

ANALISIS MIKROFLORA DAN UJI RESEPTIVITAS TANAH PERKEBUNAN KELAPA SAWIT SUMATERA UTARA TERHADAP FUSARIOYSIS

Rolettha Y. Purba, A. Sipayung dan A. Djamin

ABSTRAK

Layu fusarium (fusariosis) pada kelapa sawit tidak terdapat di Indonesia hingga saat ini. Studi untuk mengetahui peranan mikroflora tanah dan uji reseptivitas enam contoh tanah perkebunan kelapa sawit Sumatera Utara terhadap fusariosis dilakukan pada awal 1994 di Dijon, Perancis.

Hasilnya menunjukkan bahwa populasi berbagai mikroflora yang ditemukan pada keenam sampel, yakni bakteri, cendawan, dan Fusarium spp beragam. Spesies Fusarium yang dominan adalah F. oxysporum. Semua contoh tanah tersebut reseptif terhadap F. oxysporum f.sp. lini yang menyebabkan fusariosis pada flax. Namun tidak dijumpai hubungan yang jelas antara tingkat reseptivitas tanah dengan populasi mikrofloranya.

Kata kunci : kelapa sawit, *Fusarium oxysporum*

PENDAHULUAN

Hingga saat ini kasus layu fusarium (fusariosis) pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) yang disebabkan oleh cendawan *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* belum pernah dilaporkan terdapat di Indonesia dan negara penanam kelapa sawit lainnya di Asia Tenggara. Fusariosis merupakan penyakit terpenting kelapa sawit di Afrika dan Amerika Selatan (12). Penyakit ini telah menyebabkan kerugian ekonomi cukup besar dan sampai sekarang belum dapat dikendalikan dengan baik di lapangan. Penyakit ini merupakan salah satu penyakit kelapa sawit yang dicegah masuk ke Asia Tenggara.

Suatu studi untuk mengetahui reseptivitas tanah perkebunan kelapa sawit Sumatera Utara terhadap fusariosis telah dilakukan pada awal tahun 1994 yang lalu, dalam rangka kerjasama penelitian antara Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS), Indonesia, dengan Centre de Cooperation In-

ternationale en Recherche Agronomique pour le Developpement, Departement des Cultures Perennes (CIRAD-CP), Perancis.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratoire de Recherche sur la Flore Pathogene du Sol, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Dijon, Perancis, dari Januari sampai dengan Maret 1994.

Contoh tanah yang diteliti diambil dari enam lokasi perkebunan kelapa sawit di Sumatera Utara, yaitu Adolina (AD), Laras (LA), Gunung Bayu (GB), Dolok Sinumbuh (DS), Marihat (MA) dan Pasir Mandoge (PM), masing-masing 15 kg bobot kering udara.

Analisis mikroflora tanah

Mikroflora tanah yang hendak dianalisis adalah total bakteri, total cen-

dawan, dan total *Fusarium* spp. Metode yang digunakan adalah teknik pengenceran (dilution plate technique) seperti dikemukakan oleh Johnson dan Curl (8).

Medium pertumbuhan untuk bakteri digunakan King's Medium-B (KM-B) seperti yang dikembangkan oleh King *et al.* (9), sedangkan untuk cendawan digunakan Malt Acid Medium (MAM). Khusus untuk *Fusarium* spp. digunakan medium selektif, yaitu Komada's Medium (KM) sesuai dengan yang diperkenalkan oleh Komada (10). Sterilisasi medium dilakukan pada suhu 110°C selama 40 menit. Untuk mendapatkan volume medium yang homogen dalam setiap cawan Petri digunakan Zypette.

Pengamatan koloni (Colony Forming Unit - CFU) dilakukan 7 hari setelah inokulasi. Selain itu, diamati juga kemungkinan adanya koloni bakteri *Pseudomonas* yang fluoresens dengan bantuan lampu violet-ultra. Untuk memudahkan penghitungan jumlah koloni cendawan dan *Fusarium* spp. digunakan Colony Counter Quartz yang digital.

Untuk memastikan genera dan spesies cendawan *Fusarium* spp. maka dilakukan pengamatan mikroskopik dengan perbesaran 400x, serta berpedoman kepada buku pegangan Booth (4), sedangkan untuk cendawan lain berpedoman pada Domsch *et al.* (6).

Uji reseptivitas tanah

Kegiatan ini dimaksudkan adalah untuk mengetahui penerimaan tanah dan daya dukungnya terhadap pertumbuhan dan perkembangan *F. oxysporum* strain yang patogenik.

Percobaan dilakukan dalam pot plastik volume 400 ml berisi 375 g tanah. Bagian bawah pot lebih dahulu

diisi dengan 50 ml argile steril, sedangkan bagian atas tanah ditaburi dengan 30 ml super clean steril tiap pot. Tanaman uji yang digunakan adalah flax (*Linum usitatissimum*) dengan 10 tanaman tiap pot.

Patogen yang digunakan adalah *F. oxysporum* f.sp. *lini* No. 35 (Foln-35) yang virulen terhadap flax, dengan empat taraf kerapatan inokulum, yaitu kontrol (D0), 5000 CFU/ml (D1), 10000 CFU/ml (D2), dan 20000 CFU/ml (D3). Perlakuan diulang lima kali. Selanjutnya pot-pot ditempatkan secara acak di dalam growth chamber dengan pengaturan suhu 15°C malam selama 12 hari dan 17°C siang selama 10 hari. Penyiraman dilakukan setiap pagi sebanyak 40 ml air steril/pot.

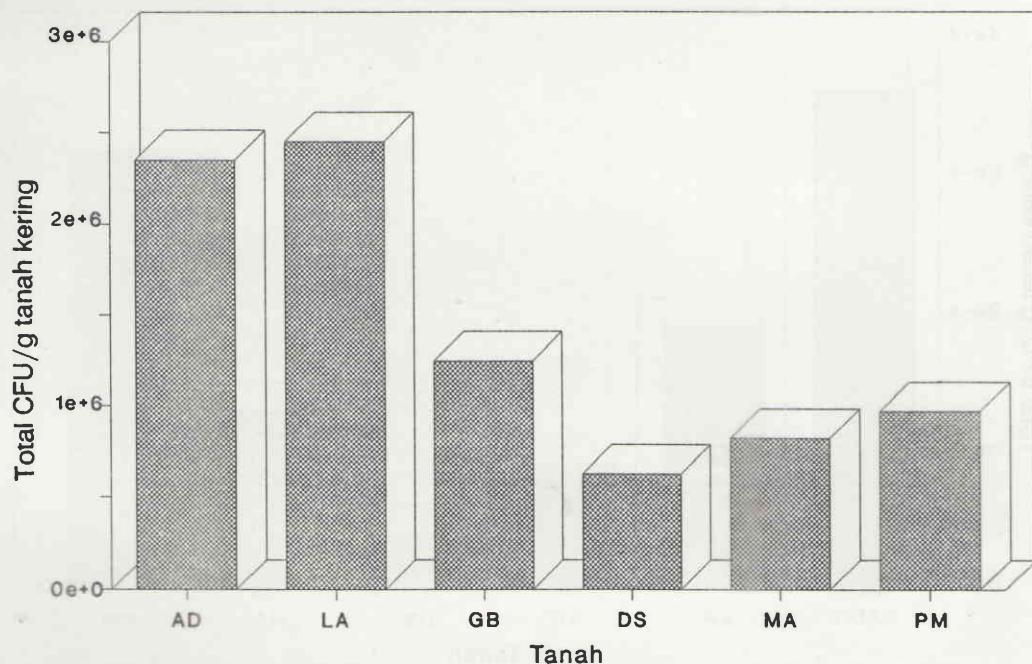
Pengamatan dilakukan 3 minggu setelah perlakuan, setiap 4 hari sekali dengan menghitung jumlah tanaman sakit bergejala khas fusariosis. Selain itu, dicatat juga gejala yang disebabkan oleh hal lain jika ada. Untuk pembuktian penyebab penyakit maka dilakukan reisolasi dari potongan pangkal batang flax sakit pada medium MAM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mikroflora tanah

• Total bakteri

Pertumbuhan dan perkembangan koloni bakteri cukup baik, dan secara visual terlihat beberapa koloni yang jelas berbeda. Total bakteri cukup bera-gam, dari yang terendah pada tanah DS (5.5×10^5 CFU/g) disusul semakin tinggi pada tanah MA (8.00×10^5 CFU/g), PM (9.82×10^5 CFU/g), GB (1.27×10^6 CFU/g), AD (2.40×10^6 CFU/g), dan yang tertinggi pada tanah LA (2.47×10^6 CFU/g) (Gambar 1).

**Gambar 1. Kerapatan populasi bakteri pada enam contoh tanah Sumatera Utara***Figure 1. Bacterial population density in six North Sumatra soil samples*

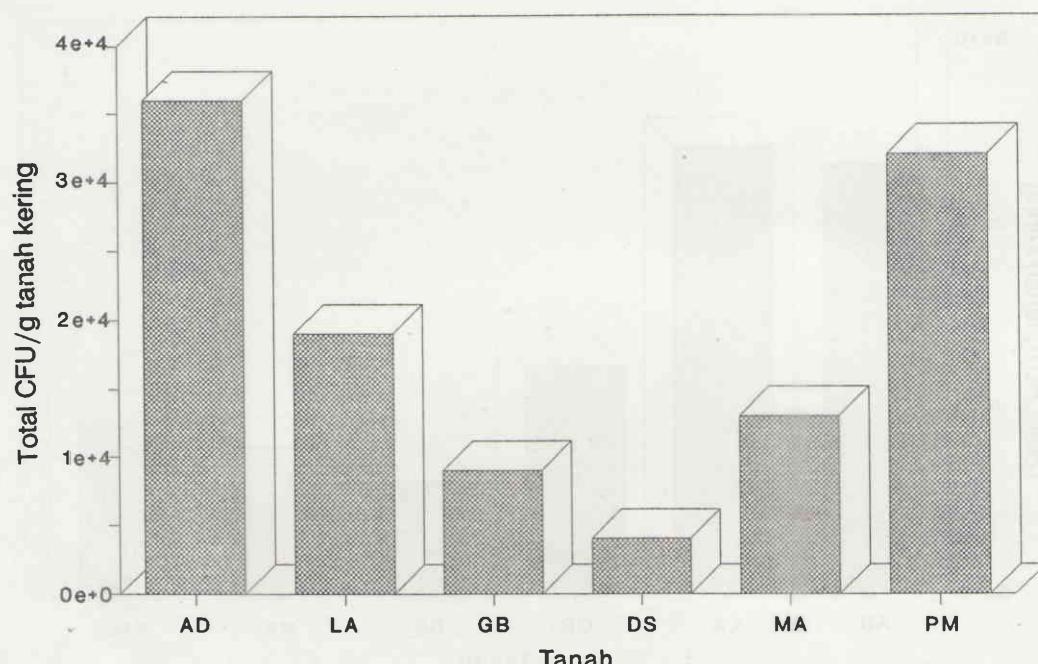
Menurut Alexander (3) kemampuan suatu mikroba untuk bertahan hidup dan menetap di suatu tempat sangat ditentukan oleh keadaan lingkungan di tempat itu, antara lain pH tanah, senyawa organik dan anorganik, kelembaban, suhu, aerasi, letaknya dalam profil tanah, iklim tempat tersebut, dan komposisi mikroflora serta vegetasinya.

Berdasarkan pengamatan di bawah lampu violet-ultra tidak ditemukan koloni bakteri *Pseudomonas* yang fluoresens, padahal pada percobaan pendahuluan ditemukan satu koloni yang fluoresens. Hal ini menunjukkan bahwa tanah-tanah perkebunan kelapa sawit Sumatera Utara mempunyai kandungan bakteri fluoresens yang sangat rendah, padahal bakteri tersebut merupakan salah satu bakteri antagonis yang sangat potensial untuk menekan fusariosis (11).

- **Total cendawan**

Berbagai genera cendawan tumbuh dengan baik pada medium MAM, dengan populasi yang beragam, dari yang terendah (4.05×10^3 CFU/g) pada tanah DS, disusul lebih tinggi berturut-turut pada tanah GB (8.92×10^3 CFU/g), PM (3.23×10^4 CFU/g), dan yang tertinggi adalah pada tanah AD (3.63×10^4 CFU/g) (Gambar 2).

Pengamatan secara mikroskopik menunjukkan bahwa cendawan yang tumbuh adalah genera *Trichoderma*, *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Gliocladium*, dan *Fusarium*, namun populasi tiap genus tidak dihitung. *Trichoderma*, *Penicillium*, dan *Gliocladium* merupakan genera cendawan tanah penghuni rizosfer, saprofitik pada bahan organik sisanya tumbuhan, dan antagonistik terhadap berbagai cendawan patogenik termasuk *Ganoderma boninense* (1, 5).



Gambar 2. Kerapatan populasi kumulatif cendawan pada enam contoh tanah Sumatera Utara

Figure 2. Fungal population density in six North Sumatra soil samples

Jika dibandingkan dengan tanah asal Afrika dan Malaysia yang mempunyai kerapatan populasi berkisar 3.90×10^3 hingga 1.30×10^5 CFU/g (13), ternyata kandungan cendawan tanah asal enam kebun di Sumatera Utara sedikit lebih rendah.

- Total *Fusarium* spp.

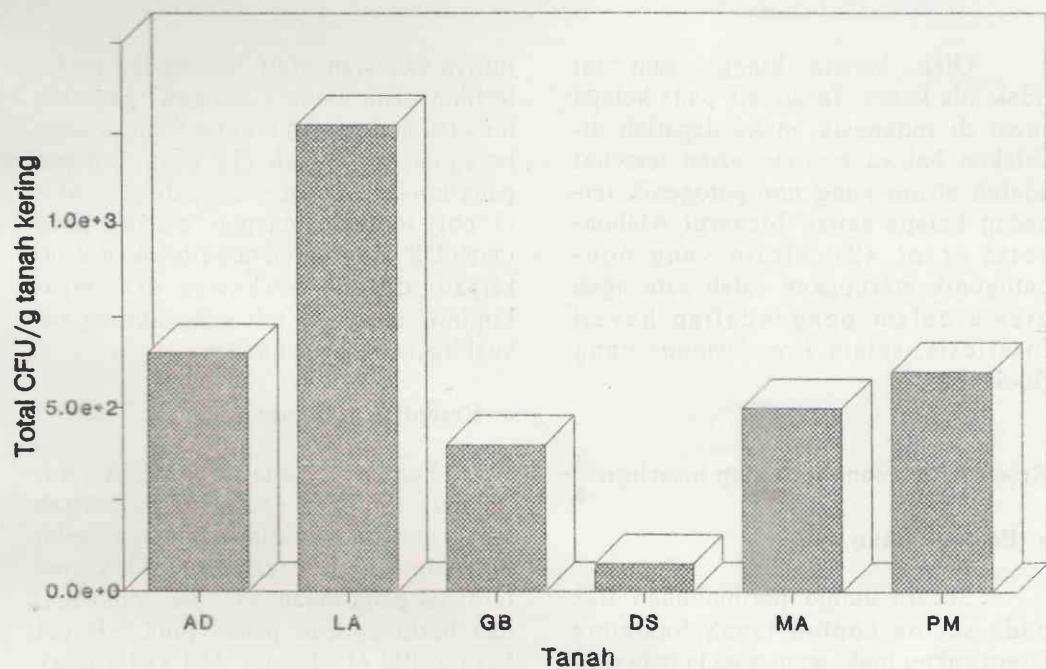
Beberapa spesies cendawan dari genus *Fusarium* tumbuh dan berkembang dengan baik. Seperti halnya bakteri dan cendawan, total *Fusarium* juga beragam. Tanah DS mempunyai kandungan terendah (8.89×10^2 CFU/g), disusul lebih tinggi berturut-turut pada tanah GB (4.07×10^2 CFU/g), MA (5.13×10^2 CFU/g), PM (6.09×10^2 CFU/g), AD (6.39×10^2 CFU/g), dan tertinggi (6.09×10^3 CFU/g) pada tanah LA (Gambar 3).

Kerapatan populasi *Fusarium* pada tanah asal Afrika dan Malaysia adalah 1.50×10^2 hingga 2.20×10^2 CFU/g (13). Dengan demikian tanah Indonesia lebih kaya kandungan *Fusarium*nya meskipun tidak merata penyebarannya.

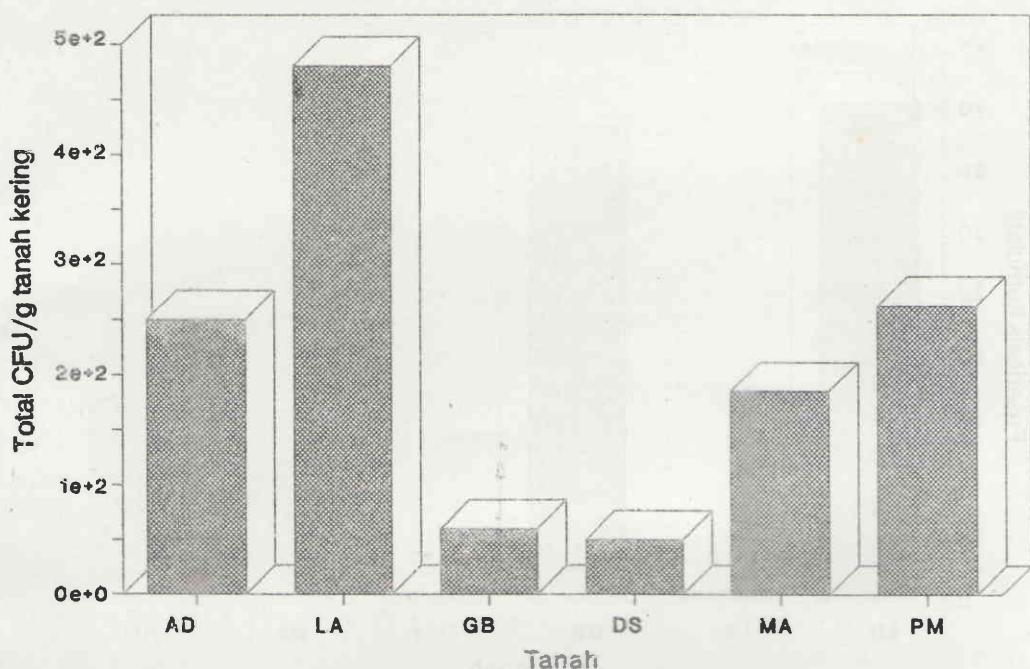
Pengamatan secara mikroskopik menunjukkan bahwa spesiesnya terdiri dari yang dominan *F. oxysporum* disusul lebih rendah *F. solani* dan *F. roseum*. Kerapatan populasi *F. oxysporum* juga beragam, dari yang terendah (1.81×10^2 CFU/g) pada tanah DS hingga yang tertinggi (4.81×10^2 CFU/g) pada tanah LA (Gambar 4).

Dominasi spesies *F. oxysporum* pada tanah Sumatera Utara sama dengan tanah asal Kamerun, tetapi berbeda dengan tanah asal Pantai Gading dan Malaysia yang didominasi oleh *F. solani* (13).

Uji reseptivitas tanah terhadap fusariosis



Gambar 3. Kerapatan populasi *Fusarium* pada enam contoh tanah Sumatera Utara
Figure 3. *Fusarium* population density in six North Sumatra soil samples



Gambar 4. Kerapatan populasi *F. oxysporum* pada enam contoh tanah Sumatera Utara
Figure 4. *F. oxysporum* population density in six North Sumatra soil samples

Oleh karena hingga saat ini tidak ada kasus fusariosis pada kelapa sawit di Indonesia, maka dapatlah dikatakan bahwa *F. oxysporum* tersebut adalah strain yang non-patogenik terhadap kelapa sawit. Menurut Alabouvette *et al.* (2), strain yang non-patogenik merupakan salah satu agen utama dalam pengendalian penyakit fusariosis, selain *Pseudomonas* yang fluoresens.

Reseptivitas tanah terhadap fusariosis

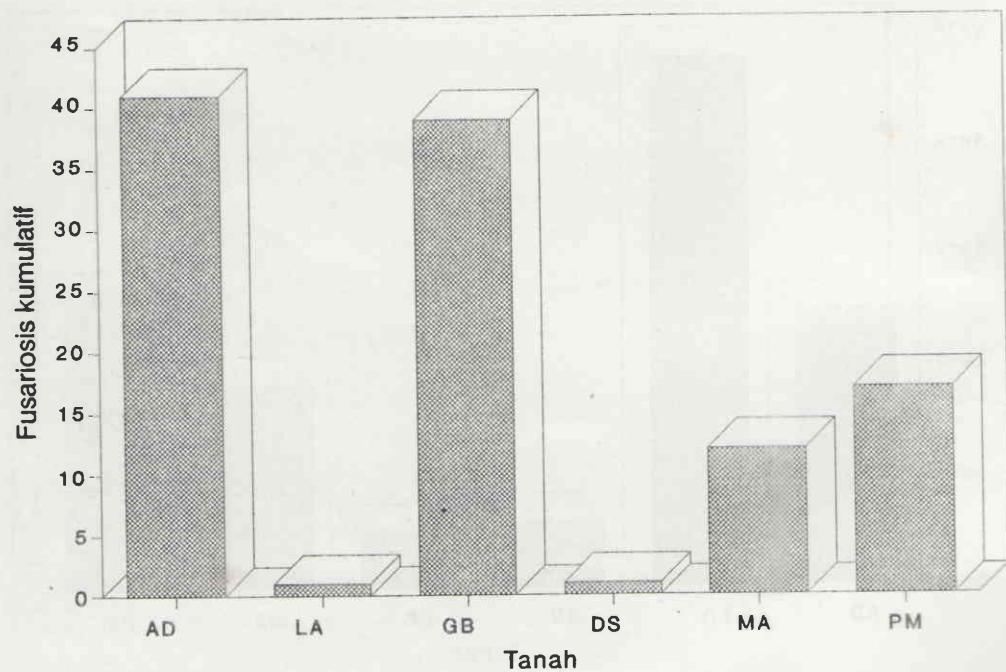
• Pertumbuhan flax

Secara umum pertumbuhan flax pada semua contoh tanah Sumatera Utara cukup baik, namun pada beberapa pot jelas terlihat gejala fitotoksik, yang ditandai dengan stagnasi pertumbuhan, layu, menguning, mengering, dan selan-

jutnya tanaman mati. Kasus ini mulai terlihat pada umur 3 minggu pada semua tanah dengan kumulatif kasus yang beragam, terbanyak (12 pot) terdapat pada tanah LA dan yang paling sedikit (1 pot) terdapat masing-masing pada tanah DS dan AD. Gejala fitotoksitas ini terjadi diduga berkaitan erat sifat kimia tanah contoh yang kurang sesuai bagi pertumbuhan flax.

• Reseptivitas tanah

Fusariosis pada flax hingga umur 25 hari terdapat pada semua contoh tanah dengan kumulatif tanaman sakit beragam. Jumlah tertinggi (43 kasus) terdapat pada tanah AD, dan lebih rendah berturut-turut pada tanah GB (41 kasus), PM (19 kasus), MA (14 kasus), dan terendah (1 kasus) masing-masing terdapat pada tanah DS dan LA (Gambar 5).



Gambar 5. Kasus fusariosis pada enam contoh tanah Sumatera Utara

Figure 5. Fusariosis cases in six North Sumatra soil samples

Kenyataan tersebut menunjukkan bahwa tanah perkebunan kelapa sawit Sumatera Utara reseptif terhadap *F. oxysporum* patogenik yang dalam studi ini digunakan strain Foin-35. Klasifikasi tanah berdasarkan reseptivitasnya adalah sebagai berikut :

AD > GB > PM > MA > DS = LA

Secara teoritis, tanah dapat berreaksi melalui sifat-sifat fisiko-kimia-winya dan/atau karakteristik mikrobianya. Dengan kata lain, faktor biotik dan abiotik berperan sangat penting. Rendahnya kasus fusariosis pada tanah DS dan LA kemungkinan disebabkan oleh pengaruh faktor yang berbeda. Pada tanah LA peran mikroflora diduga lebih besar, sedangkan pada tanah DS peran fisiko-kimiawinya yang diperkirakan lebih menonjol.

Reisolasi patogen dari pangkal batang flax sakit menunjukkan hasil 100% terinfeksi oleh *F. oxysporum*. Pertumbuhan vegetatif dan generatif patogen baik sekali dan menyebabkan perubahan warna medium dari kuning muda bening menjadi ungu kecoklatan dan keruh, yang menunjukkan adanya difusi suatu substansi kimiawi, diduga asam fusarat. Menurut Goodman *et al.* (7), *F. oxysporum* menghasilkan asam fusarat ke dalam medium pertumbuhannya sebagai salah satu metabolit sekunder, merupakan toksin yang non-spesifik.

KESIMPULAN

Tanah perkebunan kelapa sawit Sumatera Utara mempunyai kandungan mikroflora yang beragam. Secara umum, tanah LA, AD, dan PM mempunyai kandungan relatif tinggi, sedangkan tanah GB, MA, dan DS relatif rendah. Spesies *Fusarium* yang dominan adalah *F.*

oxysporum, strain yang non-patogenik terhadap kelapa sawit.

Semua tanah tersebut reseptif terhadap strain yang patogenik, namun reseptivitasnya beragam. Tanah AD paling reseptif, sedangkan tanah DS dan LA kurang reseptif. Tidak dijumpai hubungan yang jelas antara reseptivitas tanah terhadap fusariosis dengan kandungan mikroflora.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Pusat Penelitian Kelapa Sawit, dan kepada Direktur CI-RAD-CP, Paris, atas kepercayaan yang diberikan untuk mengikuti latihan. Ucapan terima kasih yang sama disampaikan kepada Dr C. Alabouvette dan Ms. Catherine Abadie dari INRA, Dijon, atas semua perhatiannya selama penulis mengikuti training.

DAFTAR PUSTAKA

1. ABADI, A. L. 1987. Biologi *Ganoderma boninense* Pat. pada kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dan pengaruh beberapa mikroba tanah antagonistik terhadap pertumbuhannya. Disertasi Doktor. Fakultas Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor. 147p.
2. ALABOUVETTE, C., P. LEMANCEAU, AND C. STEINBERG. 1993. Recent advances in the biological control of fusarium wilts. Pesticide Sci. 1993, 37: 365 - 373.
3. ALEXANDER, M. 1977. Introduction to Soil Microbiology. 2nd Ed. John Wiley & Sons, New York. 467p.
4. BOOTH, C. 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycol. Institute, Kew, England. 237p.
5. DHARMAPUTRA, O. S. 1989. Fungi antagonistik terhadap *Ganoderma boninense* Pat. penyebab penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit di kebun Adolina, Sumatera Utara. BIOTROP/TAGR/89/736. SEAMEO-BIOTROP, Bogor, Indonesia. p: 28 - 43.
6. DOMSCH, K. H., W. GAMS, and T. H. ANDERSON. 1980. Compendium of Soil Fungi. Vol.I. Academic Press. London. 859p.

7. GOODMAN, R. N., Z. KIRALY, and M. ZAITLIN. 1967. The Biochemistry and Physiology of Infectious Plant Disease. D. Van Nostrand Company Inc., Princeton, New Jersey. 354p.
8. JOHNSON, L. F., and E. A. CURL. 1972. Methods for Research on the Ecology of Soil-Borne Plant Pathogens. Burgess Publ. Co., Minneapolis, USA. 247p.
9. KING, E. D., M. K. WARD, and D. E. RANCY. 1954. Two simple media for the demonstration of pyocyanin and fluorescin. Journal Lab. Chem. Med. 44: 301 - 307.
10. KOMADA, H., and A. EZUKA, 1970. Ecological Study of *Fusarium* diseases of Vegetable crops. I. Survival of pathogenic fusaria in different soil types. Res. Prog. Rept. Tokai-Kinki Nat. Agric. Exp. Stn (6) : 1-6.
11. LEMANCEAU, P., and C. ALABOUVETTe. 1993. Suppression of fusarium wilts by fluorescent Pseudomonads: Mechanisms and Applications. Biocontrol Sciences and Technology. (3), 219 - 234.
12. RENARD, J. L. 1976. Disease in Africa and South America. In : R. H. V. Corley, J. J. Hardon, and B. J. Wood (Eds) Oil Palm Research. Elsevier, Amsterdam. 447p.
13. RENARD, J. L. 1993. Etude de la Receptivité des Sols à la Fusariose du Palmier à Huile : rôle des facteurs biotiques et abiotiques des sols dans l'expression de cette réceptivité. Rapport semestriel No. 1. Décembre 1992 - Mai 1993. Doc. No. CP - 77.

Microfloral analysis and study of soil receptivity to fusariosis of oil palm plantations in North Sumatra

Rolettha Y. Purba, A. Sipayung and A. Djamin

Abstract

Hitherto *Fusarium* wilt (fusariosis) of oil palm has not been found in Indonesia. A laboratory trial to study the roles of soil microfloral and a receptivity test of six soil samples of North Sumatra oil palm plantations were conducted in early 1994 at Dijon, France.

The result shows that population of several microflora i.e. bacteria, fungi, and *Fusarium* spp., was varied. Dominant species of the *Fusarium* was *F. oxysporum*. All soil samples were receptive to *F. oxysporum* f. sp. *lini* which causes fusariosis on flax. Nevertheless, there was no clear relationship between the level of soil receptivity and the microfloral population quantified in each soil sample.

INTRODUCTION

Hitherto *fusarium* wilt disease (fusariosis) in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) caused by *Fusarium oxysporum* f.sp. *elaeidis* has not been found in Indonesia and other palm oil producing countries in Southeast Asia. Fusariosis is an important oil palm disease in Africa and South America (12). The disease is causing a serious economic loss and until now appropriate control measures have not been found.

The disease is under strict quarantine to prevent its migration into Southeast Asian countries.

The receptivity of soil of several oil palm plantations in North Sumatra to fusariosis was studied in the early 1994 under the research cooperation between Indonesian Oil Palm Research Institute with the Centre de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Département des Cultures Perennnes (CIRAD-CP), France.

MATERIALS AND METHODS

This study was conducted in the Laboratorium de Recherche sur la Flore Pathogene du Sol, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Dijon, France from January to March, 1994. Soil samples were taken from six locations in oil palm plantations in North Sumatra, i.e. Adolina (AD), Laras (LA), Gunung Bayu (GB), Dolok Sinumbah (DS), Marihat (MA), and Pasir Mandoge (PM), 15 kg from each location.

Soil microfloral analysis

The total numbers of the bacteria, the fungi and the *Fusarium* spp. were obtained from the analysis. The analysis was done using the dilution plate technique of Johnson and Curl (8).

The bacteria were grown on King's Medium-B medium, developed by King *et al.* (9), while the fungi in Malt Acid Medium (MAM). The *Fusarium* spp. itself was grown in a selective medium of Komada (10). The media were sterilized by subjecting them to 110°C for 40 min.

The Colony Forming Unit was observed 7 days after inoculation. The possibility of presence of fluoresced *Pseudomonas* bacterium was detected by UV lamp. The *Fusarium* colony number was counted by digital Colony Counter Quartz and identified by microscopic examination (400 x magnification), and textbook by Booth (4) while other fungi by Domsch *et al.* (6).

Soil receptivity

The receptivity of the soil sample and its capacity to support the development of the pathogenic *F. oxysporum* was investigated in this experiment. The

experiment was done in 400 ml pot filled with 375 g soil. Before filling with soil, 50 ml or "argile" steril was introduced into the pot and later 30 ml of "super clean" sterile was scattered on top of the soil. Into each pot 10 flax (*Linum usitassium*) plants were planted.

The experiment used four inoculum densities of *F. oxysporum* f.sp. *lini* No. 35 (Foin-35), a virulent strain to flax. Control, $D_1 = 5000$ CFU/ml, $D_2 = 10.000$ CFU/ml, and $D_3 = 20.000$ CFU/ml, replicated five times. The pots were placed in growth chamber under 15°C as night temperature for 12 days and 17°C as day temperature for 10 days. The plant was watered with 400cc sterile water/pot.

Diseased plant showing typical symptoms of fusariosis was observed 3 weeks after planting at 4-day interval. Any other symptoms were also observed. To confirm the causal agent, the base of the diseased stem was grown in MAM medium.

RESULTS AND DISCUSSION

Soil microflora

- Bacterial number

The bacteria grew and developed quite normally and some differences were noticed among the bacterial colonies. The bacterial total number of the different colonies varied to each other. DS soil had the smallest number, i.e. 5.5×10^5 CFU/g, MA soil had 8.07×10^5 CFU/g, PM 9.82×10^5 CFU/g, GB 1.27×10^6 CFU/g, AD 2.40×10^6 CFU/g, and the highest was 2.47×10^5 CFU/g in LA soil (Fig. 1).

The variability in bacterial density among the different estates might be

due to difference in factors influencing the microbial content in the soil. Alexander (3) stated that the ability of a microbe to exist and survive in an environment is strongly influenced by the condition of the environment itself, among others the soil pH, organic and inorganic compounds, humidity, soil temperature, aeration, profile, microfloral composition and above-ground vegetation.

After examining it with UV lamp, no fluoresced colony was found, although in preliminary observation a colony was suspected to be fluoresced. It shows that the oil palm soils from North Sumatra contains no or very little fluoresced colony which is very important to control fusariosis (11).

• Fungal number

Several fungal general grew well on MAM medium, varied from the lowest number (4.05×10^3) in DS soil, then in GB, PM soils successively (8.92×10^3), (3.23×10^4) and the highest in AD soil (3.63×10^4 CFU/g dry soil) (Fig. 2)

Microscopic examination showed that the fungal populations were *Trichoderma*, *Penicillium*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Gliocladium* and *Fusarium*, but the population of each genus was not counted. *Trichoderma*, *Penicillium*, and *Gliocladium* were found in the rhizosphere. They are saprophytic on plant debris and antagonistic on several plant pathogenic fungi included *Ganoderma boninense* (1, 5).

Comparing with African and Malaysian soils with total fungi ranged from 3.90×10^3 to 1.30×10^5 CFU/g (13). It is fact that fungal soil content of six estates in North Sumatra was lower.

• Total *Fusarium* spp.

Several *Fusarium* species grew and developed satisfactorily. Like bacteria and fungi, the total *Fusarium* number also varied. DS soil had the smallest content (8.89×10^2 CFU/g) then GB (4.07×10^2 CFU/g), MA (5.13×10^2 CFU/g), PM (6.09×10^2 CFU/g), AD (6.39×10^2 CFU/g) and the highest : LA (6.09×10^3 CFU/g) (Fig. 3).

The *Fusarium* population density of African and Malaysian soils is, 1.50×10^2 - 2.20×10^2 CFU (13). Indonesian soil, therefore is richer in *Fusarium* density although not well distributed.

Microscopic examination revealed that there were three species of *Fusarium*, i.e. *F. oxysporum*, *F. solani*, and *F. roseum*. Nevertheless, *F. oxysporum* was the dominat species with population ranging from 1.81×10^2 CFU/g in DS soil to 4.81×10^2 CFU/g of LA soil (Fig. 4).

F. oxysporum dominance in North Sumatra oil palm plantation soils was quite same with those of Cameron, but differed from those of Ivory Coast and Malaysia where the dominant species was *F. solani* (13).

Hitherto, no case of fusariosis has been found in Indonesia. therefore, it can be considered that the *F. oxysporum* present in North Sumatra oil palm plantation soils is a non-pathogenic strain, especially to oil palm. Alabouvette *et al* (2) noted that besides fluorescent *Pseudomonas*, the non-pathogenic *F. oxysporum* is one of the main biocontrol agents for fusariosis.

Soil receptivity to fusariosis

• Growth of flax

Generallythe vegetative growth of flax in six North Sumatran soil sam-

ples seemed satisfactorily, but in several cases there were phytotoxic symptoms which was identified by stunted growth, wilting, change in color, drying, and dying plants. The varying symptoms began to appear 3 weeks after sowing, occurred on all soil samples ;the highest (12 pots) was found in LA soil, while the lowest (1 pot) was found in DS and AD soils. Phytotoxicity symptoms might be closely related with chemical characteristics in the soil samples.

- Soil receptivity

Fusariosis symptoms appeared on 25 days after sowing flax in all soil samples with varying number on in diseased plants. The highest case of fusariosis (43 cases) was found in AD soil, then respectively, GB, PM, and MA soils with 41, 19, and 14 cases, and the lowest case (1 case each) was found in DS and LA soils (Fig. 5).

The result shows that the soils of North Sumatran oil palm plantations were receptive to the pathogenic strain of *F. oxysporum* used in this study. Soil receptivity was classified as follows :

$$\text{AD} > \text{GB} > \text{PM} > \text{MA} > \text{DS} = \text{LA}$$

Theoretically, soils could react according to their physico-chemical or microbial characteristics. On the other hand, both biotic and abiotic factors have very important roles. Low level of fusariosis cases in DS and LA soils was possibly influenced by different factors. In the case of LA soil, role of microfloral was stronger, while in DS soil the role of physico-chemical properties might be stronger than the microfloral composition.

Reisolation of the pathogen from trunk base of the infected flax showed 100% positive infection by *F. oxysporum*. Vegetative and generative growth of pathogen was excellent and caused the media color change from clear light yellow to dark violet-brownish, which showed the presence of diffused chemical substance, possibly fusaric acid. According to Goodman *et al* (7). *F. oxysporum* produced fusaric acid which is a non-specific toxin into its growth medium as one of secondary metabolites.

CONCLUSIONS

Soils from oil palm plantations of North Sumatra varied in their microfloral populations. Generally, LA, AD, and PM soils had relatively higher population while GB, MA, and DS soils were relatively low. The too dominant *fusarium* species was *F. oxysporum* strain which is non-pathogenic oil palm.

All soils were receptive to pathogenic strain, but they varied in their receptivities. AD soil was very receptive, while DS and LA soils were less receptive. There was no clear relationship between the level of soil receptivity and the microfloral density to fusariosis.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank the Directors of the Indonesia Oil Palm Research Institute and CIRAD-CP, Paris, for giving RYP the opportunity to participate in the training in France. The same gratitude is conveyed to Dr C. Alabourelle and Ms. Catherine Abadie.