

KOMUNITAS FUNGI RIZOSFER PISANG LOKAL DI PANDEGLANG

FUNGAL COMMUNITY OF SOIL RHIZOSPHERE FROM LOCAL BANANAS IN PANDEGLANG

Siti Nursaffanah Hasna¹, Rida Oktorida Khastini^{1,2}, Iing Dwi Lestari¹, Yeyen Maryani^{2,3}, Dwi Ratnasari¹ dan Nani Maryani^{1,2*}

¹Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten, Indonesia

²Banana Research Center, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten, Indonesia

³Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang, Banten, Indonesia

*Corresponding Author. E-mail address: nani.maryani@untirta.ac.id

PERKEMBANGAN ARTIKEL:

Diterima: 02 Januari 2024
Direvisi: 20 Februari 2024
Disetujui: 13 Maret 2024

KEYWORDS:

Banten, diversity, fusarium,
panama disease

ABSTRACT

Fusarium wilt, or Panama Disease, is the primary disease threatening global banana production. Bananas that tolerate contaminated soil are generally rich with microbes in their rhizosphere. This research compares the fungal community in the rhizosphere of symptomatic and asymptomatic plants of local bananas from Fusarium Wilt in Kabupaten Pandeglang. Samples were collected in Kecamatan Cadasari, Banjar, Menes, Pandeglang, Saketi, and Cisata. Rhizosphere samples were taken from symptomatic plants caused by fusarium wilt disease and asymptomatic plants. Isolation of fungi was done through serial dilution method on potato dextrose agar medium. The fungal isolate that was successfully isolated was then purified and made into a single spore culture. Fungal isolates were identified morphologically, resulting in a total of 63 fungal isolates being successfully isolated, consisting of seven fungal genera, namely Aspergillus, Curvularia, Fusarium, Gongronella, Mucor, Penicillium, and Purpureocillium. The fungal genera of asymptomatic banana plants are more diverse than those of symptomatic plants. Aspergillus and Fusarium are the most dominant fungal genera found in this study. This study gives an insight into the composition and diversity of the fungal rhizosphere of infected banana plants and the more resistant plants against the disease. Future studies on the abundance and dynamics of these fungal communities are necessary to understand better how to manage Panama disease through microbiome manipulation.

ABSTRAK

Penyakit layu fusarium atau *Panama Disease* merupakan penyakit utama pada budidaya pisang. Pisang yang tahan pada tanah terkontaminasi umumnya kaya akan mikroba rizosfer. Penelitian ini bertujuan membandingkan komunitas fungi rizosfer pada tanaman yang terserang *Fusarium* dengan tanaman sehat pada pisang-pisang lokal di Kabupaten Pandeglang, Banten. Sampel diambil di enam kecamatan yaitu Cadasari, Banjar, Menes, Pandeglang, Saketi, dan Cisata. Sampel yang diambil berasal dari rizosfer pisang yang bergejala layu fusarium (*symptomatic plants*) dan yang lebih tahan, tidak menunjukkan gejala (*asymptomatic plants*). Identifikasi tanaman yang sakit menggunakan deteksi cepat dengan PCR. Isolasi fungi dilakukan dengan metode pengenceran berseri pada medium agar dekrosa kentang. Isolat fungi yang telah dimurnikan dan dibuat biakan kultur spora tunggal kemudian diidentifikasi secara morfologi menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000x. Total 63 isolat fungi berhasil diisolasi dan diidentifikasi, terdiri dari tujuh genus: *Aspergillus*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Gongronella*, *Mucor*, *Penicillium*, dan *Purpureocillium*. Komposisi fungi dari kedua jenis rizosfer tidak jauh berbeda, namun keragaman species fungi pada tanaman pisang tanpa gejala lebih tinggi dibanding pisang yang terserang fusarium. *Aspergillus* dan *Fusarium* adalah fungi yang paling banyak ditemukan. Penelitian ini memberikan informasi komposisi dan keragaman spesies fungi pada rizosfer pisang lokal yang terserang maupun yang lebih tahan penyakit layu fusarium. Studi molekuler yang dapat menghitung kelimpahan species dan dinamikanya selama proses terjadinya infeksi diperakarkan akan membantu manajemen penyakit layu fusarium untuk menciptakan ekosistem tanah yang dapat menekan penyakit.

KATA KUNCI:

Banten, diversitas, fusarium,
penyakit panama

1. PENDAHULUAN

Pisang merupakan buah yang paling banyak diproduksi di Indonesia (BPS Indonesia, 2023). Hasil panen pisang mencapai 9,24 juta ton pada tahun 2022 (BPS Indonesia, 2023), menjadikannya sebagai buah nomor 1 terbanyak diproduksi secara nasional. Provinsi Banten menempati posisi nomor 3 penghasil pisang nasional, dengan total produksi pisang sebanyak 472.437 kuintal pada tahun 2021 (BPS Provinsi Banten, 2022).

Tingginya produktivitas pisang dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya kesuburan tanah dan komposisi mikroorganismenya, terutama pada bagian rizosfer (Penton *et al.*, 2014). Rizosfer merupakan zona tanah di sekitar perakaran tanaman yang dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme (Philippot *et al.*, 2013; Raaijmakers *et al.*, 2009). Aktivitas mikroba rizosfer berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman (Chandrashekar *et al.*, 2014). Diantara jenis mikroba penghuni rizosfer adalah dari jenis fungi. Fungi rizosfer yang menguntungkan berperan penting dalam pertumbuhan tanaman dan kontrol patogen tanah (Raaijmakers *et al.*, 2009). Tanaman sehat diketahui kaya akan fungi pada bagian rizosfernya sehingga mampu menekan serangan patogen. Tanaman yang resisten terhadap patogen pada umumnya memiliki komunitas fungi rizosfer yang berlimpah dan beragam (Aryani *et al.*, 2019; Sopialena *et al.*, 2018; Wulandari *et al.*, 2013).

Penyakit layu fusarium atau *Panama Disease* merupakan penyakit utama yang menjadi faktor pembatas produksi pisang (Ploetz, 2015; Maryani, 2018). Penyakit ini disebabkan oleh sekelompok cendawan dari jenis *Fusarium* (Maryani *et al.*, 2019). Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa komunitas mikroba yang tinggi umumnya berlimpah pada tanaman sehat dengan potensi penekanan penyakit (Aryani *et al.*, 2019; Putra *et al.*, 2020; Kaushal *et al.*, 2020; Sigieda *et al.*, 2023). Beberapa komunitas fungi yang ditemukan pada tanaman sehat dapat berperan sebagai kunci untuk pertumbuhan dan kesehatan tanaman (Kaushal *et al.*, 2020).

Layu fusarium dilaporkan menyerang pisang-pisang lokal di Kabupaten Pandeglang (Maryani *et al.*, 2023). Namun, jenis pisang lokal yang sama diketahui lebih tahan atau tanpa gejala (Dewi *et al.*, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan komposisi komunitas fungi rizosfer pada pisang lokal yang terserang *Fusarium* (*symptomatic plants*) dengan tanaman yang lebih tahan atau tanpa gejala *Fusarium* (*asymptomatic plants*) di Kabupaten Pandeglang, Banten.

2. BAHAN DAN METODE

Sampel diambil di enam wilayah kecamatan di Kabupaten Pandeglang, yaitu Kecamatan Cadasari, Kecamatan Banjar, Kecamatan Menes, Kecamatan Pandeglang, Kecamatan Saketi, dan Kecamatan Cisata (Gambar 1.). Isolasi, identifikasi, dan analisis data penelitian dilakukan di Laboratorium Pendidikan Biologi UNTIRTA.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel rizosfer di 6 kecamatan di Kabupaten Pandeglang, Banten (<https://www.gpsvisualizer.com/>).

Sampel yang diambil berupa bagian rizosfer dari tanaman pisang tanpa gejala (*asymptomatic*) dan tanaman pisang bergejala (*symptomatic*) layu fusarium (Gambar 2). Kondisi tanaman pisang tanpa gejala yaitu tidak ada gejala eksternal dan internal layu *Fusarium*; daunnya sehat berwarna hijau dan bagian dalam pseudostemnya bersih tanpa diskolorasi. Kondisi tanaman pisang bergejala layu fusarium yaitu tanaman layu, daun mengalami nekrosis, kuning hingga kering, bagian dalam pseudostem mengalami diskolorasi berwarna coklat kemerahan (Ploetz, 2015; Maryani, 2018). Tanaman pisang dengan gejala *Fusarium* dianalisis lebih lanjut dengan deteksi molekuler layu usarium (Maryani et al., 2023). Identifikasi jenis pisang mengikuti panduan kunci identifikasi (Dewi et al., 2023). Sampel diambil dengan cara menggali tanah di daerah perakaran (rizosfer) tanaman pisang sedalam 5-10 cm (Kusuma et al., 2016). Sebanyak ± 100 gram sampel rizosfer pisang dimasukkan ke dalam *paper bag* sampel, kemudian dibawa ke laboratorium untuk identifikasi dan analisis lanjut.

Fungi diisolasi dari rizosfer pisang dengan metode pengenceran berseri sampai 10^{-5} . Sebanyak 1 mL suspensi pada pengenceran 10^{-4} dan 10^{-5} ditumbuhkan pada medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK) dengan metode sebar (*pour plate*) (Purwantisari & Hastuti, 2009), kemudian diinkubasi selama 5-7 hari. Koloni yang tumbuh dan menunjukkan ciri morfologi berbeda ditransfer ke media ADK baru. Biakan spora tunggal fungi dibuat pada media WA (*water agar*) dengan metode *streak for single colony* (Putra et al., 2020). Kemudian isolat dimurnikan kembali pada media ADK baru untuk diidentifikasi. Kultur murni isolat disimpan sebagai biakan jangka pendek pada pada agades steril suhu ruang dan biakan jangka panjang pada larutan gliserol 20% di simpan pada suhu -80°C .

Isolat fungi diidentifikasi berdasarkan ciri morfologinya yaitu karakteristik makroskopis dan mikroskopis mengikuti Leslie & Summerell (2006); Pitt & Hocking (2009); Luangsa-ard et al. (2011), Visagie et al. (2014), Maryani et al. (2019), Zhang et al. (2019). Karakter makroskopis seperti warna dan bentuk koloni, permukaan (tekstur) koloni, tepi koloni, ada/tidaknya lingkaran konsentris/garis radial, serta ada/tidaknya tetes eksudat. Karakter mikroskopis meliputi bentuk konidia/ sporangiospora, bentuk konidiofor/ sporangiofor, tipe hifa (septat/ aseptat), dan karakteristik lainnya (salah satunya ada/ tidaknya klamidospora).



Gambar 2. A. Tanaman pisang tanpa gejala layu fusarium (*asymptomatic plant*) dan bagian perakarannya (rizosfer; B). C. Tanaman pisang terserang layu fusarium (*symptomatic plant*) dan bagian perakarannya (rizosfer; D).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Diversitas Pisang Lokal di Kabupaten Pandeglang

Buah pisang di Kabupaten Pandeglang provinsi Banten umumnya ditanam pada lahan perkebunan skala kecil dan skala menengah dengan sistem monokultur, atau di pekarangan rumah dengan sistem tumpang sari. Pisang liar ditemukan di lahan yang tidak terurus, tepi sungai atau tepi jalan. Total 23 aksesori pisang lokal Pandeglang berhasil diidentifikasi di enam lokasi sampling (Tabel 1).

Tabel 1. Varietas pisang lokal, fungi rizosfer hasil isolasi, dan lokasi sampling di 6 lokasi, Kabupaten Pandeglang

No. aksesori	Nama Lokal	Nama Saintifik	Status Serangan <i>Fusarium</i>	Fungi yang diisolasi	Lokasi	
					Desa-Kecamatan	GPS
Ca1	Pisang Ketan	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Ketan	Tahan (<i>asymptomatic</i>) Terseang (<i>symptomatic</i>)	<i>Aspergillus</i> , <i>Purpureocillium</i> <i>Aspergillus</i>	Kampung Waas, Kecamatan Cadasari	106°7'11" BT -6°15'33" LS
Ca2	Pisang Ambon	<i>Musa acuminata</i> var. Pisang Ambon	Tahan	<i>Aspergillus</i>		
Ca3	Pisang Nangka	<i>M. acuminata</i> var. Pisang Nangka	Terseang	<i>Mucor</i> , <i>Penicillium</i>		
Ca4	P. Raja Pandan	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Raja Pandan	Terseang	<i>Not analyze</i>		
Ca5	Pisang Kepok	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Kepok	Terseang	<i>Purpureocillium</i>		
Ca6	Pisang Mas	<i>M. acuminata</i> var. Pisang Mas	Tahan	<i>Penicillium</i> , <i>Purpureocillium</i>	Kp. Pasir, Kec. Cadasari	106°7'12,2" BT - 6°15'44,4" LS
Ca7	Pisang Tanduk	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Tanduk	Tahan	<i>Penicillium</i> , <i>Purpureocillium</i>	Kp. Cigadung, Kec. Cadasari	106°7'14,8" BT - 6°15'16,7" LS
			Terseang	<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i>		
Ca8	Pisang Batu	<i>Musa balbisiana</i>	Terseang	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i>	Kp. Nyoreang, Kec. Cadasari	106°7'17" BT -6°16'4" LS
Ba1	Pisang Kepok Kapas	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Kepok Kapas	Tahan	<i>Curvularia</i>	Kp. Gunung Putri, Kec. Banjar	106°5'42,2" BT - 6°21'39,52" LS
Ba2	Pisang Ambon	<i>M. acuminata</i> var. Pisang Ambon	Tahan	<i>Fusarium</i>		
Ba3	Pisang Kepok	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Kepok	Tahan	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i>		
Ba4	Pisang Apu	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Apu	Tahan Terseang	<i>Aspergillus</i> <i>Aspergillus</i>		
Ba5	Pisang Sepet	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Sepet	Terseang	<i>Aspergillus</i>		
Ba6	Pisang Kepok Siem	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Kepok Siem	Terseang	<i>Fusarium</i> , <i>Purpureocillium</i>	Kp. Kadu Gedong, Kec. Banjar	106°5'51" BT -6°21'43" LS
Ba7	Pisang Tanduk	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Tanduk	Tahan	<i>Fusarium</i> , <i>Mucor</i>		
Ba8	Pisang Ambon	<i>M. acuminata</i> var. Pisang Ambon	Terseang	<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i>	Kp. Kebon Awi, Kec. Banjar	106°6'4" BT -6°22'23" LS
Me1	P. Raja Nangka	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Raja Nangka	Tahan	<i>Fusarium</i> , <i>Purpureocillium</i>	Kp. Cimalati, Kec. Menes	105°56'14" BT - 6°12'29" LS
Me2	Pisang Uli	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Uli	Tahan Terseang	<i>Not analyze</i> <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i>		
Me3	Pisang Ambon	<i>M. acuminata</i> var. Pisang Ambon	Terseang	<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i>	Kp. Cipancur, Kec. Menes	105°56'14" BT - 6°24'29" LS
Me4	Pisang Apu	<i>Musa</i> sp. var. Pisang Apu	Terseang	<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Purpureocillium</i>	Kp. Pasirwaru, Kec. Menes	105°55'30" BT - 6°23'23" LS
Ci1	Pisang Liar	<i>M. acuminata</i>	Tahan	<i>Purpureocillium</i>	Kec. Cisata	105°56'12" BT - 6°24'42" LS
Pa1	Pisang Liar	<i>M. acuminata</i> var. <i>zebrina</i>	Tahan	<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Penicillium</i>	Desa Cikondang, Kec. Pandeglang	106°6'50" BT -6°17'32" LS
Sa1	Pisang Liar	<i>M. balbisiana</i>	Tahan	<i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Mucor</i>	Desa Kadu Dampit, Kec. Saketi	105°57'41" BT - 6°23'57" LS

Seluruh varietas pisang budidaya yang ditemukan rentan *Fusarium*. Maryani et al. (2023) melakukan identifikasi dan deteksi molekuler *fusarium wilt* di Kabupaten Pandeglang, dan menemukan semua varietas pisang budidaya yang sama, ditemukan pada penelitian ini, positif terserang *Fusarium*. Hanya jenis pisang liar yang umumnya lebih tahan dan resisten terhadap *Fusarium* di ekosistem alaminya. (Dewi et al., 2023; Maryani, 2018), ditemukan di Kecamatan Cisata, Pandeglang, dan Saketi.

Pisang Ambon merupakan varietas pisang lokal yang paling banyak ditemukan di seluruh lokasi sampling dan sangat rentan terserang *Fusarium*. Pisang Ambon merupakan jenis pisang yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, rasanya disukai dan ditanam hampir di seluruh wilayah Indonesia (Arifki & Barliana, 2018). Namun, pisang Ambon di Cadasari dan Cisata ditemukan tahan dan tidak menunjukkan gejala serangan *Fusarium*.

Semua pisang varietas lokal Pandeglang yang ditemukan pada penelitian ini umumnya juga tersebar di wilayah Indonesia lainnya dan sangat rentan *Fusarium* (Maryani, 2018), kecuali Pisang Pandan dan Pisang Apu yang sejauh peneliti ketahui merupakan khas Pandeglang juga sangat rentan *Fusarium* (Dewi et al., 2023; Maryani et al., 2023).

Tiga jenis pisang liar berhasil diidentifikasi di wilayah eksplorasi, yaitu *Musa acuminta*, *Musa acuminata* var. *zebrina*, dan *Musa balbisiana*, ditemukan tahan terhadap *Fusarium*. Pisang liar *Musa acuminata* banyak tersebar di seluruh kepulauan Indonesia, termasuk pulau Jawa yang merupakan pusat diversitas pisang liar jenis *Musa acuminata* (Nasution, 1991). Dewi et al. (2023) melaporkan bahwa pisang-pisang liar di Pandeglang seperti *M. acuminata* dan *M. balbisiana* belum pernah ditemukan terserang *Fusarium*. Pisang-pisang liar merupakan sumber genetik sifat ketahanan terhadap penyakit maupun faktor abiotik lainnya (Ahmad et al., 2020; Dale et al., 2017).

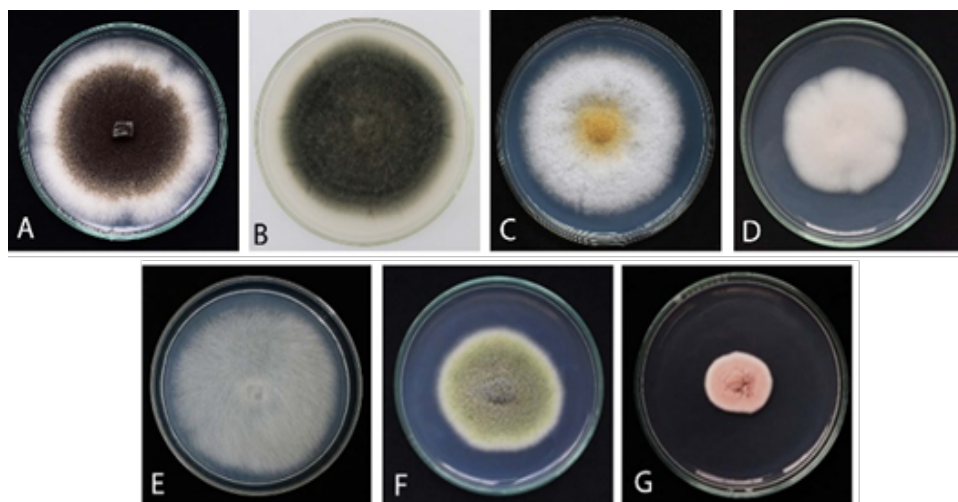
3.2 Komposisi Fungi Rizosfer

Total 63 isolat fungi rizosfer diisolasi dan diidentifikasi dari 23 aksesori pisang lokal Pandeglang. Enam genus fungi diisolasi dari rizosfer pisang yang terserang (*symptomatic plants*) maupun yang tahan (*asymptomatic plants*) *Fusarium* yaitu *Aspergillus*, *Fusarium*, *Gongronella*, *Mucor*, *Penicillium*, dan *Purpureocillium* (Gambar 3). *Curvularia* hanya dapat diisolasi dari tanaman sehat. Meskipun memiliki genus fungi yang relatif sama, namun komposisi dan jumlah spesies pada rizosfer pisang yang tahan lebih beragam dibanding tanaman yang terserang (Gambar 4; Lampiran 1), kecuali pada genus *Fusarium* dan *Aspergillus*. Fungi dari genus yang sama ditemukan ada pada kedua jenis tanah namun dengan kelimpahan dan keragaman yang berbeda (Penton et al., 2014). Keragaman fungi yang tinggi umumnya membantu tanaman menjadi lebih tahan terhadap patogen, meningkatnya kesuburan tanah, penyerapan unsur hara, dan peningkatan pertumbuhan tanaman (Wulandari et al., 2013; Adedayo & Babalola, 2023).

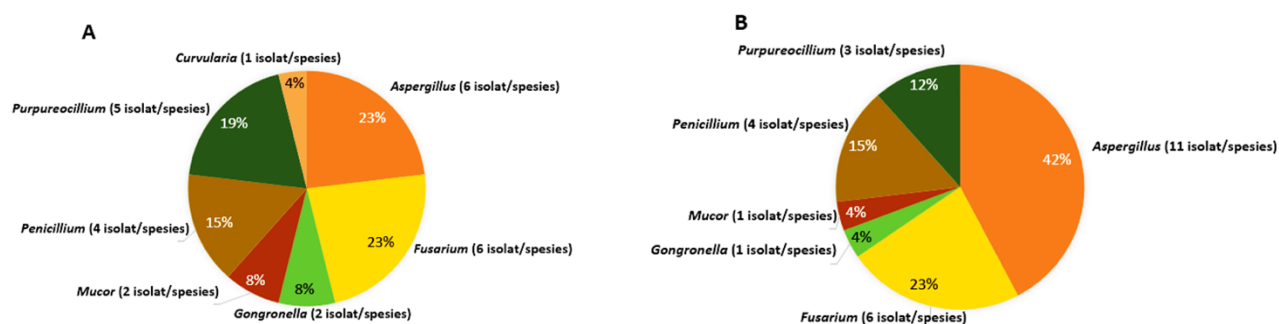
Rizosfer merupakan bagian tanah yang kaya akan mikroba, pada penyakit layu fusarium pisang merupakan tempat terjadinya infeksi patogen. Bagian tanaman ini juga merupakan tempat interaksi berbagai mikroba, yang menguntungkan maupun merugikan tanaman inang (Raaijmakers et al., 2009). Fungi merupakan kelompok mikroba yang mendominasi area perakaran pada tanah *suppressive* maupun *non-suppressive*. Rizosfer pisang tanpa gejala yang diisolasi tumbuh di area yang sama dengan pisang yang terinfeksi *Fusarium*, sehingga tanah tersebut kemungkinan besar merupakan tanah *suppressive* penyakit layu fusarium (*disease suppressive soil*), dimana patogen ada dalam tanah namun tidak mampu menyebabkan penyakit pada tanaman tersebut (Siegel-Hertz et al., 2018).

Genus *Aspergillus* dan *Fusarium* merupakan fungi yang dominan ditemukan di kedua jenis tanah rizosfer. *Aspergillus* merupakan salah satu fungi kosmopolit yang penyebarannya sangat luas dan banyak ditemukan di rizosfer tanaman hortikultura lainnya seperti tomat dan jeruk (Tanzil et al., 2015; Ristiari et al., 2018; Hidayah et al., 2021). *Aspergillus* asal tanah juga diketahui dapat

berperan sebagai agen biokontrol melawan patogen tular tanah (*soilborne pathogen*) seperti *Fusarium* (Boughalleb-M'Hamdi et al., 2018; Nji et al., 2023).



Gambar 3. Morfologi 7 genus fungi yang diisolasi dari pisang lokal Pandeglang pada media agar dekstrosa kentang (ADS). A. Genus *Aspergillus*. B. Genus *Curvularia*. C. Genus *Fusarium*. D. Genus *Gongronella*. E. Genus *Mucor*. F. Genus *Penicillium*. G. Genus *Purpureocillium*.



Gambar 4. Komposisi fungi rizosfer, jumlah isolat/spesies pada setiap genus, pada pisang yang terserang (*symptomatic*) (A) dan yang tahan (*asymptomatic*) terhadap *Fusarium* (B).

Genus *Fusarium* memiliki diversitas yang sama pada kedua jenis rizosfer. *Fusarium* merupakan fungi tular tanah (*soilborne fungi*) yang diketahui melimpah pada tanah endemis maupun bebas penyakit layu fusarium (Zhou et al., 2019). Keragaman yang ditemukan pada kedua tipe rizosfer menunjukkan peran *Fusarium* dalam ekosistem sebagai patogen maupun saprob, sebagai *soil inhabitant fungi* (Philippot et al., 2013). *Fusarium* dapat diisolasi dari jaringan pseudostem pisang sehat sebagai endofit (Maryani et al. 2023) maupun yang telah terinfeksi sebagai saprob (Maryani, 2018). Pada akhirnya setelah inang terdekomposisi, *Fusarium* patogen mampu bertahan dalam tanah sebagai propagul infeksiif hingga puluhan tahun (Salacinas et al., 2022).

Gongronella dan *Mucor* merupakan genus yang paling sedikit jenis diidentifikasi, Keduanya merupakan kelompok *Mucorales* yang tumbuh cepat di tanah sebagai saprob dan berperan penting dalam proses dekomposisi komponen organik tanah (Walther et al., 2013). Spesies *Gongronella* dilaporkan diisolasi dari tanah pertanian dan berpotensi sebagai pendegradasi fungisida kontaminan di tanah serta dapat dimanfaatkan dalam bioteknologi modern (Wajihi et al., 2018; Martins et al.,

2020). *Mucor* banyak diisolasi dari tanah dan rizosfer tanaman buah seperti jeruk dan dan pir (Ristiari et al., 2018; Mari et al., 2000). Perannya sebagai patogen sering diabaikan namun propagul dalam tanah menjadi infeksiif jika menemukan inang yang sesuai (Mari et al., 2000).

Penicillium dan *Purpureocillium* merupakan fungi penghuni tanah yang dikenal potensinya sebagai penghasil metabolit sekunder untuk banyak fungsi, misalnya antimikroba (Chen dan Hu, 2021). *Penicillium* banyak diisolasi dari rizosfer stroberi, jeruk, dan bunga krisan baik pada tanaman yang sakit maupun yang tahan (Liza et al., 2015; Ristiari et al., 2018; Putra et al., 2020). Pada penelitian ini *Purpureocillium* ditemukan lebih beragam pada tanaman yang lebih tahan layu fusarium. Hal ini sesuai dengan peranan *Purpureocillium* yang diketahui merupakan *plant growth promoting fungi* (Baron et al., 2020), sehingga tanaman menjadi lebih tahan terhadap serangan penyakit.

Satu-satunya isolat *Curvularia* ditemukan pada tanaman yang tahan *Fusarium*. *Curvularia* merupakan fungi kosmopolit yang banyak berasosiasi dengan tanaman tropis sebagai patogen maupun endofit (Khiralla et al., 2018). Spesies endofitik dilaporkan mampu meningkatkan pertumbuhan tanah melalui mekanisme solubilisasi fosfat dan peningkatan fitohormon tanaman (Priyadharsini & Muthukumar, 2017). Pada penelitian sebelumnya *Curvularia* berhasil diisolasi dari pseudostem pisang sehat sebagai endofit (Maryani et al., 2023). Perannya sebagai biokontrol masih dipelajari dan diteliti.

4. KESIMPULAN

Komposisi fungi rizosfer pada pisang yang terserang *Fusarium* dengan yang lebih tahan tidak berbeda secara signifikan. Namun keragaman spesies fungi dari genus yang sama lebih tinggi pada tanaman yang lebih tahan, tidak menunjukkan gejala layu *Fusarium*. Penelitian ini memberikan pengetahuan komposisi dan diversitas Fungi pada rizosfer tanaman yang terinfeksi maupun yang tahan pada ekosistem alami penyakit layu fusarium pisang. Studi molekuler yang dapat menghitung kelimpahan spesies dan dinamikanya selama proses terjadinya infeksi diperakarkan akan membantu manajemen penyakit layu fusarium untuk menciptakan ekosistem tanah yang dapat menekan penyakit.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adedayo, A. A. & O. O. Babalola. 2023. Fungi that promote plant growth in the rhizosphere boost crop growth. *Journal of Fungi*. 9: 239.
- Ahmad, F., N. M. Martawi, Y. S. Poerba, H. de jong, H. Schouten, & G. H. J. Kema. 2020. Genetic mapping of fusarium wilt resistance in a wild banana *Musa acuminata* ssp. *malaccensis* accession. *Theoretical and Applied Genetics*. 133: 3409-3418.
- Arifki, H. H. & M. I. Barliana. 2018. Karakteristik dan manfaat tumbuhan pisang di indonesia: review artikel. *Farmaka*. 16(3): 196-203.
- Aryani, I., Lisnawita, dan L. Lubis. 2019. Keragaman jamur antagonis pada rhizosfer karet (*Hevea brassiliensis* Muell.Arg.) sehat dan terserang jamur akar putih (*Rigidoporus microspores* (Swartz: Fr). *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. 7(2): 376-382.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2023. *Statistik Hortikultura 2022*. Jakarta: BPS Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Banten. 2022. *Produksi Tanaman Hortikultura Provinsi Banten 2021*. Banten: BPS Provinsi Banten.
- Baron N. C., A. S. Pollo, & E. C. Rigobelo. 2020. *Purpureocillium lilacinum* and *Metarhizium marquandii* as plant growth-promoting fungi. *PeerJ*. 8:e9005.
- Boughalleb-M'Hamdi, N., I. B. Salem, & M. M'Hamdi. 2018. Evaluation of the efficiency of *Trichoderma*, *Penicillium*, and *Aspergillus* species as biological control agents against four soil-borne fungi of melon and watermelon. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*. 28:25.

- Chandrashekar, M. A., K. S. Pai, & N. S. Raju. 2014. Fungal diversity of rhizosphere soils in different agricultural fields of nanjangud teluk of mysore district, karnataka, india. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 3(5): 559-566.
- Chen, W. & Q. Hu. 2021. Secondary metabolites of *Purpureocillium lilacinum*. *Molecules*. 27:18.
- Dale, J., A. James, J. Y. Paul, H. Khanna, M. Smith, S. Peraza-Echeverria, F. Garcia-Bastidas, G. Kema, P. Waterhouse, K. Mengersen, & R. Harding. 2017. Transgenic Cavendish bananas with resistance to Fusarium wilt tropical race 4. *Nature communications*. 8 (1): 1496.
- Dewi, S., F. Ahmad, R. O. Khastini, S. M. Leksono, & N. Maryani. 2023. Bananas and their wild relatives in pandeglang, indonesia. *HAYATI, Journal of Biosciences*. 30(6): 1071-1091.
- Hidayah, B. N., N. Herawati, A. R. Aisah, & N. R. Utami. 2021. Diversity of fungi associated with rhizosphere of healthy and diseased garlic crop. *BIODIVERSITAS*. 22(3): 1433-1440.
- Kaushal, M., R. Swennen, & G. Mahuku. 2020. Unlocking the microbiome communities of banana (*Musa* spp.) under disease stressed (*Fusarium wilt*) and non-stressed conditions. *Microorganisms*. 8(3): 443.
- Khiralla, A., R. Spina, S. Saliba, & D. laurain-Mattar. 2018. Diversity of natural products of the genera *Curvularia* and *Bipolaris*. *Fungal Biology*.
- Kusuma, R. R., L. Q. Aini, & L. Khoirunnisaa. 2016. Kajian mikroba rizosfer di kawasan pertanian organik kebun percobaan cangar. In *Seminar Pembangunan Pertanian*. 51-57.
- Leslie, J. F. dan B. A. Summerell. 2006. *The Fusarium laboratory manual*. Blackwell Publishing. USA. 388 p.
- Liza, E. Y., Adrinal, & J. Trisno. 2015. Keragaman cendawan rizosfer dan potensinya sebagai agens antagonis *Fusarium oxysporum* penyebab penyakit layu tanaman krisan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 11(2): 68-72.
- Luangsa-ard, J., J. Houbraken, T. van Doorn, S. B. Hong, A. M. Borman, N. L. Hywel-Jones, & R. A. Samson. 2011. *Purpureocillium*, a new genus for the medically important *Paecilomyces lilacinus*. *FEMS microbiology letters*. 321(2): 141-149.
- Martins. M. R., C. Santos, C. Soares, C. Santos, & N. Lima. 2020. *Gongronella eborensis* sp. nov., from vineyard soil of Alentejo (Portugal). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 70:3475–3482
- Mari. M, T. Cembali, L. Casalini, & G. C. Pratella. 2000. *Mucor* species in orchard soil – population dynamics and pathogenicity on pear fruit. *European Journal of Plant Pathology*. 106: 449–454.
- Maryani, N., 2018. *A Complex Relationship: Banana and Fusarium Wilt in Indonesia*. Wageningen University and Research. Wageningen, Belanda.
- Maryani, N., L. Lombard, Y. S. Perba, S. Subandiyah, P. W. Crous, & G. H. J. Kama. 2019. Phylogeny and genetic diversity of the banana fusarium wilt pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in the indonesian centre of origin. *Studies in Mycology*. 92: 155-194.
- Maryani, N., E. R. O. Harahap, R. O. Khastini, & F. Ahmad. 2023. Deteksi penyakit layu fusarium pada pisang-pisang lokal di pandeglang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 19(4): 133-144.
- Maryani, N., S. Yuliyanti. I. Ramadhani. R. O. Khastini, & S. M. Leksono. 2023. Diversity of *Fusarium* endophytes isolated from wild bananas in pandeglang, indonesia. *Journal of Tropical Biodiversity and Technology*. 8(1): 1-9
- Nasution, R. E. 1991. *A Taxonomy Study of The Species Musa acuminata Colla with its Intraspecific Taxa In Indonesia*. Tokyo University of Agriculture.
- Nji, Q. N., O. O. Babalola, & M. Mwanza. 2023. Soil *Aspergillus* species, pathogenicity, and control perspectives. *Journal of Fungi*. 9: 766.
- Penton, C. R., V. V. S. R. Gupta, J. M. Tiedje, S. M. Neate, K. Ophel-Keller, M. Gillings, P. Harvey, A. Pham, & D. K. Roget. 2014. Fungal community structure in disease suppress assessed by 28S LSU gene sequencing. *PLOS ONE*. 9(4): e93893.

- Philippot, L., J. M. Raaijmakers, P. Lemanceau, & W. H. Van Der Putten. 2013. Going Back to The Roots: The Microbial Ecology of The Rhizosphere. *Nature Reviews Microbiology*. 11(11): 789-799.
- Pitt, J. I., & A. D. Hocking. 2009. *Fungi and food spoilage* 3rd edition. Springer. New York, USA. 519 p.
- Ploetz, R. C. 2015. Fusarium wilt of banana. *The American Phytopathological Society*. 105(12):1512–1521.
- Priyadharsini, P. & T. Muthukumar. 2018. The root endophytic fungus *Curvularia geniculata* from *Parthenium hysterophorus* roots improves plant growth through phosphate solubilization and phytohormone production. *Fungal Ecology*. 27:69-77.
- Purwantisari, S. & R. B. Hastuti. 2009. Isolasi dan identifikasi jamur indigenous rizosfer tanaman kentang dari lahan pertanian kentang organik di desa pakis, magelang. *BIOMA*. 11(2): 45-53.
- Putra, G. W. K., Y. Ramona, & M. W. Proborini. 2020. Eksplorasi dan identifikasi mikroba yang diisolasi dari rizosfer tanaman stroberi (*Fragaria x ananassa* Dutch.) di kawasan pancasari bedugul. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*. 7(2): 205-213.
- Raaijmakers, J. M., T. C. Paulitz, C. Steinberg, C. Alabouvette, & Y. Moënne-Loccoz. 2009. The rhizosphere: a playground and battlefield for soilborne pathogens and beneficial microorganisms. *Plant and soil*. 321(1-2): 341-361.
- Ristiari, N. P. N., K. S. Julyasih, & I. A. P. Suryanti. 2018. Isolasi dan identifikasi jamur mikroskopis pada rizosfer tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) di kecamatan kintamani, bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*. 6(1): 10-19.
- Salacinas, M., H. J. G. Meijer, S. H. Mamora, B. Corcolon, A. M. Gohari, B. Ghimire, dan G. H. J. Kema. 2022. Efficacy of disinfectants against tropical race 4 causing Fusarium wilt in cavendish bananas. *Plant Disease*. 106(3) :966–974.
- Siegel-Hertz, K., V. Edel-Hermann, E. Chapelle, S. Terrat, J. M. Raaijmakers, dan C. Steinberg. 2018. Comperative microbiome analysis of a fusarium wilt suppressive soil and a fusarium wilt conducive soil from the chateaugrain region. *Frontiers in Microbiology*. 9(568): 1-16.
- Sigieda, D., J. Panek, & M. Frac. 2023. Plant and soil health in organic strawberry farm-greater importance of fungal trophic modes and networks than a diversity of the mycobiome. *Applied Soil Ecology*. 188.
- Sopialena, N. Akhsan, A. Suryani, & J. Nurdiana. 2018. The identification of soil fungi isolated from rhizosphere in different varieties of jali (*Coix lacryma-jobi*) in loa kulu, kutai kartanegara, indonesia. *Asian journal of Agriculture*. 2(2): 44-47.
- Tanzil, A. I., A. Muhibuddin, & S. Djauhari. 2015. Eksplorasi jamur tanah pada rizosfir tomat di lahan endemis dan non endemis *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici. *Jurnal HPT*. 3(1): 11-20.
- Visagie, C. M., J. Houbraken, J. C. Frisvad, S. B. Hong, C. H. W. Klaassen, G. Perrone, K. A. Seifert, J. Varga, T. Yaguchi, & R. A. Samson. 2014. Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. *Studies in mycology*. 78: 343-371.
- Wajihi, Ai. H., S. Y. Lee, K. Das, L. N. Ten, & H. Y. Jung. 2018. First report of *Gongronella guangdongensis* isolated from soil in Korea. *The Korean Journal of Mycology*. 46(1): 28-33.
- Walther, G., J. Pawłowska, A. Alastruey-Izquierdo, M. Wrzosek, J.L. Rodriguez-Tudela, S. Dolatabadi, A. Chakrabarti, dan G.S. de Hoog. 2013. DNA barcoding in *Mucorales*: an inventory of biodiversity. *Persoonia*. 30:11-47.
- Wulandari, N. L. D., M. W. Proborini, & I. K. Sundra. 2013. Eksplorasi spasial cendawan tanah pada sekitar rhizosfer tanaman jambu mete (*Anacardium occidentale* L.) di karangasem dan buleleng-bali. *Simbiosis: Journal of Biological Sciences*. I (2): 85-101.
- Zhang, Z. Y., Y-F. Han, W-H. Chen, & Z-Q. Liang. 2019. *Gongronella sichuanensis* (Cunninghamellaceae, Mucorales), a new species isolated from soil in China. *Phytotaxa*. 416(2): 167-174.
- Zhou, D., T. Jing, Y. Chen, F. Wang, D. Qi, R. Feng, J. Xie, & H. Li. 2019. Deciphering microbial diversity associated with Fusarium wilt-diseased and disease-free banana rhizosphere soil. *BMC microbiology*. 19: 1-13.