

Karakterisasi Jamur Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang (*Basal Rot*) pada Bawang Wakegi (*Allium x wakegi* Araki)

(Characterization of Fungus Causing Basal Rot Disease on Wakegi Onions (*Allium x wakegi* Araki))

Asrul♥, Rosmini, Ade Rista, Intan Dwi Astuti dan Ahmad Yulianto

Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, Kota Palu, Indonesia

♥Email korespondensi: asrul1203@gmail.com

Abstract. *Wakegi onion is the result of a natural cross between shallot (*Allium cepa* L. aggregatum group) and spring onion (*Allium fistulosum* L.). One of the factors that interfere with growth and affect the production of wakegi onions in the field is the presence of basal rot or Fusarium wilt. This disease is caused by many different species of the fungal pathogen *Fusarium* spp. This study aims to determine the characteristics of basal rot pathogenic fungi that attack wakegi onions so that the pathogen can be ascertained. The research stages included sampling, fungal isolation, pathogenicity testing, and macroscopic and microscopic characterization. The results of the characterization of pathogenic fungi that infect wakegi shallot lead to the characteristics of the fungus *F. oxysporum* f.sp. *cepae*.*

Keywords: *F.oxysporum* f.sp. *cepae*; characteristics; basal rot; wakegi onion

Abstrak. Bawang wakegi merupakan hasil persilangan alami antara bawang merah (*Allium cepa* L. *aggregatum* group) dan bawang daun (*Allium fistulosum* L.). Salah satu faktor yang mengganggu pertumbuhan dan mempengaruhi hasil produksi bawang wakegi di lapang adalah keberadaan penyakit busuk pangkal batang (*basal rot*) atau layu *Fusarium*. Penyakit ini disebabkan oleh banyak spesies dari jamur patogen *Fusarium* spp yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik jamur patogen busuk pangkal batang yang menyerang bawang wakegi sehingga dapat dipastikan patogen penyebabnya. Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel, isolasi jamur, uji patogenisitas, dan karakterisasi secara makroskopis dan mikroskopis. Hasil karakterisasi jamur patogen yang menginfeksi bawang wakegi mengarah pada karakteristik jamur *F. oxysporum* f.sp. *cepae*.

Kata kunci: *F.oxysporum* f.sp. *cepae*; karakteristik; busuk pangkal batang; bawang wakegi

PENDAHULUAN

Fusarium oxysporum merupakan salah satu patogen terbawa tanah (*soil borne*) yang paling merusak di daerah penghasil tanaman bawang di seluruh dunia. Patogen ini memiliki kisaran tanaman inang yang sangat luas dan tersebar di semua zona iklim subtropis dan tropis. *F. oxysporum* dikelompokkan ke dalam forma spesialis berdasarkan pada tanaman inang yang dapat diinfeksi. Sebagian forma spesialis dibagi lagi kedalam ras fisiologi berdasarkan virulensi pada berbagai kultivar inang yang berbeda (Hartati et al., 2016). Saat ini, forma spesialis jamur yang dilaporkan sudah mencapai 150 atau telah menginfeksi hampir 150 spesies tanaman (Rana et al., 2017). Salah satu forma spesialis yang dikenal adalah *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. *F. sp. cepae* (H.N. Hans.) W.C. Snyder &

H.N. Hans. (FOC) (Cramer et al., 2021) penyebab penyakit busuk pangkal batang (*basal rot*), atau layu *Fusarium* pada tanaman bawang, suatu penyakit vaskular yang dapat menyebabkan kematian tanaman.

Penyakit busuk pangkal batang telah menjadi kendala utama dalam pengembangan usaha budidaya komoditi unggulan Sulawesi Tengah, seperti bawang wakegi. Meskipun penyakit ini menempati urutan kedua setelah penyakit bercak ungu berdasarkan pengamatan gejala penyakit yang paling sering ditemukan di lapang tetapi dari sisi kematian tanaman justru berada pada peringkat paling tinggi. Keberadaan penyakit ini menyebabkan kehilangan hasil panen tercatat lebih dari 50% di lapang (Kalman *dkk.*, 2020) dan sebanyak 30% di tempat penyimpanan (Miishra et al., 2014).

Selain menginfeksi bawang wakegi seperti kultivar Lembah Palu dan Palasa (Aprilia et al., 2020), jamur *F. oxysporum* f.sp. *cepae* juga menginfeksi spesies *Allium* lainnya seperti bawang merah (*Allium cepa* L. aggregatum group / *A. cepa* var. *ascalonicum*), bawang bombai (*A. cepa* L.), dan bawang putih (*A. sativum* L.). Dilaporkan pula bahwa jamur tersebut ditemukan berasosiasi dengan tanaman sayuran seperti jagung (*Zea mays*), gandum (*Triticum aestivum* L.), padi (*Oryza sativa* L.), kedelai (*Glycine max* Merr.), kacang polong (*Pisum sativum* L.), mentimun (*Cucumis sativus* L.), Labu (*Cucurbita pepo* L.) dan Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill) (Alemu, 2015).

Gejala pertama bawang dewasa yang terinfeksi adalah daun melengkung atau terpelintir (*twisting*), berwarna kuning (klorosis), dimulai dari ujung helaian daun ke arah pangkal daun. Pada tahap selanjutnya, seluruh helai daun menunjukkan gejala layu, mengering (nekrosis) dan mati. Seringkali perkembangan gejala klorosis diikuti dengan terjadinya gejala kerdil pada tanaman atau pemanjangan berlebih pada daun. Gejala ini merupakan gejala sekunder akibat adanya gangguan atau kerusakan pada sistem transportasi air, dan zat hara mineral dari akar ke seluruh bagian tanaman. Gangguan tersebut disebabkan jamur patogen *F. oxysporum* f. sp. *cepae* yang menginvasi akar atau pangkal batang bawang dengan cara penetrasi langsung atau melalui luka pada jaringan, kemudian masuk melalui ruang antar sel hingga menyerang pembuluh xilem. Klamidospora terbentuk di dalam atau di sekitar pembuluh xilem pada akar dan pangkal batang bawang, menyebabkan terjadinya penyumbatan (Vagany, 2012; Fadhilah et al., 2014; Fitriani et al., 2019). Akar dan pangkal batang yang di koloni jamur patogen akhirnya membusuk sehingga tanaman mudah tercabut dari akar. Akar yang terinfeksi tampak berwarna abu-abu hingga merah muda, basah kuyup, atau membusuk (Le et al., 2021). Ketika umbi yang terinfeksi dipotong secara vertikal,

terlihat warna coklat berair pada lapisan terluar dari pangkal batang (Black et al., 2012). Pembusukan akar atau pangkal batang ini menyebabkan gejala bagian tanaman di atas permukaan tanah mulai muncul (Fadhilah et al., 2014).

F. oxysporum f.sp. *cepae* dapat bertahan hidup selama bertahun-tahun di dalam tanah sebagai parasit dan sumber infeksi karena memiliki kemampuan membentuk struktur tahan berupa klamidospora. Patogen juga hidup sebagai saprofit pada sisa-sisa tanaman, atau sebagai endofit pada tanaman bukan inang. Kemampuan hidup sebagai parasit, saprofit, dan endofit menjadikan patogen ini sulit dikendalikan (Leoni et al., 2013; (Nishioka et al., 2019; Rana et al., 2017).

Penyebaran jamur ini melalui tanah terinfestasi atau tanah yang menempel pada peralatan pertanian, air irigasi atau pada benih (umbi) yang terinfeksi (Black et al., 2012). Benih dan tanah yang terinfestasi merupakan media atau sumber penyebaran bagi patogen (Behrani et al., 2015). (Southwood et al., 2015) melaporkan bahwa benih merupakan sumber inokulum bagi penyebaran jamur *F. oxysporum* f.sp. *cepae* dalam jarak yang jauh melalui transplantasi (pemindahan) benih yang terinfeksi. Menurut Rampersad (2020), meskipun sebagian besar spesies *Fusarium* adalah penghuni tanah akan tetapi konidia *Fusarium* dapat disebarkan melalui percikan air hujan, sistem irigasi, atau terbawa udara saat kering. Udara kering ini sangat cocok sebagai media penyebaran jarak jauh melalui atmosfer dan telah berkontribusi besar terhadap penyebaran patogen ke seluruh dunia.

Selama ini informasi tentang patogen penyakit busuk pangkal batang atau layu *Fusarium* pada bawang-bawangan disebabkan oleh patogen tunggal jamur *F. oxysporum* f.sp. *cepae*. Hasil karakterisasi fenotipik dan genotipik membuktikan bahwa jamur patogen yang menginfeksi bawang bombay adalah *F. oxysporum* f. sp. *cepae* berdasarkan gen ITS1-5.8S-ITS2 rDNA. Namun hasil penelitian (Herlina et al., 2021)

menunjukkan adanya bukti baru yang menjadi indikasi bahwa terdapat spesies lain dari genus *Fusarium* sp yang dapat menyebabkan penyakit busuk pangkal batang bawang merah. Penelitian tersebut berhasil diisolasi berbagai spesies *Fusarium* yang telah menginfeksi bawang merah di Indonesia, yaitu *F. oxysporum*, *F. verticillioides*, *F. solani* and *F. proliferatum*. Dalam laporan lain disebutkan penyakit busuk pangkal batang pada bawang bombay di Israel Utara, ditemukan berasosiasi dengan beberapa spesies *Fusarium* yang berbeda, termasuk *F. oxysporum* f.sp. *cepae*, *F. proliferatum*, *F. acutatum*, dan *F. anthophilium* (Kalman et al., 2020). Spesies *Fusarium* lainnya, seperti *F. proliferatum*, *F. redolens*, dan *F. oxysporum* juga telah dilaporkan menginfeksi bawang bombay dan bawang putih di Finlandia (Haapalainen et al., 2016).

Di lapang, satu tanaman seringkali diinfeksi oleh banyak patogen sehingga terlihat gejala penyakit yang sama disebabkan oleh lebih dari satu patogen yang berbeda. Sebaliknya, satu patogen dapat menginfeksi banyak tanaman sehingga tampak gejala penyakit yang berbeda disebabkan oleh patogen yang sama. Genus *Fusarium* spp merupakan jamur yang sangat kompleks karena memiliki banyak forma spesialis yang bersifat patogen terhadap tanaman inang tertentu (Bayraktar *dkk.*, 2010; Kalman et al., 2020).

Banyaknya forma spesialis memungkinkan anggota dari genus *Fusarium* mampu menimbulkan gejala penyakit yang sama atau mirip tetapi patogennya berasal dari spesies *Fusarium* yang berbeda, demikian sebaliknya. Oleh karena itu, untuk memastikan patogen penyakit busuk pangkal batang pada bawang wakegi maka perlu dilakukan kegiatan karakterisasi sebagai pengetahuan dasar guna menentukan strategi pengendalian secara tepat dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik jamur patogen busuk pangkal batang yang menyerang bawang wakegi.

METODE PENELITIAN

Persiapan Penelitian

Peralatan yang digunakan selama penelitian antara lain: cawan petri, tabung erlenmeyer, tabung reaksi, mikropipet, mikroskop, gelas objek, hemositometer, LAF (*Laminar Air Flow*), autoklaf, handspray, spatula kaca, dan pisau skalpel. Bahan-bahan penelitian meliputi jamur patogen yang diisolasi dari umbi bawang wakegi sakit di lapang, umbi bawang wakegi sehat, polybag, tanah, pupuk organik, media *Potato Dextrosa Agar* (PDA), air steril (aquades), natrium hipoklorit (NaOCl) 1%, kertas tisu kering, antibiotik kloramfenikol dan alkohol 70%.

Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan di sentra produksi bawang wakegi di Desa Guntarano (Kabupaten Donggala), Desa Bulupontu (Kabupaten Sigi) dan Kelurahan Petobo (Kota Palu) Propinsi Sulawesi Tengah. Sampel bawang wakegi sakit diambil dengan menggunakan metode *purposive sampling* berdasarkan gejala visual penyakit busuk pangkal batang yang ditemukan di lapang berupa daun layu, membengkok atau terpelintir (*twisting*) mulai di ujung helaian daun hingga pangkal daun, dan berwarna kuning. Sampel tanaman sakit dibungkus kertas basah agar tetap *fresh* kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik ukuran 3 kg. Selanjutnya, sampel dibawa ke Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, UNTAD untuk pemeriksaan lebih lanjut. Pengambilan sampel, isolasi, uji patogenisitas, dan karakterisasi jamur patogen dilaksanakan pada bulan Mei - Agustus 2021.

Isolasi Jamur Patogen

Isolasi jamur patogen dilakukan dengan menggunakan metode tanam langsung (*direct plating method*). Sampel berupa jaringan umbi sakit dicuci dengan air mengalir hingga bersih, kemudian dipotong kecil-kecil dengan ukuran ± 1 cm x 1 cm menggunakan pisau skalpel. Selanjutnya, permukaan potongan umbi di sterilisasi

dengan cara direndam ke dalam larutan alkohol 70% selama 30 detik, kemudian direndam kembali dengan larutan natrium hipoklorit 1% selama 1 menit, dan terakhir dibilas menggunakan akuades steril. Selanjutnya, potongan umbi diletakkan di atas kertas tisu steril dan dikering anginkan selama 1 jam. Potongan umbi yang sudah kering, ditanam di atas médium kultur Potato Dextrose Agar (PDA) yang telah ditambahkan *kloramfenikol* untuk mencegah pertumbuhan bakteri. Setelah inkubasi cawan petri selama 2 – 3 hari pada suhu ruang, jamur patogen yang mulai tumbuh dari potongan umbi dipisahkan dan dipindahkan ke cawan baru. Untuk mendapatkan biakan murni digunakan metode subkultur spora tunggal atau *spore-single* (Kalman et al., 2020).

Uji Patogenisitas

Biakan murni jamur patogen yang telah berhasil diisolasi dari jaringan umbi yang terinfeksi (sakit) dari lapang, diinokulasikan pada bawang wakegi sehat berumur 4 minggu, kemudian diamati gejala penyakit yang muncul. Inokulasi dilakukan dengan cara menginvestasikan suspensi jamur patogen sebanyak 20 ml/tanaman (10^8 konidium/ml) ke tanah dalam polibag. Gejala penyakit yang timbul harus menghasilkan gejala yang sama dengan gejala yang diamati pada bawang wakegi sakit di lapang, dimana jamur patogen tersebut diisolasi.

Karakteristik Morfologi Isolat Jamur Patogen

Karakterisasi dilakukan terhadap jamur yang sudah dipastikan sebagai patogen pada uji patogenisitas. Pengamatan biakan murni jamur patogen dilakukan untuk mencirikan struktur *F. oxysporum* f.sp. *cepae* berdasarkan karakteristik morfologi secara makroskopis dan mikroskopis yang mengacu pada laporan Behrani et al. (2015); Haapalainen et al. (2016); Arie (2019); Bektas & Kusek (2019); Kalman et al., (2020); dan Shamyuktha et al. (2020). Pengamatan makroskopis dilakukan terhadap morfologi koloni yang meliputi

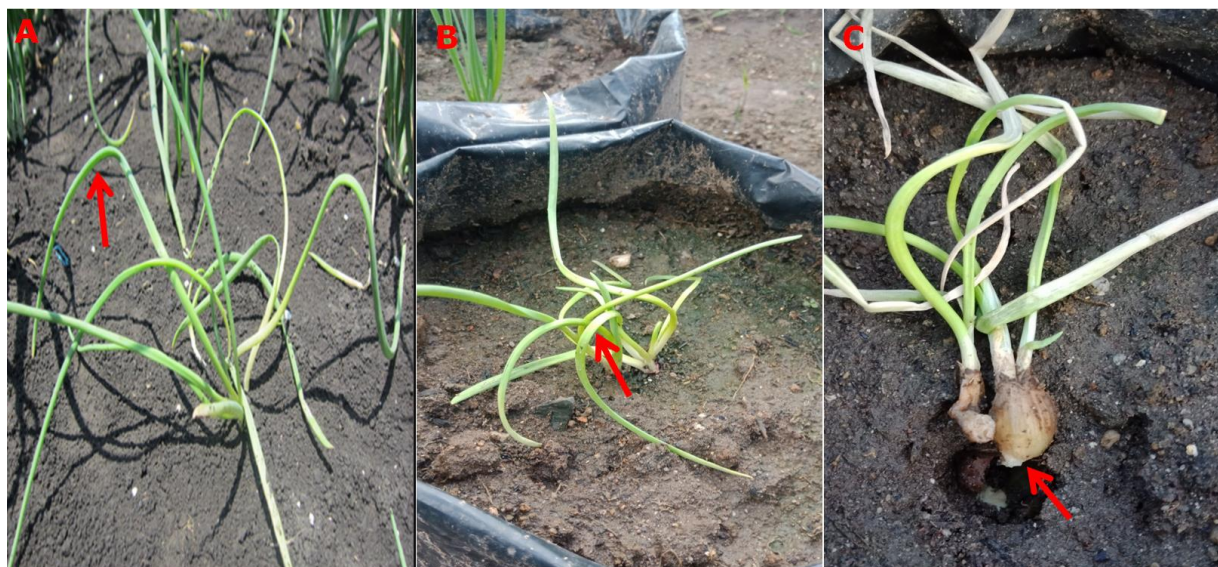
bentuk, warna, tekstur, permukaan, dan tepi koloni. Pengamatan mikroskopis meliputi keberadaan makrokonidia, mikrokonidia, dan klamidospora jamur patogen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji patogenisitas

Hasil uji patogenisitas teridentifikasi hanya ada satu biakan murni jamur yang mampu menimbulkan gejala penyakit busuk pangkal batang dari lima biakan murni yang berhasil diisolasi dari bawang wakegi sakit di lapang. Menurut Ezechuk (2013), uji patogenisitas diartikan sebagai kemampuan suatu patogen untuk menimbulkan penyakit pada inang. Jamur yang mampu menimbulkan gejala penyakit pada tanaman sehat menandakan bahwa jamur tersebut bersifat patogen (Haapalainen et al., 2016). Hasil inokulasi terlihat gejala yang muncul pada bawang wakegi di rumah kaca memiliki kemiripan dengan gejala bawang wakegi sakit yang ada di lapang (Gambar 1).

Gejala penyakit busuk pangkal batang terlihat pada bawang wakegi berumur 35 hari setelah tanam di lapang, berupa pertumbuhan tanaman lemah, daun layu terkulai seperti akan roboh, atau tanaman rebah. Daun mulai berubah menjadi kuning dengan bentuk melengkung, atau cenderung terpelintir / terputar (*twisting*). Daun mengering (nekrosis) dimulai dari ujung helaian daun dan akhirnya mati. Tanaman mudah tercabut ketika diangkat karena pertumbuhan akar atau pangkal batang terganggu, bahkan membusuk. Jamur patogen yang menginfeksi bagian pangkal batang umbi menyebabkan jaringan tersebut mengalami kematian atau membusuk yang ditandai dengan perubahan warna menjadi coklat. Menurut Cramer et al. (2021), perubahan warna coklat pada pangkal batang umbi bawang dapat menyebabkan kematian akar, absisi akar, dan kematian tanaman. Kemunculan lapisan absisi (pemisahan) akar merupakan gejala infeksi yang nyata menyebabkan umbi mudah tercabut dari akar (Le et al., 2021).



Gambar 1. Gejala busuk pangkal batang wakegi di lapang (tanda panah) (A); di rumah kaca (B); dan pangkal batang mulai membusuk (tanda panah) (C)

Karakteristik Morfologi Koloni (Makroskopis)

Karakterisasi jamur *F. oxysporum* f.sp. *cepae* secara makroskopis dan mikroskopis dengan mengamati bentuk dan ukuran dari bagian-bagian jamur tersebut, disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 2 - 3.

Pengamatan terhadap jamur patogen *F. oxysporum* f.sp. *cepae* secara makroskopis dan mikroskopis dilakukan pada hari ke 8 dan 12 masa inkubasi, atau setelah miselium memenuhi cawan petri dengan melihat pertumbuhan koloninya pada media PDA. Pada pengamatan secara makroskopis, koloni jamur patogen yang diperoleh tampak berbentuk bundar, berwarna putih disertai warna krem (putih krem). Pada awalnya miselium berwarna putih (Gambar 2A), seiring pertambahan umur warnanya berubah menjadi semakin krem (Gambar 2B). Menurut Kalman et al. (2020), perubahan warna koloni jamur *F. oxysporum* f.sp. *cepae* tergantung dari umur kultur. Kultur yang masih muda memiliki koloni berwarna putih. Ketika umur kultur telah dewasa maka warna khas setiap *Fusarium* spp akan muncul dan berubah warna menjadi ungu, putih, abu-abu, atau terkadang coklat muda.

Hasil penelitian Shamyuktha et al. (2020) menunjukkan miselium koloni *F.*

oxysporum f. sp. *cepae* berwarna putih krem tetapi terdapat pigmentasi warna merah jambu sampai ungu di bagian tengah miselium dan pertumbuhannya cepat. Begitu pula hasil penelitian Hikmahwati et al. (2020), miselium koloni jamur *F. oxysporum* f. sp. *cepae* tampak berwarna putih, krem, dan ungu. Namun hasil penelitian Herlina et al. (2021) menunjukkan perbedaan. Isolat *F. oxysporum* f. sp. *cepae* menghasilkan koloni berwarna putih hingga ungu muda pada media PDA, sedangkan warna krem pada koloni hanya terlihat pada jamur *Fusarium solani*. Arie (2019) melaporkan bahwa jamur *F. oxysporum* f. sp. *cepae* yang ditemukan juga menghasilkan miselium koloni berwarna putih, biru pucat, ungu, atau orange muda pada PDA. Sementara *F. oxysporum* f. sp. *cepae* yang diisolasi dari bawang bombay mempunyai warna koloni bervariasi dari putih sampai ungu pucat. Pada penelitian ini, jamur patogen tidak terlihat berwarna ungu pada bagian tengah miselium koloni dan pertumbuhannya lambat. Menurut Kalman et al. (2020), warna koloni *F. oxysporum* f. sp. *cepae* cukup bervariasi di antara spesies, atau juga pada spesies yang sama. Perbedaan warna koloni ini menunjukkan adanya keragaman pigmen pada miselium jamur tersebut

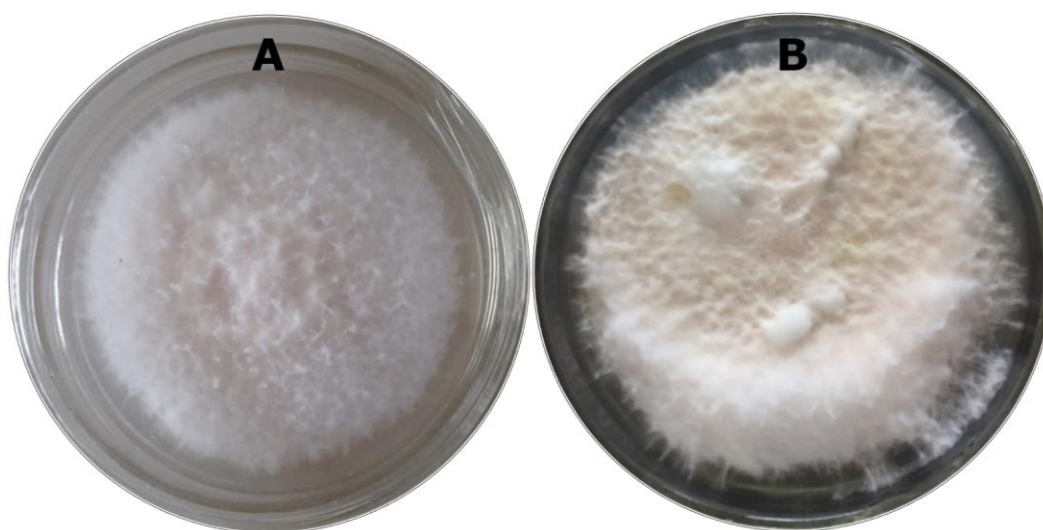
meskipun ditumbuhkan pada medium yang sama. Oleh karena itu perbedaan warna koloni tidak dapat digunakan sebagai ukuran untuk identifikasi *Fusarium* spp.

Tabel 1. Karakteristik makroskopis dan mikroskopis jamur *Fusarium oxysporum* f.sp.*cepae* pada media PDA.

Karakteristik Morfologi	Hasil Pengamatan	
	Makroskopis	Mikroskopik
Bentuk koloni	bundar	
Warna	putih / putih krem	
Permukaan	tidak beraturan/ tidak datar	
Tekstur	halus seperti kapas	
Konidium		tidak bercabang
Hifa		bersekat (septa) dan bercabang
Bentuk makrokonidia		bulan sabit (cekung/ bengkok) dengan ujung meruncing/ tajam/ lancip
Sekat		3 – 5 sekat
Sel		melimpah
Ukuran		11,3–21,2 x 2,7–3,4 µm
Warna		hialin (tidak berwarna)
Dinding		tipis
Konidiofor		tegak
Bentuk klamidospora		bulat
Warna		hialin
Bentuk mikrokonidia		lonjong /bulat telur
Sekat		tidak ada
Sel		satu
Ukuran		2,6 – 14,8 x 2 – 3,1 µm
Warna		hialin
Dinding		tipis

Hasil pengamatan terhadap permukaan koloni jamur patogen, awalnya terlihat datar namun ketika umur koloni bertambah, permukaan koloni menjadi tidak beraturan (*cattony*) atau mengembang. Kalman et al. (2020) melaporkan bahwa pada kultur koloni yang masih muda, permukaan koloni *F. oxysporum* f. sp. *cepae* terlihat masih datar tetapi ketika kultur menjadi tua permukaan koloni menjadi tebal karena pertumbuhan hifa udara berwarna putih di permukaan koloni. Behrani et al. (2015) dan Shamyuktha et al. (2020) juga melaporkan hal yang sama bahwa jamur *F. oxysporum* f. sp. *cepae* menghasilkan koloni yang mengembang di permukaan médium.

Tekstur koloni jamur patogen terlihat halus dengan membentuk miselium aerial (udara) yang panjang dan padat menyerupai benang-benang halus seperti kapas. Hal ini sejalan dengan pernyataan Haapalainen et al. (2016) bahwa sebagian besar isolat *F. oxysporum* yang diisolasi dari bawang bombay memiliki hifa putih dengan membentuk pertumbuhan miselium udara yang padat / tebal / lebat seperti kapas. Herlina et al. (2021) menambahkan bahwa *F. oxysporum* f. sp. *cepae* mempunyai tekstur koloni halus seperti kapas dan terdapat miselia udara. Pada koloni jamur patogen tidak terdapat alur-alur *garis radial furrow* (jari-jari koloni atau garis dari pusat / tengah ke tepi koloni).



Gambar 2. Karakteristik makroskopis jamur patogen umur 8 hari (A) dan 12 hari (B)



Gambar 3. Karakteristik mikroskopis isolat jamur patogen *F. oxysporum* f.sp. *cepae* : makrokonidium (a); mikrokonidium (b); klamidospora (c); dan hifa bersepta (d) Skala bar = 50 μ m.

Karakteristik Morfologi Sel (Mikroskopis)

Spesies *Fusarium* spp menghasilkan tiga jenis spora vegetatif (aseksual), yakni makrokonidia, mikrokonidia, dan klamidospora, yang proporsinya bervariasi antar spesies (Kalman et al., 2020). Secara mikroskopis, terlihat jamur patogen yang diisolasi mempunyai konidia berupa makrokonidia dan mikrokonidia. Makrokonidia jamur patogen sangat melimpah, berbentuk bulan sabit (melengkung) dengan ujung meruncing, mempunyai 3 – 5 sekat, berukuran 11,3 – 21,2 x 2,7 - 3,4 μ m, berdinding sel tebal, dan hialin atau tidak berwarna (Gambar 3a). Hasil ini berbeda dengan laporan Bektast and Kusek (2019) bahwa makrokonidia *F. oxysporum* f. sp. *cepae* yang ditemukan

memiliki dinding tipis, berukuran 15-20 μ m x 2,5-3 μ m dan hanya mempunyai 3 septa. Meskipun demikian, selain perbedaan juga terdapat kesamaan dalam hal bentuk makrokonidia dari lurus sampai agak melengkung. Laporan lain juga menjelaskan bahwa jamur *F. oxysporum* f. sp. *cepae* berbentuk bulat sabit (Shamyuktha dkk., 2020; Kalman dkk., 2020), atau melengkung dengan beberapa sekat antara 1 – 4 septa (Arie, 2019), 3 – 5 sekat (Herlina dkk., 2021) atau 3 - 4 septa (Shamyuktha et al., 2020; Kalman et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah septa diantara spesies *Fusarium* spp sangat bervariasi.

Konidia jamur patogen yang diproduksi dalam bentuk mikrokonidia sangat banyak. Mikrokonidia berbentuk lonjong / bulat telur (oval), atau seperti ginjal, kedua ujung

tumpul, tidak memiliki sekat, bersel satu (uniseluler), tersusun secara tunggal, berpasangan, atau berantai, berukuran 2,6 – 14,8 μm x 2 - 3,1 μm dan hialin (Gambar 3b). Shamyuktha *dkk.* (2020) melaporkan, mikrokonidia *F. oxysporum* f. sp. *cepae* berbentuk lonjong sampai ginjal, tidak terdapat septa tetapi walaupun ada hanya ada satu septa. Pada laporan lainnya, mikrokonidia *F. oxysporum* f. sp. *cepae* berbentuk oval, elips, atau ginjal, berukuran 2,5 – 15 μm x 2–3 μm , tidak bersepta (Bektas and Kusek. 2019), dan uniseluler (Arie, 2019). Mikrokonidia dibuat dalam bentuk kepala palsu pada monofialida (Herlina et al., 2021) dan fialid ada yang tunggal atau bercabang (Kalman et al., 2020).

Jamur patogen yang ditemukan tampak tumbuh dari spora dengan struktur yang mirip seperti benang. Benang secara tunggal disebut hifa dan kumpulan daripada hifa disebut miselium. Hifa bersekat (septae), hialin, bercabang, konidiofor tegak, dan sederhana (Gambar 3c). Konidium terbentuk pada konidiofor (monofialid) tunggal atau bercabang. Pada ujung hifa yang sudah tua terdapat kladospora berbentuk bulat yang tersusun secara tunggal, berdinding tebal, dan hialin (Gambar 3d). Menurut Kalman et al. (2020), selain di ujung hifa, letak kladospora juga berada di tengah hifa dan dapat tersusun secara tunggal atau berantai. Kladospora dihasilkan dari dinding sel miselium dan/atau beberapa sel makrokonidia yang menebal dan memiliki satu atau dua sel bulat (Kalman et al., 2020; Shamyuktha et al., 2020). Dinding sel yang tebal berguna untuk melindungi sel dari degradasi dan pengaruh mikroba antagonis sehingga jamur patogen mampu bertahan selama beberapa dekade di tanah (Arie, 2019; Kalman et al., 2020).

SIMPULAN

Berdasarkan karakterisasi morfologi dan struktur jamur patogen yang diisolasi dari bawang wakegi seperti yang telah dijelaskan dari hasil pengamatan maka patut diduga bahwa patogen tersebut merupakan jamur

Fusarium oxysporum dengan karakteristik yang mengarah pada forma spesies *F. oxysporum* f.sp. *cepae*. Karakteristik warna koloni jamur patogen tidak dapat dijadikan sebagai ciri khusus untuk pengelompokkan *Fusarium* spp.

DAFTAR PUSTAKA

- Alemu, A. C. (2015). *Diversity of Onion Basal Rot (Fusarium Isolates) and Their Management Isolates Under Laboratory and Glasshouse Conditions*. [Addis Ababa University, Ethiopia.].
http://213.55.95.56/bitstream/handle/123456789/987/Abraham_Chebte.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Aprilia, I., Maharijaya, A., & Wiyono, S. (2020). Keragaman Genetik dan Ketahanan terhadap Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*) Bawang Merah (*Allium cepa* L. var. *aggregatum*) Indonesia. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 11(1), 32–40. <https://doi.org/10.29244/jhi.11.1.32-40>
- Arie, T. (2019). *Fusarium diseases of cultivated plants, control, diagnosis, and molecular and genetic studies*. *Journal of Pesticide Science*, 44(4), 275–281. <https://doi.org/10.1584/jpestics.J19-03>
- Behrani, G. Q., Syed, R. N., Abro, M. A., Jiskani, M. M., & Khanzada, M. A. (2015). Pathogenicity and chemical control of basal rot of onion caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. *Pakistan. J Agric Agric Eng Vet Sci.*, 31, 60–70. <https://sau.edu.pk/pjaaevs/index.php/ojs/article/view/134>
- Bektas, I., & Kusek, M. (2019). Phylogenetic and morphological characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* the causal agent of basal rot on onion isolated from Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(3), 1733–1742.
- Black, L., Conn, K., Gabor, B., Kao, J., & Lutton, J. S. (2012). *Onion Disease*

- Guide: a Practical Guide for Seedmen Growers and Agricultural Advisors.* Seminis Vegetable Seeds, Inc., USA. <https://www.yumpu.com/en/document/read/10936143/onion-disease-guide-seminis>
- Cramer, C. S., Ubhankar Mandal, U., Sharma, S., Nourbakhsh, S. S., Goldman, I., & Ivette Guzman, I. (2021). Review : Recent Advances in Onion Genetic Improvement. *Agronomy*, 11, 482. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agronomy11030482>
- Ezepchuk, Y. V. (2013). Biology of pathogenicity (Theoretical Review). *Annual Review and Research in Biology*, 3(4), 805–813. <https://www.journalarrb.com/index.php/ARRB/article/view/24899/46564>
- Fadhilah, S., Wiyono, & Surahman, M. (2014). Pengembangan teknik deteksi Fusarium patogen pada umbi benih bawang merah (*Allium ascalonicum*) di Laboratorium [Development of detection technique for Fusarium pathogen on seedling shallot (*Allium ascalonicum*) Bulb at Laboratorium]. *Jurnal Hortikultura*, 24(2), 171–178. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21082/jhort.v24n2.2014.p171-178>
- Fitriani, M. L., Wiyono, S., & Sinaga, M. S. (2019). Potensi kolonisasi Mikoriza Arbuskular dan Cendawan Endofit untuk Pengendalian Layu Fusarium pada Bawang Merah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 15(6), 228 – 238. <https://doi.org/https://doi.org/10.14692/jfi.15.6.228-238>
- Haapalainen, M., Latvala, S., Kuivainen, E., Qiu, Y., Segerstedt, M., & Hannukkala, A. O. (2016). Fusarium oxysporum, F. proliferatum and F. redolens associated with basal rot of onion in Finland. *Plant Pathology*, 65(8), 1310–1320. <https://doi.org/10.1111/ppa.12521>
- Hartati, S., Rustiani, U. S., Puspasari, L. T., & Kurniawan, W. (2016). Vegetatif compatibility of Fusarium oxysporum on various hosts. *Jurnal Agrikultura*, 27(3), 132–139. <https://doi.org/https://doi.org/10.24198/agrikultura.v27i3.10875>
- Herlina, L., Istiaji, B., & Wiyono, S. (2021). The Causal Agent of Fusarium Disease Infested Shallots in Java Islands of Indonesia. *E3S Web of Conferences*, 232, 03003. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203003>
- Hikmahwati, H., Auliah, M. R., Ramlah, R., & Fitrianti, F. (2020). Identifikasi Cendawan Penyebab Penyakit Moler Pada Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Di Kabupaten Enrekang. *AGROVITAL : Jurnal Ilmu Pertanian*, 5(2), 83. <https://doi.org/10.35329/agrovital.v5i2.1745>
- Kalman, B., Abraham, D., Graph, S., Perl-Treves, R., Meller Harel, Y., & Degani, O. (2020). Isolation and Identification of Fusarium spp., the Causal Agents of Onion (*Allium cepa*) Basal Rot in Northeastern Israel. *Biology*, 9(4), 69. <https://doi.org/10.3390/biology9040069>
- Le, D., Audenaert, K., & Haesaert, G. (2021). Fusarium basal rot: profile of an increasingly important disease in *Allium* spp. *Tropical Plant Pathology*, 46(3), 241–253. <https://doi.org/10.1007/s40858-021-00421-9>
- Leoni, C., de Vries, M., ter Braak, C. J. F., van Bruggen, A. H. C., & Rossing, W. A. H. (2013). Fusarium oxysporum f.sp. cepae dynamics: in-plant multiplication and crop sequence simulations. *European Journal of Plant Pathology*, 137(3), 545–561. <https://doi.org/10.1007/s10658-013-0268-6>
- Miishra, R. K., Jaiswal, R. K., Kumar, D., Saabale, P. R., & Singh, A. (2014). Management of major diseases and insect pests of onion and garlic: A

- comprehensive review. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 6(11), 160–170.
<https://doi.org/10.5897/JPBCS2014.0467>
- Nishioka, T., Marian, M., Kobayashi, I., Kobayashi, Y., Yamamoto, K., Tamaki, H., Suga, H., & Shimizu, M. (2019). Microbial basis of Fusarium wilt suppression by Allium cultivation. *Scientific Reports*, 9(1), 1715.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-37559-7>
- Rampersad, S. (2020). Pathogenomics and Management of Fusarium Diseases in Plants. *Pathogens*, 9(5), 340.
<https://doi.org/10.3390/pathogens9050340>
- Rana, A., Sahgal, M., & Johri, B. N. (2017). Fusarium oxysporum: Genomics, Diversity and Plant–Host Interaction. In *Developments in Fungal Biology and Applied Mycology* (pp. 159–199). Springer Singapore.
https://doi.org/10.1007/978-981-10-4768-8_10
- Shamyuktha, J., Sheela, J., Rajinimala, N., Jeberlinprabina, B. M., & Ravindran, C. (2020). Survey on Onion Basal Rot Disease Incidence and Evaluation of Aggregatum Onion (*Allium cepa* L. Var. Aggregatum Don.) Genotypes Against *Fusarium oxysporum* f. sp. Cepae. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(7), 529–536.
<https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.907.058>
- Southwood, M. J., Viljoen, A., & McLeod, A. (2015). Inoculum sources of *Fusarium oxysporum* f.sp. cepae on onion in the Western Cape Province of South Africa. *Crop Protection*, 75, 88–95.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.05.014>
- Vagany, V. (2012). *Characterisation of Fusarium Pathogens in the UK* [University of Warwick. British English].
http://wrap.warwick.ac.uk/56393/1/WRAP_THESIS_Vagany_2012.pdf