

Deteksi *Fusarium* Patogenik Terbawa Umbi Benih Beberapa Varietas Bawang Merah (*Allium cepa* L. group *aggregatum*)

Detection of Pathogenic Fusarium Seed-Borne of Several Shallot Cultivars (Allium cepa L. group aggregatum)

Andini Hanif[✉], Suryo Wiyono, Abdul Munif, Sri Hendrastuti Hidayat

Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, IPB University, Bogor, Indonesia

[✉]Corresponding author email: andinihanif@umsu.ac.id

Article history: submitted: November 15, 2023; accepted: February 2, 2024; available online: March 31, 2024

Abstract. Infections of pathogens are one of the cause of a decline in shallot production in Indonesia. One of the diseases of shallots is fusarium basal rot caused by *Fusarium oxysporum* infection. Pathogenic *Fusarium* infection in shallot tubers can cause fusarium basal rot disease in shallot plants. Therefore, it is necessary to carry out health tests on shallot bulbs, to detect the presence of *Fusarium* pathogenic in shallot bulbs. The health test of shallot bulbs was carried out using the blotter test method. Furthermore, *Fusarium* isolates obtained from the blotter test were tested for their pathogenicity on shallot bulbs and plants. This research aims to detect the presence of *Fusarium* carried in shallot tubers in several varieties and its pathogenicity. The results showed that the shallot variety with the highest percentage of *Fusarium* infection was Bima variety (74.5%) with basal plate necrosis (79%). The results of the pathogenicity test showed that of the 60 *Fusarium* isolates obtained from the blotter test, 46.6% were pathogenic *Fusarium* isolates.

Keywords: blotter test; fusarium basal rot; necrosis

Abstrak. Infeksi patogen tanaman merupakan salah satu penyebab menurunnya produksi bawang merah di Indonesia. Salah satu penyakit utama pada bawang merah adalah busuk pangkal batang yang disebabkan oleh infeksi *Fusarium oxysporum*. Infeksi *Fusarium* patogenik pada umbi benih bawang merah dapat menyebabkan kejadian penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah. Oleh karena itu perlu dilakukan uji kesehatan umbi benih, untuk mendeteksi keberadaan *Fusarium* patogenik pada umbi benih bawang merah. Uji kesehatan umbi benih bawang merah dilakukan dengan menggunakan metode *blotter test*. Selanjutnya isolat *Fusarium* yang muncul dari hasil *blotter test* diuji sifat patogenitasnya pada umbi dan tanaman bawang merah. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan *Fusarium* terbawa umbi benih bawang merah pada beberapa varietas dan sifat patogenitasnya. Hasil penelitian menunjukkan varietas bawang merah dengan persen infeksi *Fusarium* tertinggi pada varietas Bima (74,5%) dengan nekrosis basal plate (79%). Hasil uji patogenitas menunjukkan dari 60 isolat *Fusarium* diperoleh dari uji blotter test, 46,6% merupakan isolat *Fusarium* patogenik.

Kata kunci: blotter test; busuk pangkal batang; nekrosis

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium cepa* L. group *aggregatum*) merupakan jenis tanaman yang dikelompokkan ke dalam tanaman hortikultura atau tanaman sayuran rempah. Umbi bawang merah dimanfaatkan sebagai bumbu masakan dan memiliki kandungan senyawa kimia yang bermanfaat bagi kesehatan. Komoditas hortikultura unggulan ini sejak lama telah diusahakan oleh petani secara intensif di Indonesia. Faktor yang menjadi penyebab dari penurunan hasil produksi tanaman bawang merah diantaranya adalah perubahan iklim (Sholikin dan Haryono et al., 2019), kualitas lahan yang

menurun (Prakoso, 2021), adanya infeksi dari hama dan penyakit (Triwidodo & Tanjung, 2020).

Penyakit busuk pangkal batang atau moler pada bawang merah, adalah salah satu penyakit yang paling banyak menginfeksi bawang merah. Penyakit busuk pangkal batang disebabkan oleh adanya infeksi *F. oxysporum*. Cendawan *Fusarium* selain menginfeksi tanaman dan menyebabkan busuk pangkal batang, juga menginfeksi umbi bawang merah pada saat masa penyimpanan (Pawar & Nasreen, 2007). Gejala utama pada tanaman bawang merah akibat infeksi *F. oxysporum* adalah pada bagian atas daun menjadi hijau pucat atau

kekuningan, kering, dan daun menjadi terpilin (*twisting*), pada bagian bawah tanah umbi mengalami pembusukan. Gejala busuk dimulai dengan bagian pangkal batang menjadi menyusut dan mengalami pembusukan hingga terjadi pelunakan. Patogen busuk pangkal batang menginfeksi tanaman bawang merah pada semua stadium perkembangan tanaman, sehingga menimbulkan gejala pada setiap stadium perkembangan tanaman (Taylor et al., 2019)

Penyebaran penyakit busuk pangkal batang pada bawang merah dapat dikaitkan dengan mekanisme penyebaran sumber inokulum patogen melalui penyebaran umbi benih bawang merah yang terinfeksi laten oleh patogen. Infeksi *Fusarium* melalui tanah dan juga benih merupakan faktor penting dalam penyebaran penyakit busuk pangkal batang bawang merah (Le et al., 2021). *Fusarium* juga dilaporkan menginfeksi umbi bawang merah selama masa penyimpanan (Kondo et al., n.d.). Petani bawang merah di Indonesia umumnya menggunakan umbi sebagai bahan perbanyak tanaman.

Penularan penyakit tanaman melalui benih terjadi melalui transfer inokulum patogen yang berada di dalam benih yang terinfeksi, menuju ke tanaman. Pengujian kesehatan pada benih perlu dilakukan, untuk mendeteksi inokulum pada benih. *Blotter test* adalah metode pengujian kesehatan benih yang cukup sederhana dan mudah dilakukan, untuk mendeteksi patogen terbawa benih (ISTA 2011). Infeksi cendawan pada umbi lebih tinggi dibandingkan dengan biji bawang merah. Rata-rata tingkat infeksi *F. oxysporum* pada umbi bawang merah sebesar 22,5%, sedangkan pada biji bawang merah *F. oxysporum* tidak ditemukan (Saputri et al., 2019).

Pengujian kesehatan umbi benih bawang merah dilaporkan bahwa infeksi *Fusarium* mencapai 32% sampai 97,5% (Surahman et al., 2014). Hasil deteksi cendawan pada umbi benih bawang merah tingkat infeksi *F. oxysporum* sebesar 34% dan *F. solani* sebesar 36%, dengan hasil uji patogenisitas semua isolat *F. oxysporum* bersifat patogen dan

menyebabkan insidensi penyakit mencapai 55% (Saputri et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan *Fusarium* terbawa umbi benih bawang merah pada beberapa varietas dan sifat patogenisitasnya.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, mulai dari bulan Maret hingga September 2022. Sampel umbi benih bawang merah yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari beberapa lokasi penangkar benih umbi bawang merah dengan 5 varietas berbeda, yaitu varietas Bauji berasal dari Nganjuk, Varietas Maja berasal dari Kabupaten Karo, Varietas Bima dari Kabupaten Brebes, Varietas Sakato dari Kabupaten Solok, dan Varietas Batu Ijo dari Kabupaten Karo

Pengujian Kesehatan Umbi Benih Bawang Merah dengan Metode *Blotter test*

Umbi benih disiapkan masing-masing varietas sebanyak 200 umbi benih bawang merah. Selanjutnya benih di sortir dan dilakukan sterilisasi permukaan dengan menggunakan NaOCl 3% selama tiga menit, dan dibilas dengan akuades steril. Disiapkan wadah kotak plastik yang telah diletakkan kertas saring steril sebanyak tiga lembar.

Umbi benih bawang merah diletakkan di atas kertas saring yang telah dilembabkan dengan akuades steril. Masing-masing kotak plastik berisi 25 umbi benih bawang merah dan diulang sebanyak delapan ulangan. Selanjutnya umbi benih bawang merah diinkubasi selama 8 hari pada suhu ruang 22 °C - 25 °C. Inkubasi benih dilakukan 12 jam terang (dengan penyinaran nUV) dan 12 jam gelap.

Pengamatan dan pengambilan data dilakukan pada hari ke delapan, parameter yang diamati adalah persen infeksi *Fusarium* pada umbi benih bawang merah dihitung menggunakan persamaan 1, dan juga persen nekrosis *basal plate* umbi benih bawang

merah menggunakan persamaan 2 (Surahman et al., 2014). Untuk tingkat infeksi dihitung

dengan menggunakan rumus persen infeksi (Rumus 1).

$$\% \text{ Infeksi} = \frac{\text{Jumlah benih terinfeksi}}{\text{Jumlah benih yang diamati}} \times 100\% \quad (1)$$

Sedangkan persen jumlah umbi nekrosis *basal plate* dihitung dengan menggunakan Rumus 2.

$$\% \text{ nekrosis basal plate} = \frac{\text{jumlah umbi nekrosis basal plate}}{\text{jumlah umbi yang diamati}} \times 100\% \quad (2)$$

Isolasi *Fusarium* terbawa Umbi Benih bawang merah

Mula-mula disiapkan media PDA (*potato dextrose agar*) yang telah disterilisasi. Bagian umbi benih bawang merah yang terinfeksi *Fusarium* dipotong menjadi bagian kecil selanjutnya diletakkan diatas media PDA secara aseptis dan diinkubasi selama tiga hari (Leslie & Summerell 2006). Isolat *Fusarium* yang tumbuh diisolasi dan dimurnikan pada media PDA untuk selanjutnya diamati karakterisasi makroskopis yaitu warna dan bentuk koloni, serta mikroskopisnya yaitu bentuk makrokonidia dan mikrokonidia. Selanjutnya isolat *Fusarium* yang diperoleh dari masing-masing dilakukan uji patogenisitas pada umbi bawang merah dan juga pada tanaman bawang merah.

Uji Sifat Patogenisitas Isolat *Fusarium* pada Umbi Bawang Merah

Dari hasil uji *blotter test* isolat *Fusarium* yang diperoleh selanjutnya dibiakkan pada media PDA. Umbi bawang merah digunakan disterilisasi permukaan dengan perendaman NaOCl 3% selama tiga menit. Isolat *Fusarium* dipotong kecil sebesar 1 x 1 cm dan ditempelkan di bagian *basal plate*, pada umbi bawang merah yang telah dibelah secara vertikal. Selanjutnya umbi diletakkan pada cawan petri yang berisi 2 lembar kertas saring steril yang telah dilembabkan lalu diinkubasi. Diinkubasi selama 7 hari, dilakukan pengamatan gejala nekrosis pada bagian *basal plate* umbi yang diinokulasi. Isolat *Fusarium* yang tergolong patogenik menimbulkan gejala nekrosis pada jaringan *basal plate* umbi 20-100% dan isolat

Fusarium non patogenik yang tidak menimbulkan gejala nekrosis pada bagian *basal plate* umbi (Southwood et al., 2015).

Uji Sifat Patogenisitas Isolat *Fusarium* sp. pada Tanaman Bawang Merah

Isolat *Fusarium* patogenik dibiakkan di dalam media PDB (*Potatoes Dextrose Broth*) dan di shaker selama 7 minggu. Miselia dan konidia yang terbentuk disaring dengan menggunakan kertas saring *Whatman* no. 1, selanjutnya di blender dengan menggunakan akuades steril sebanyak 200 mL. Suspensi *Fusarium* (10^6) sebanyak 200 mL dicampurkan dengan 1 kg media tanam, yaitu tanah dan pupuk anorganik NPK dengan perbandingan 3:1 dan disterilisasi. Media tanam yang telah diinokulasi oleh *Fusarium* ditutup dan diinkubasi selama 4 minggu. Umbi benih bawang merah yang telah dipotong 1/3 ujung bagian umbi, ditanam pada media tanam yang telah disiapkan. Pengamatan dilakukan hingga 21 hari setelah tanam, parameter yang diamati adalah tanaman dengan gejala busuk pangkal batang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kesehatan Umbi Benih Bawang Merah dengan Metode *Blotter test*

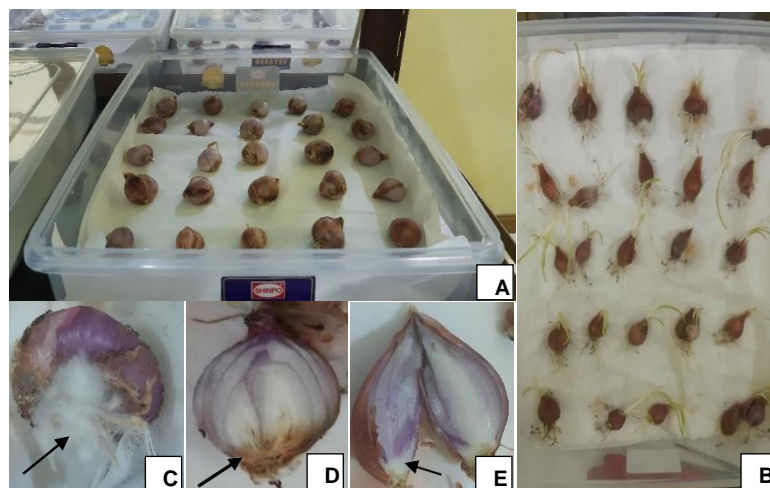
Hasil pengujian kesehatan benih menunjukkan bahwa bawang merah varietas Bima dengan tingkat infeksi *Fusarium* tertinggi yaitu 74,5% dan nekrosis pada bagian *basal plate* umbi bawang merah yang diuji sebesar 79% dan tingkat infeksi *Fusarium* sp. yang paling rendah adalah bawang merah varietas Batu ijo, dengan tingkat infeksi *Fusarium* 40,6% dengan 34,6% umbi yang mengalami nekrosis (Tabel

1). Varietas Bima dikelompokkan ke dalam varietas rentan dan Batu Ijo varietas tahan terhadap penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh *Fusarium* (Aprilia et al., 2020). Benih umbi bawang merah yang terinfeksi oleh *Fusarium* ditandai adanya hifa putih pada bagian pangkal batang dan akar umbi. Umbi dengan bagian *basal plate*

terdapat gejala nekrosis, merupakan *Fusarium* patogenik, sedangkan yang tidak nekrosis merupakan *Fusarium* non patogenik (Gambar 1). Bagian *basal plate* umbi bawang merah merupakan jaringan yang dapat menunjukkan sensitivitas terhadap adanya infeksi *Fusarium* dibandingkan dengan bagian lainnya (Widono et al., 2022)

Tabel 1. Tingkat Infeksi Umbi Benih Bawang Merah oleh *Fusarium* dengan metode *blotter test* dan pengamatan nekrosis *basal plate*

Varietas	Asal	<i>Blotter test</i>	
		% infeksi <i>Fusarium</i>	% Nekrosis <i>basal plate</i>
Bauji	Nganjuk	54 ^{ab}	33,5 ^a
Maja	Karo	68,5 ^{bc}	60,5 ^b
Bima	Brebes	74,5 ^c	79 ^c
Sakato	Karo	56 ^{abc}	45,5 ^a
Batu Ijo	Karo	40,6 ^a	34,6 ^a



Gambar 1. Blotter test benih umbi bawang merah (A), Hasil Blotter test setelah inkubasi pada hari ke delapan (B), hasil blotter test benih umbi bawang merah yang terinfeksi *Fusarium* sp. pada bagian akar (C), bagian *basal plate* umbi bawangmerah yang nekrosis (D), bagian *basal plate* yang tidak nekrosis (E).

Umbi sebagai bahan perbanyakan tanaman rentan terhadap infeksi patogen dibandingkan dengan biji. Pengujian kesehatan benih juga dapat dilakukan pada umbi dengan menggunakan metode *blotter test*. *F. oxysporum* merupakan salah satu cendawan yang ditemukan pada uji kesehatan umbi benih bawang merah dengan menggunakan metode *blotter test* (Dabire et al., 2021, Saputri et al., 2019). Uji patogenisitas *F. oxysporum* yang diperoleh

dari umbi benih, menimbulkan gejala nekrosis pada jaringan *basal plate* umbi dan berpotensi sebagai patogen pada tanaman (Saputri et al., 2019).

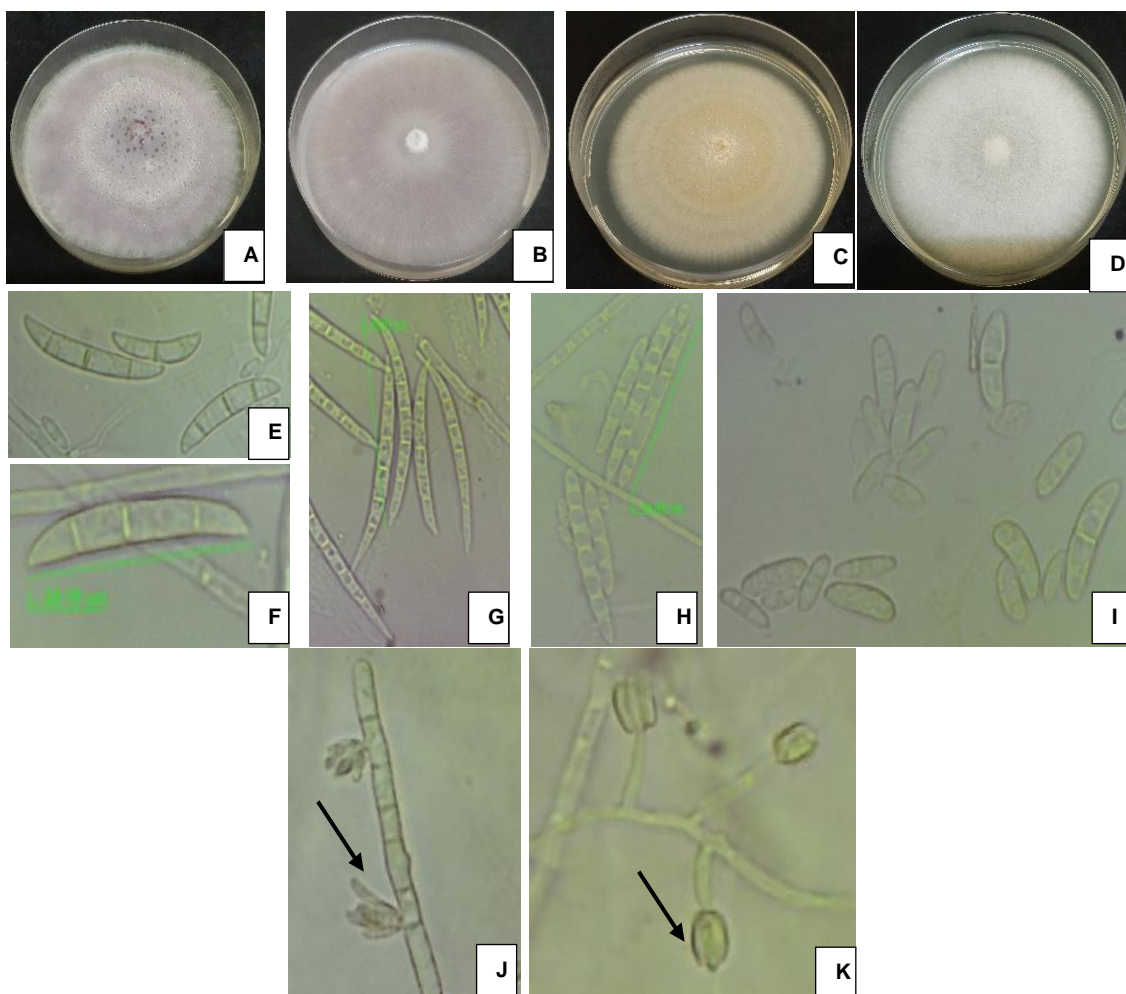
Isolasi Cendawan *Fusarium* sp. Terbawa Umbi Benih Bawang Merah

Beberapa karakteristik makroskopis koloni *Fusarium* yang muncul, yaitu warna koloni berwarna ungu pucat, ungu pekat, putih cream, hingga putih kecoklatan. Bentuk koloni dari isolat *Fusarium* yang diperoleh

yaitu kapas membentuk cincin, kapas aerial, dan juga tipis. Makrokonidia berbentuk lurus dan juga melengkung seperti bulan sabit, ujung konidia tidak meruncing hingga meruncing, jumlah sekat mulai dari dua atau lebih, sedangkan mikrokonidia berukuran lebih kecil berbentuk oval dengan satu atau dua sekat (Gambar 2).

F. oxysporum yang dibiakkan pada media agar kentang akan berwarna ungu atau warna magenta, atau beberapa isolat tidak menghasilkan pigmen warna sehingga berwarna putih atau cream (Lesli dan Summerell 2006). Berdasarkan hasil penelitian Shamyuktha et al., (2020) cendawan *F. oxysporum* yang diisolasi dari bawang diperoleh koloni cendawan dengan tipe kapas aerial. Warna koloni isolat *F.*

oxysporum berwarna putih pada permukaan koloni (Kalman et al., 2020). Selain seperti kapas koloni isolat *F. oxysporum* juga memiliki tipe koloni tipis dengan miselia udara (Herlina et al., 2021). *F. oxysporum* memiliki dua jenis konidia yaitu makrokonidia dan mikrokonidia. Bentuk makrokonidia lurus hingga agak melengkung seperti bulan sabit, cenderung ramping, dengan sekat sebanyak tiga atau lebih. Sedangkan sel mikrokonidia berbentuk bulat seperti telur, atau elips, atau seperti ginjal dan tidak memiliki sekat hingga 1 sekat (Leslie dan Summerell 2006). Makrokonidia *F. oxysporum* berukuran $15-20 \mu\text{m} \times 2,5-3 \mu\text{m}$ dan memiliki 3 sekat dengan bentuk lurus hingga sedikit melengkung (Bektaş et al., n.d.).

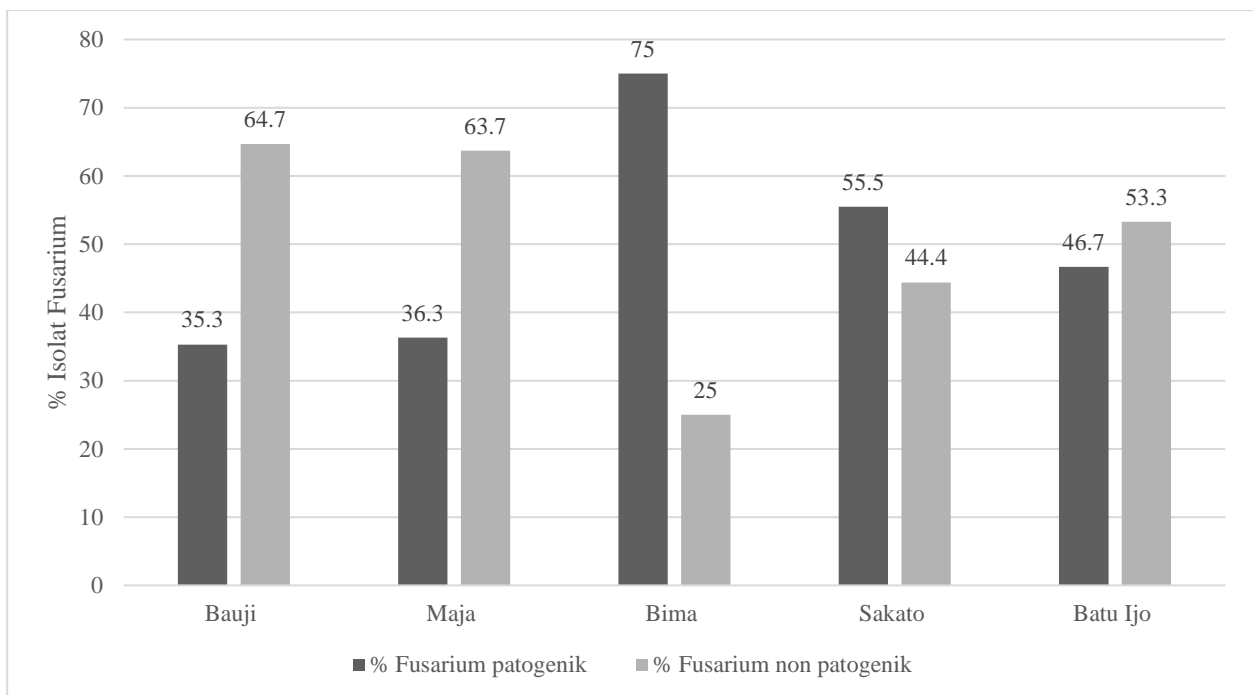


Gambar 2. Morfologi isolat *Fusarium* sp., koloni isolat *Fusarium* sp., warna ungu bentuk kapas (A), warna ungu pucat bentuk tipis (B), warna cream bentuk kapas membentuk cincin (C), warna putih bentuk kapas (D), makrokonidia sekat sedikit melengkung (E, F), makrokonida sekat lebih dari 3 sedikit melengkung (G), makrokonidia sekat lebih dari tiga lurus (H), mikrokonidia (I), makrokonidia (J), mikrokonidia (K).

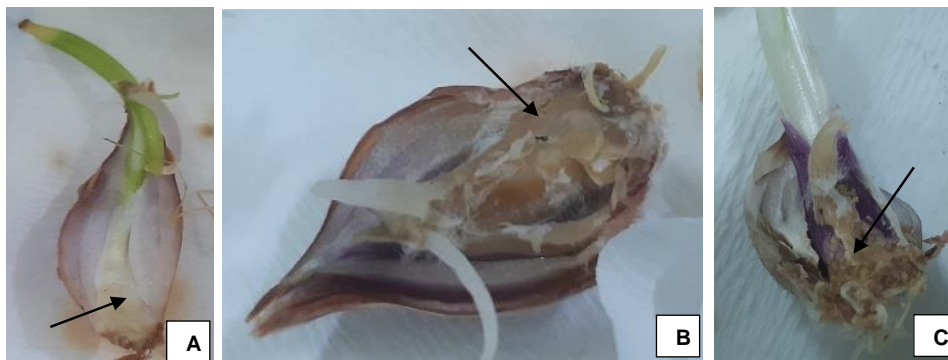
Uji Patogenisitas Isolat *Fusarium* sp. pada Umbi Bawang Merah

Isolat *Fusarium* yang diperoleh dari pengujian kesehatan benih dengan metode *blotter test*, selanjutnya diuji patogenisitas terhadap umbi bawang merah. Hasil pengamatan uji patogenisitas memperlihatkan bahwa sebagian isolat *Fusarium* yang diperoleh menimbulkan nekrosis pada bagian *basal plate* umbi bawang merah (Gambar 3). Bagian umbi

bawang merah yang menunjukkan sensitivitas terhadap infeksi *Fusarium* adalah jaringan *basal plate*, yang menandakan bahwa isolat *Fusarium* sp. tersebut bersifat patogenik. Isolat *Fusarium* patogenik tertinggi yang diperoleh dari benih umbi bawang merah varietas Bima yaitu sebesar 75% (Tabel 2). Surahman et al., (2014) melaporkan bahwa adanya korelasi antara parameter nekrosis pada *basal plate* umbi benih dengan tingkat insidensi penyakit busuk pangkal batang pada bawang merah.



Gambar 3. Patogenisitas *Fusarium* asal umbi benih beberapa varietas bawang merah



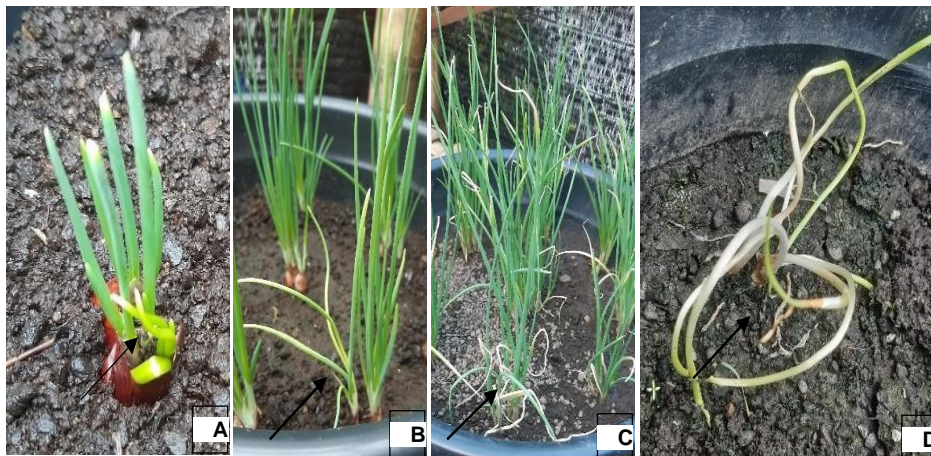
Gambar 4. Hasil uji patogenisitas islat *Fusarium* sp. pada umbi bawang merah, bagian *basal plate* tidak terjadi nekrosis (A), bagian *basal plate* mengalami nekrosis dan busuk (B, C) setelah inkubasi 7 hari

Adanya infeksi *Fusarium* pada umbi bawang merah menimbulkan gejala nekrosis jaringan pada umbi di bagian jaring *basal plate*. Gejala nekrosis merupakan kematian pada jaringan umbi yang dapat ditandai dengan perubahan warna coklat dan tekstur pada jaringan tersebut. Gejala infeksi *Fusarium* pada bagian umbi bawang merah yaitu, pada bagian nekrosis mengalami perubahan warna menjadi coklat, dan tekstur jaringan umbi yang terinfeksi menjadi lebih lunak (Havey 2008). Perubahan warna coklat pada bagian pangkal batang umbi dan akar tanaman bawang merah menyebabkan kematian jaringan sehingga terjadi absisi akar dan kematian tanaman (Cramer et al., 2021). *Fusarium* merupakan agensia penyebab penyakit busuk pada bagian *basal plate* pada

umbi bawang merah (Dabire et al., 2021).

Uji patogenisitas Isolat *Fusarium* pada Tanaman Bawang Merah

Uji patogenisitas dilakukan dengan menginokulasi isolat *Fusarium* yang dikelompokkan kedalam *Fusarium* patogenik, pada media tanam dan diamati gejala penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah. Hasil pengamatan uji patogenisitas isolat *Fusarium* pada minggu pertama terjadi perubahan warna pada bagian ujung daun menjadi menguning, selanjutnya daun menjadi terpelintir dan daun berwarna hijau pucat, hingga akhirnya seluruh bagian daun menjadi kuning, layu dan menjadi kering pada minggu ketiga (Gambar 4).



Gambar 5. Pengamatan uji patogenisitas pada tanaman bawang merah, minggu 1 ujung daun menguning tanaman menjadi kerdil dan meliuk (A), minggu 2 daun menjadi meliuk (B), daun menjadi kuning dan layu (C), minggu 3 tanaman layu (D)

Penyakit busuk pangkal batang pada bawang memiliki gejala berupa daun berubah warna menjadi hijau pucat hingga kuning, daun menjadi meliuk atau terpelintir (twisting), hingga akhirnya daun menjadi kering, pada umur tanaman empat minggu setelah tanam tanaman menjadi layu, dan terkulai seperti akan roboh dan tanaman menjadi rebah. Pertumbuhan akar dan pangkal batang akan terganggu karena umbi dan akar mengalami pembusukan, sehingga tanaman mudah tercabut ketika diangkat (Asrul et al., 2021).

F. oxysporum dapat menginfeksi

tanaman bawang merah pada berbagai tingkat pertumbuhan tanaman bawang merah, terutama umbi diinfeksi oleh patogen sejak penanaman di lapangan. *F. oxysporum* melakukan penetrasi secara langsung pada umbi bawang merah merupakan tahapan penularan yang penting untuk menimbulkan gejala penyakit. Selanjutnya *F. oxysporum* melakukan invasi pada bagian akar tanaman baik secara langsung maupun melalui pelukaan atau lubang alami. Enzim pendegradasi dinding sel yang dihasilkan *F. oxysporum* adalah salah satu cara untuk dapat masuk penetrasi ke dalam sel tanaman.

Beberapa enzim pendegradasi dinding sel yang dihasilkan diantaranya enzim pectinase, glukonase, glucosidase, xylanase, dan poligalakturonase (Leslie dan Summerell 2006). Enzim yang dihasilkan oleh cendawan patogen berperan penting dalam untuk mendegradasi atau melunakan dinding sel tanaman terutama pada jaringan vaskular, sehingga terjadi perkembangan penyakit layu. Penetrasi patogen pada bagian lapisan kortek akar agar patogen dapat masuk ke dalam jaringan vaskular dan mengkolonisasi jaringan xylem tanaman (Roncero et al., 2003).

SIMPULAN

Hasil deteksi *Fusarium* terbawa benih umbi bawang merah dengan metode *blotter test*, nilai infeksi *Fusarium* tertinggi pada benih bawang merah varietas Bima sebesar 75%. Hasil uji patogenesis isolat *Fusarium* yang diperoleh dari hasil *blotter test*, sebanyak 60 isolat *Fusarium*, isolat *Fusarium* bersifat patogenik sebesar 46,6%. Hasil uji patogenesis pada tanaman menunjukkan isolat *Fusarium* patogenik yang diinokulasi pada media tanam, menimbulkan gejala penyakit busuk pangkal batang pada tanaman bawang merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, I., Maharijaya, A., & Wiyono, S. (2020). Genetic Diversity and Fusarium Wilt Disease Resistance (*Fusarium oxysporum* f.sp cepae) of Indonesian Shallots (*Allium cepa* L. var *aggregatum*). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 11(1), 32–40. <https://doi.org/10.29244/jhi.11.1.32-40>
- Asrul, A.-, Rosmini, R., Rista, A., Astuti, I. D., & Yulianto, A. (2021). Karakterisasi Jamur Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang (Basal Rot) pada Bawang Wakegi (*Allium x wakegi* Araki). *Agro Bali : Agricultural Journal*, 4(3), 341–350. <https://doi.org/10.37637/ab.v4i3.835>
- Bektaş, I., Küsek, M., Bektaş, I., & Kusek, M. (n.d.). *PHYLOGENETIC AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF FUSARIUM OXYSPORUM F. SP. CEPAE THE*

CAUSAL AGENT OF BASAL ROT ON ONION ISOLATED FROM TURKEY. <https://www.researchgate.net/publication/332633592>

- Cramer, C. S., Mandal, S., Sharma, S., Nourbakhsh, S. S., Goldman, I., & Guzman, I. (2021). Recent advances in onion genetic improvement. *Agronomy*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/agronomy11030482>
- Dabire, T. G., Neya, B. F., Somda, I., & Legreve, A. (2021). Pathogenicity study of some seed-borne fungi of onion (*Allium cepa* L.) from Burkina Faso. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 15(3), 1062–1072. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i3.17>
- Havey, M.J. (2008). Fusarium basal rot. Di dalam: Howard FS, Mohan SK, editor. Compendium of onion and garlic diseases and pests. 2nd ed. Minnesota (US). APS Press. hlm 12-14
- 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. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203003>
- ISTA. (2011), ISTA rules, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Swizerland.
- Kalman, B., Abraham, D., Graph, S., Perl-Treves, R., Harel, Y. M., & Degani, O. (2020). Isolation and identification of fusarium spp., the causal agents of onion (*Allium cepa*) basal rot in northeastern israel. *Biology*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/biology9040069>
- Kondo, N., Kobayashi, K., & Ogoshi, A. (n.d.). *Vegetative Compatibility Groups within Fusarium oxysporum f. sp. cepae in Hokkaido-Japan*.
- Le, D., Audenaert, K., & Haesaert, G. (2021). Fusarium basal rot: profile of an increasingly important disease in *Allium* spp. In *Tropical Plant Pathology* (Vol. 46, Issue 3, pp. 241–253). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s40858-021-00421-9>
- Leslie, J. F., Summerell, B. A., & Bullock, S. (2006). *The Fusarium Laboratory Manual*.
- Pawar, D. S., & Nasreen, S. (2007). Isolation and

- Identification of Some Pathogenic Fungi from Different Infected Vegetables. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (An ISO, 3297)*. <https://doi.org/10.15680/IJRSET.2016.0503032>
- Perubahan Curah Hujan terhadap Produktivitas Tanaman Bawang Merah, S., Riyadlus Sholikin, A., & Didik Haryono, dan. (2019). The Study of Rainfall Changes to Shallot Productivity (*Allium ascalonicum* L.) in Several Production Centers. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(9), 1587–1594.
- Prakoso, K. I. (2021). Affecting Factors of Shallots Production Level in Wanasari Sub-District Brebes Regency. *Business and Economic Analysis Journal*, 1(1), 27–37. <https://doi.org/10.15294/beaj.v1i1.30143>
- Roncero, M. I. G., Hera, C., Ruiz-Rubio, M., García Maceira, F. I., Madrid, M. P., Caracuel, Z., Calero, F., Delgado-Jarana, J., Roldán-Rodríguez, R., Martínez-Rocha, A. L., Velasco, C., Roa, J., Martín-Urdiroz, M., Córdoba, D., & Di Pietro, A. (2003). Fusarium as a model for studying virulence in soilborne plant pathogens. In *Physiological and Molecular Plant Pathology* (Vol. 62, Issue 2, pp. 87–98). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0885-5765\(03\)00043-2](https://doi.org/10.1016/S0885-5765(03)00043-2)
- Saputri, A. S., Tondok, E. T., & Hidayat, S. H. (2019). Insidensi Virus dan Cendawan pada Biji dan Umbi Bawang Merah. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 14(6), 222. <https://doi.org/10.14692/jfi.14.6.222>
- 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>
- Surahman, dan, Besar PPMB-TPH, B., Pertanian, K., Raya Tapos Kotak Pos, J., & Barat, J. (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]. In *J. Hort* (Vol. 24, Issue 2).
- Taylor, A., Teakle, G. R., Walley, P. G., Finch-Savage, W. E., Jackson, A. C., Jones, J. E., Hand, P., Thomas, B., Havey, M. J., Pink, D. A. C., & Clarkson, J. P. (2019). Assembly and characterisation of a unique onion diversity set identifies resistance to Fusarium basal rot and improved seedling vigour. *Theoretical and Applied Genetics*, 132(12), 3245–3264. <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03422-0>
- Triwidodo, H., & Tanjung, M. H. (2020). Hama Penyakit Utama Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum*) dan Tindakan Pengendalian di Brebes, Jawa Tengah. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 13(2), 149–154. <https://doi.org/10.21107/agrovigor.v13i2.7131>
- Widono, S., Hadiwiyono, Poromarto, S. H., Supyani, & Wahyuni, N. (2022). Sensitivity of bulb tissue section for detection of Fusarium causes Moler disease of shallot. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1018(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1018/1/012003>