahal spesies jamur terdapat di tanah-tanah pertanaman kelapa sawit Malaysia dan Indonesia, dan isolat-isolat *F. oxysporum* sp. *elaedis* dari Afrika Barat dapat menginfeksi bibit kelapa sawit asal Malaysia pada kondisi rumah kaca (12). Tidak adanya penyakit tersebut di Asia Tenggara mungkin sebagian karena kondisi iklim yang kurang sesuai dengan distribusi curah hujan yang merata dan penyinaran yang cukup dibandingkan dengan di Afrika, dan sebagian lainnya adalah karena tidak adanya strain-strain jamur yang bervirulensi tinggi. Di Indonesia, daerah Lampung mempunyai musim kemarau (Mei -

Nopember) setiap tahun, dan kemarau panjang dengan defisit air sebesar 400 - 500 mm tiap 5 tahun (20) agak mirip dengan Afrika Barat asal penyakit ini, sehingga perlu diawasi lebih serius. Bagaimanapun, pengamatan dan pengawasan yang ketat perlu terus dijalankan mengingat laporan dari Locke dan Colhoun bahwa patogen tersebut dapat bersifat tular benih (15). Ho *et al.* melaporkan bahwa isolat patogen asal Yalingimba (Zaire) merupakan isolat yang paling virulen (12). Hal ini perlu digaribawahi bahwa tindakan-tindakan karantina yang ketat harus terus dijalankan dalam pertukaran, peredaran ke luar dan masuk bahan-bahan tanaman kelapa sawit dari Afrika dan Amerika Selatan ke Indonesia khususnya dan ke Asia Tenggara umumnya.

KESIMPULAN

Penyakit layu *Fusarium* pada kelapa sawit yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* merupakan penyakit terpenting di Afrika dan Amerika Selatan yang hingga saat ini tidak terdapat di Indonesia. Penyakit ini dapat menyerang bibit dan tanaman di lapangan, dengan gejala akut atau kronik, menghambat pertumbuhan vegetatif, sangat mengurangi produksi tandan dan akhirnya mematikan tanaman.

Patogen bersifat tular-tanah dan tular-benih, mengkoloni sisa-sisa tumbuhan dan sporulasinya menghasilkan sangat banyak mikro dan makrokonidia serta khlamidospora. Patogen dapat bertahan dalam waktu lama di tanah, mampu menghasilkan strain-strain baru yang mungkin lebih virulen melalui mutasi sehingga lebih sulit dikendalikan.

Penyakit ini belum dapat dikendalikan dengan baik, dan bahan tanaman yang resisten masih dalam penelitian. Oleh karena tanah-tanah perkebunan kelapa sawit Indonesia reseptif terhadap patogen tersebut, dan patogen bersifat tular-benih, maka pengawasan benih dan bahan tanaman impor melalui peraturan-peraturan karantina yang ketat untuk mencegah masuknya patogen ke Indonesia perlu terus ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

1. ADERUNGBOYE, F.O. 1975. Vertical distribution of *Fusarium* species in soil. NIFOR Eleventh Ann. Rep. 1974-1975. p 45.
2. ADERUNGBOYE, F.O. 1976. A wilt disorder of nursery seedlings. NIFOR Twelfth Ann. Rep. 1975-1976. p 51.
3. ADERUNGBOYE, F.O. 1978. Ecological studies on *Fusarium oxysporum* causing the vascular wilt disease on mature oil palm. NIFOR 14th Ann. Rep. 1977-1978.
4. ADERUNGBOYE, F.O. 1981. Significance of vascular wilt in oil palm plantations in Nigeria. The Oil Palm in Agriculture in the Eighties. Paper A3, 11p.
5. ALABOUVETTE, C. 1989. Manipulation of soil environment to create suppressiveness in soil. p : 457-478 In : E. C. Tjamos and C. Beckman (Eds.), NATO-ASI Series, Vol. H 28. Vascular Wilt Diseases of Plants. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.
6. ALABOUVETTE, C. 1993. Naturally occurring disease-suppressive soils. Amer. Chem. Soc. p : 204-210.

7. ALABOUVETTE, C., Y. CONTAUDIER, and J. LOUVET. 1984. Recherches sur la resistance des sols aux maladies. IX. Dynamique des populations de Fusarium sp. et de Fusarium oxysporum f.sp. melonis dans un sol resistant et dans un sol sensible aux fusarioses vasculaires. Agronomic 4 : 729 - 733.
8. BOOTH, C. 1971. The Genus Fusarium. Commonwealth Mycol. Inst., Kew, Surrey, England. p : 130-154.
9. COOPER, R.M., J. FLOOD and, R. MEPSTED. 1989. Fusarium wilt of oil palm: transmission, isolate variation, resistance. p : 247-258 In : C. Tjamos and C. Beckman (Eds.), NATOASI Series, Vol. H 28. Vascular Wilt Diseases of Plants. Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg.
10. DAVIS, D. 1969. Fusaric acid in selective pathogenicity of Fusarium oxysporum. Phytopathology 59 : 1391 - 1395.
11. FRASELLE, J.V. 1951. Fusarium oxysporum Schl. F. as the cause of vascular wilt disease of the oil palm (Elaeis guineensis Jacq.). Trans. Br. Mycol. Soc. 34 : 492-496.
12. HO, Y.W., G. VARGHESE, and G.S. TAYLOR. 1985. Pathogenicity of Fusarium oxysporum isolates from Malaysia and F. oxysporum sf.sp. elaeidis from Africa to seedling of oil palm. Phytopath. Z. 114 : 193-202.
13. LEMANCEAU, P., and C. ALABOUVETTE. 1993. Suppression of fusarium wilts by fluorescent pseudomonads : Mechanisms and applications. Biocontr. sci. Tech. 3 : 219-234.
14. LOCKE, T. 1972. A study of vascular wilt disease of oil palm seedlings. Ph.D. thesis, Univ. Manchester, Manchester, England. pp 136.
15. LOCKE, T. and J. COLHOUN. 1973. Fusarium oxysporum f.sp. elaeidis as a seed-borne pathogen. Trans. Br. Mycol. Soc. 60 : 594-595.
16. PARK, D. 1958. The saprophytic status of Fusarium oxysporum Schl. causing vascular wilt of oil palm. Ann. Bot. 22 : 19-35.
17. PEGG, G.F. 1981. Biochemistry and physiology of pathogenesis. p : 193 In : M. E. Mace, A.A. Bell, and C.H. Beckman (Eds.), Fungal wilt Disease of Plants. Academic Press, New York.
18. PRENDERGAST, A.G. 1957. Observations on the epidemiology of vascular wilt disease of the oil palm (Elaeis guineensis Jacq.). J.W. Afr. Inst. Oil Palm Res. 2 : 148-175.
19. PRENDERGAST, A.G. 1963. A method of testing oil palm progenies at the nursery stage for resistance to the vascular wilt caused by Fusarium oxysporum Schl. J.W. Afr. Inst. Oil Palm Res. 4 ; 156-175.
20. PURBA, P., and A. U. LUBIS. 1991. Limiting factors on oil palm yield in west part of Indonesia. 1991 PORIM Int'l. Palm Oil Conf. Proc. Module I. p : 239-301.
21. PURBA, R.Y., A. SIPAYUNG and A. DJAMIN. 1995. Analisis mikroflora dan uji reseptivitas tanah perkebunan kelapa sawit Sumatera terhadap fusariosis. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit, 1995, 3(1) : 45-55.