

## Keragaman Cendawan Pascapanen pada Umbi Bawang Merah Varietas Bima Brebes

### Diversity of Postharvest Fungi on Shallot Bulbs Variety Bima Brebes

Okky Setyawati Dharmaputra<sup>1,2\*</sup>, Sri Listiyowati<sup>1</sup>, Ira Zahara Nurwulansari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

<sup>2</sup>SEAMEO BIOTROP, Bogor 16134

#### ABSTRAK

Di Indonesia bawang merah (*Allium ascalonicum*) merupakan komoditas unggulan hortikultura setelah cabai merah. Cendawan penyebab penyakit pascapanen pada bawang merah dapat menyebabkan kehilangan hasil. Penelitian mengenai keragaman cendawan pascapanen pada umbi bawang merah belum pernah dilakukan di Indonesia. Tujuan penelitian ini ialah memperoleh informasi mengenai keragaman cendawan pascapanen pada umbi bawang merah varietas Bima Brebes yang diperoleh dari beberapa pasar tradisional di Kota Bogor. Pengambilan umbi bawang merah dilakukan pada bulan Januari dan Februari 2016. Penelitian terdiri atas isolasi cendawan dari umbi bawang merah, uji patogenisitas cendawan, dan identifikasi cendawan penyebab penyakit secara morfologi dan molekuler. Identifikasi secara morfologi dilakukan dengan mengamati warna koloni, pola pertumbuhan, serta ciri struktur somatik reproduksi. Hasil penelitian menunjukkan cendawan penyebab penyakit pada umbi bawang merah terdiri atas *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Colletotrichum gloeosporioides* spesies kompleks, *Fusarium fujikuroi* spesies kompleks, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Penicillium citrinum*, dan *P. pinophilum*. Patogenisitas cendawan tertinggi ditunjukkan oleh spesies kompleks *C. gloeosporioides*.

Kata kunci: *Colletotrichum gloeosporioides*, isolasi cendawan, patogenisitas, primer ITS1/ITS4

#### ABSTRACT

In Indonesia, shallot (*Allium ascalonicum*) is horticultural main commodity after hot pepper. Significant yield losses can be caused by postharvest fungi infection. Research on the diversity of postharvest fungi on shallot bulbs has been conducted in some countries, unfortunately little is done in Indonesia. The study was aimed to obtain information on the diversity of postharvest fungi infecting shallot bulbs variety Bima Brebes from several traditional markets in Bogor City. Shallot bulbs were collected in January and February 2016. The study consisted of fungal isolation from shallot bulbs, fungal pathogenicity test, and identification of pathogenic fungi based on morphological and molecular characteristics. Morphology identification was based on the color of fungal colony, growth pattern, as well as somatic and reproduction structures. Several species of pathogenic fungi were successfully identified from shallot bulbs i.e. *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Colletotrichum gloeosporioides* species complex, *Fusarium fujikuroi* species complex, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Penicillium citrinum* and *P. pinophilum*. Among these fungi, the highest pathogenicity was shown by *C. gloeosporioides* species complex.

Key words: Fungal isolation, *Colletotrichum gloeosporioides*, ITS1/ITS4, pathogenicity

\*Alamat penulis korespondensi: Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Jalan Agatis, Kampus Dramaga, Bogor 16680.  
Tel: 0251-8622833, Faks: 0251-8622833, Surel: okky@biotrop.org.

## PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum*) merupakan komoditas utama hortikultura Indonesia setelah cabai merah (Kementan 2014). Produksi bawang merah di Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Menurut BPS (2015) produksi bawang merah pada tahun 2013 sebesar 1.01 juta ton, meningkat menjadi 1.23 juta ton pada tahun 2014. Banyak kendala dihadapi oleh petani, di antaranya penanganan pascapanen yang kurang layak sehingga menyebabkan kerusakan umbi, susut bobot dan susut hasil. Penyebab utama kehilangan hasil yang sering terjadi selama penyimpanan antara lain penyakit pascapanen, pada umumnya disebabkan oleh cendawan (Mahmud dan Monjil 2015).

Keberadaan cendawan pascapanen menyebabkan penurunan kuantitas dan kualitas bawang merah yang berpengaruh pada nilai jual. Beberapa spesies cendawan dapat menghasilkan toksin yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia dan hewan. Cendawan penyebab penyakit pascapanen yang ditemukan pada umbi bawang merah di berbagai negara umumnya terdiri atas genus *Aspergillus*, *Fusarium*, dan *Penicillium* (Velez-Rodriguez dan Rivera-Vargas 2007; Shehu dan Muhammad 2011; Adongo *et al.* 2015). Tujuan penelitian ini ialah memperoleh informasi mengenai keragaman cendawan penyebab penyakit pascapanen pada umbi bawang merah yang diperoleh dari beberapa pasar tradisional di Kota Bogor.

## BAHAN DAN METODE

### Sampel Umbi Bawang Merah

Umbi bawang merah var. Bima Brebes yang terserang patogen diambil dari pasar tradisional di Kota Bogor: Pasar Anyar, Pasar Bogor, Pasar Gunung Batu, Pasar Jambu Dua, Pasar Kemang, dan Pasar Merdeka pada bulan Januari dan Februari 2016. Bawang merah varietas Bima Brebes yang sehat diperoleh dari Pasar Anyar untuk uji patogenisitas.

### Isolasi Cendawan Penyebab Penyakit

Umbi bawang merah varietas Bima Brebes yang terserang penyakit dibersihkan dari kulit tipis dan direndam di dalam natrium hipoklorit 1% selama 1 menit, kemudian umbi dibilas menggunakan akuades steril dan dikeringanginkan. Jaringan umbi ( $3 \times 3 \times 3$  mm) dari setiap sampel dipotong di antara bagian yang sakit dan sehat, kemudian diletakkan pada medium agar-agar dekstrosa kentang (ADK) yang mengandung kloramfenikol ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ) di dalam cawan Petri berdiameter 9 cm (3 potong per cawan). Cawan diinkubasikan pada suhu ruang ( $28 \pm 2$  °C) selama 5–7 hari. Setiap isolat cendawan yang berbeda warna koloni dan pola pertumbuhan dimurnikan pada medium ADK tanpa kloramfenikol.

### Uji Patogenisitas

Sebanyak 20 isolat cendawan dari umbi bawang merah diuji patogenisitasnya dengan 6 ulangan. Sebagai kontrol, perlakuan hanya menggunakan medium ADK saja dan perlakuan tanpa ditempli apa pun. Umbi bawang merah yang sehat dengan bentuk dan ukuran yang sama dibersihkan dari kulit tipis air dan dikeringanginkan. Selanjutnya bagian permukaan umbi didesinfeksi menggunakan etanol 70%. Semua bagian tengah permukaan setiap umbi bawang merah digores vertikal dan horizontal masing-masing 1 cm. Di atas goresan tersebut diletakkan perlakuan inokulum koloni (diameter 5 mm) cendawan berumur 7 hari yang tumbuh pada medium ADK. Umbi yang telah diinokulasi ditempatkan di dalam wadah plastik yang telah didesinfeksi menggunakan etanol 70%. Kondisi di dalam wadah dibuat lembap (kelembapan relatif 90%) dengan cara menempatkan kapas basah steril di bagian tengah wadah. Semua wadah ditutup dengan kain batis steril dan diinkubasi pada suhu ruang ( $28 \pm 2$  °C) selama 7 hari.

Pengamatan keparahan penyakit dilakukan dengan cara mengukur luas permukaan umbi bawang merah yang terserang menggunakan metode gravimetri, yaitu menggambar luas gejala penyakit yang terbentuk pada plastik transparan, dicetak kembali pada karton tebal, kemudian bobot karton tersebut (g)

dikonversi ke dalam luas gejala ( $\text{mm}^2$ ). Rancangan penelitian yang digunakan pada uji patogenesis ialah rancangan acak lengkap. Analisis statistik menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada program SAS versi 9.1.3. Jika analisis ragam memberikan hasil yang nyata, maka diuji lanjut menggunakan uji banding Duncan (DMRT) pada taraf  $\alpha$  1%.

### Identifikasi Cendawan

Semua isolat cendawan yang diisolasi dari bawang merah yang terserang penyakit diidentifikasi secara morfologi. Identifikasi morfologi mengamati warna koloni, pola pertumbuhannya, dan struktur soma serta reproduksinya secara mikroskopis. Identifikasi secara morfologi dilakukan berdasarkan kunci identifikasi yang dibuat oleh Sutton (1980), Leslie dan Summerell (2006), Pitt dan Hocking (2009).

Identifikasi secara molekuler dilakukan hanya untuk isolat cendawan yang patogenesisnya tinggi. Ekstraksi DNA dilakukan dari 5–20 mg massa miselium menggunakan metode CTAB (Gardes dan Bruns 1993). Primer yang digunakan ialah primer umum rDNA: *forward primer* ITS1 (5'TCCGTAGGTGAACCTTGCGG3') dan *reverse primer* ITS4 (5'TCCTCCGCTTATTGATATGC3'). Volume PCR sebanyak 10  $\mu\text{L}$  terdiri atas 1  $\mu\text{L}$  *buffer dream Taq*, 1  $\mu\text{L}$  dNTP mix 2 mM, 0.5  $\mu\text{L}$  primer ITS1 0.5  $\mu\text{M}$ , 0.5  $\mu\text{L}$  primer ITS4 0.5  $\mu\text{M}$ , 0.25  $\mu\text{L}$  DNA *Taq polymerase*, 1  $\mu\text{L}$  DNA templat (100 ng  $\mu\text{L}^{-1}$ ) dan 5.75  $\mu\text{L}$  ddH<sub>2</sub>O. Mesin PCR (Labnet International) digunakan untuk amplifikasi DNA yang diawali dengan proses denaturasi pada suhu 95 °C selama 5 menit. Proses PCR dilanjutkan sebanyak 35 siklus dengan kondisi denaturasi pada suhu 95 °C selama 30 detik, penempelan primer pada suhu 57 °C selama 60 detik, proses pemanjangan pada suhu 72 °C selama 2 menit, dan diakhiri dengan pasca pemanjangan pada suhu 72 °C selama 5 menit. DNA hasil amplifikasi dikirim ke Fist Base di Singapura untuk sikuensing, kemudian sikuennya dianalisis menggunakan program *Basic Local Alignment Search Tool* (BLAST) pada situs

[www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST) dan dibuat pohon filogenetiknya menggunakan *software* MEGA versi 7 dengan metode *Neighbor Joining* (NJ) dan *bootstrap* 1000x.

## HASIL

### Cendawan Pascapanen dari Umbi Bawang Merah

Sebanyak 20 isolat cendawan telah diisolasi dari umbi bawang merah var. Bima Brebes. Gejala penyakit pada bawang merah ditandai dengan keberadaan luka kering berupa cekungan di bagian permukaan umbi (Gambar 1). Isolat cendawan secara morfologi diidentifikasi sebagai *Alternaria alternata*, *Aspergillus niger*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium fujikuroi*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *Penicillium citrinum*, dan *P. pinophilum* (Tabel 1). Deskripsi makroskopis dan mikroskopis cendawan disajikan pada Tabel 2.

Semua isolat cendawan dapat menyebabkan gejala penyakit pada umbi bawang merah var. Bima Brebes dengan luas yang berbeda nyata (Tabel 1). Gejala yang sangat nyata tampak dari luas permukaan umbi ialah pada *C. gloeosporioides*, sedangkan yang luas permukaan serangan terkecil ialah *A. alternata*. *A. niger* merupakan spesies yang paling sering ditemukan pada umbi bawang merah yang diperoleh dari semua pasar dengan waktu pengambilan sampel yang berbeda.

Analisis filogenetika berdasarkan sikuen nukleotida daerah ITS menunjukkan bahwa



Gambar 1 Umbi bawang merah varietas Bima Brebes yang diperoleh dari pasar tradisional terserang cendawan penyebab penyakit pascapanen.

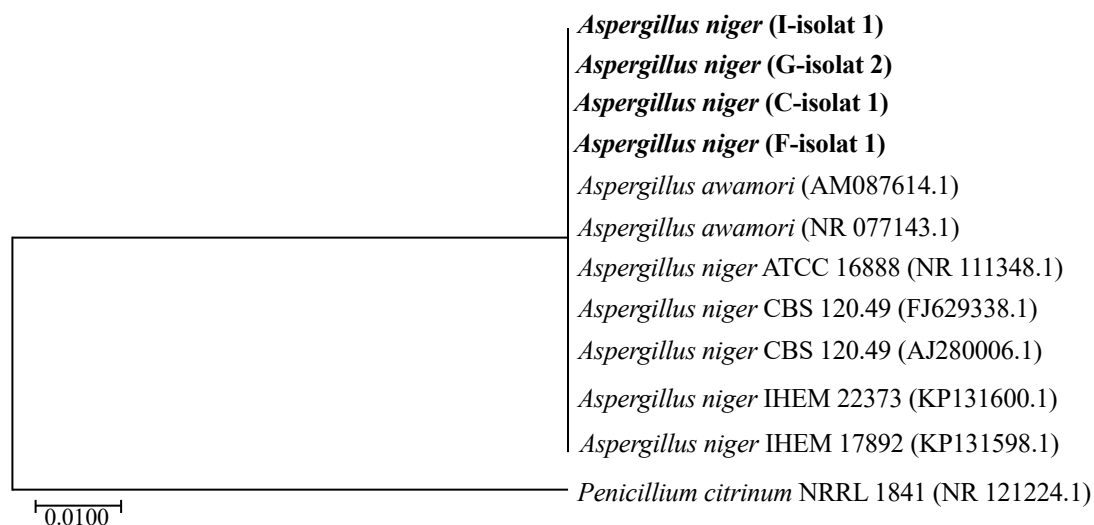
cendawan I-isolat 1, C-isolat 1, F-isolat 1, G-isolat 2 berada satu grup dengan *A. niger* dan *A. awamori* dengan nilai *bootstrap* 100% (Gambar 2). Cendawan H-isolat 3 masuk ke dalam *C. gloeosporioides* spesies kompleks, karena berada satu grup dengan spesies

kompleks tersebut (Gambar 3). Cendawan A-isolat 3 berada satu grup dengan *F. fujikuroi* spesies kompleks dan terpisah dari kelompok *F. oxysporum* (Gambar 4). Hasil identifikasi secara molekuler sesuai dengan identifikasi secara morfologi.

Tabel 1 Lokasi asal dan hasil identifikasi setiap isolat cendawan secara morfologi, serta luas gejala penyakit

Lokasi pengambilan sampel	Kode isolat	Cendawan	Luas gejala penyakit (mm <sup>2</sup> )
Pasar Kemang	A-isolat 1	<i>Alternaria alternata</i>	37.91 gh
	A-isolat 2	<i>Aspergillus niger</i>	88.37 efg
	A-isolat 3	<i>Fusarium fujikuroi</i>	99.32 defg
Pasar Bogor	B-isolat 1	<i>A. niger</i>	168.49 bc
Pasar Bogor	C-isolat 1	<i>A. niger</i>	176.86 bc
Pasar Anyar	D-isolat 1	<i>A. niger</i>	127.91 cdef
Pasar Anyar	E-isolat 1	<i>A. niger</i>	96.98 efg
	E-isolat 2	<i>Penicillium citrinum</i>	56.78 gh
Pasar Bogor	F-isolat 1	<i>A. niger</i>	169.42 bc
	F-isolat 2	<i>P. citrinum</i>	66.08 fg
	F-isolat 3	<i>P. pinophilum</i>	59.65 gh
Pasar Gunung Batu	G-isolat 1	<i>F. oxysporum</i>	78.39 efg
	G-isolat 2	<i>A. niger</i>	159.53 bcd
Pasar Merdeka	H-isolat 1	<i>A. niger</i>	133.14 bcde
	H-isolat 2	<i>F. oxysporum</i>	69.67 efg
	H-isolat 3	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	314.42 a
	H-isolat 4	<i>F. solani</i>	63.02 fg
Pasar Jambu Dua	I-isolat 1	<i>A. niger</i>	194.96 b
	I-isolat 2	<i>F. solani</i>	66.28 fg
	I-isolat 3	<i>P. citrinum</i>	60.56 efg

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 99%



Gambar 2 Pohon filogenetika *Aspergillus niger* penyebab penyakit pascapanen pada bawang merah dari pasar tradisional Kota Bogor dibuat dengan menggunakan software MEGA versi 7 metode *Neighbor Joining* dengan *bootstrap* 1000x.

Tabel 2 Karakter morfologi cendawan penyebab penyakit pascapanen pada umbi bawang merah yang diperoleh dari pasar tradisional di Kota Bogor

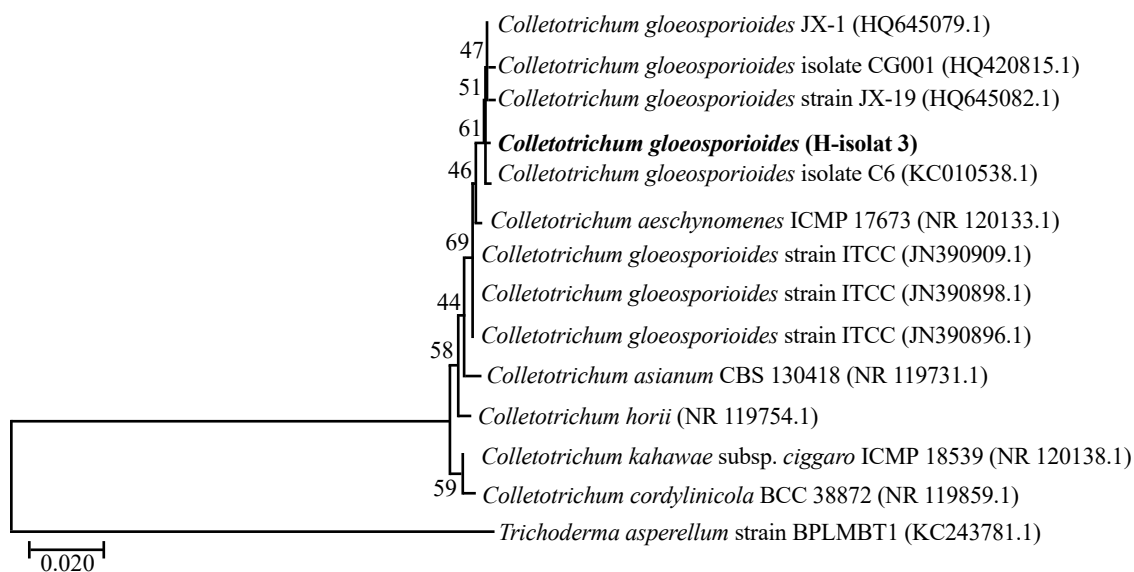
Cendawan	Warna koloni	Struktur reproduksi
<i>Alternaria alternata</i>	Kelabu	Konidiofor; konidium berbentuk gada, memiliki 5-6 sekat transversal dan 2-3 sekat longitudinal, ukuran 34.4 (20.6-45.6) $\mu\text{m} \times 10.4$ (7.7-13.1) $\mu\text{m}$ .
<i>Aspergillus niger</i>	Hitam di bagian tengah koloni, putih di bagian tepi koloni	Sel kaki; konidiofor; vesikel berukuran 32 (24.6-38.6) $\mu\text{m}$ ; metula 5.2 (4.7-5.5) $\mu\text{m}$ , filialid berukuran 8.9 (8.0-10.0) $\mu\text{m}$ ; konidium berukuran 4.3 (4-4.7) $\mu\text{m}$ .
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Kelabu terang di bagian tepi koloni, semakin kelabu menuju bagian tengah koloni	Konidium lonjong, ujung tumpul, berukuran 11.5 (9.2-14) $\mu\text{m} \times 4.4$ (3.6-5.1) $\mu\text{m}$ ; apresorium berbentuk lonjong, bulat, tak beraturan, berukuran 11.2 (9-15.1) $\mu\text{m} \times 6.2$ (4.8-7.6) $\mu\text{m}$ .
<i>Fusarium fijiikuroi</i>	Putih-merah muda	Makrokonidium lonjong, sedikit melengkung, ramping, sekat 1-3, berukuran 14.6 (11.5-18.7) $\mu\text{m} \times 2.5$ (2.0-2.9) $\mu\text{m}$ ; mikrokonidium lonjong, 1 sel, berukuran 5.9 (4.8-8.4) $\mu\text{m} \times 2.6$ (2.2-3.3) $\mu\text{m}$ .
<i>F. oxysporum</i>	Putih-ungu	Makrokonidium berbentuk lonjong hingga kurva dengan ujung runcing, 3-4sekat, berukuran 24.0 (13.9-35.4) $\mu\text{m} \times 3.6$ (2.6-4.4) $\mu\text{m}$ ; mikrokonidium berbentuk lonjong, tidak bersekat, berukuran 7.2 (4.2-12.9) $\mu\text{m} \times 2.9$ (2.2-3.8) $\mu\text{m}$ ; klamidospora berada di bagian interkalar maupun terminal hifa dalam bentuk tunggal atau dalam rantai pendek.
<i>F. solani</i>	Putih	Makrokonidium lonjong, sedikit melengkung dengan ujung tumpul, 3-5 sekat, berukuran 33.2 (23.6-43.5) $\mu\text{m} \times 4.9$ (4.0-6.2) $\mu\text{m}$ ; mikrokonidium lonjong, 0-1 sekat, berukuran 11.2 (7.1-18.2) $\mu\text{m} \times 4.2$ (3.0-5.2) $\mu\text{m}$ ; klamidospora terminal hifa dalam bentuk atau berpasangan.
<i>Penicillium citrinum</i>	Hijau kebiruan di bagian tengah koloni, putih di bagian tepi koloni	Konidiofor; metula berukuran 13.7 (10.9-18.2) $\mu\text{m}$ ; filialid berukuran 8.5 (6.9-10.3) $\mu\text{m}$ ; konidium 2.5 (2.1-3.1) $\mu\text{m}$ .
<i>P. pinophilum</i>	Putih di bagian tepi koloni, semakin kuning hingga hijau di bagian tengah koloni.	Konidiofor; metula berukuran 8.7 (6.8-13.8) $\mu\text{m}$ ; filialid berukuran 7.4 (6.0-10.7) $\mu\text{m}$ ; konidium berukuran 2.5 (2.1-3.2) $\mu\text{m}$ .

**PEMBAHASAN**

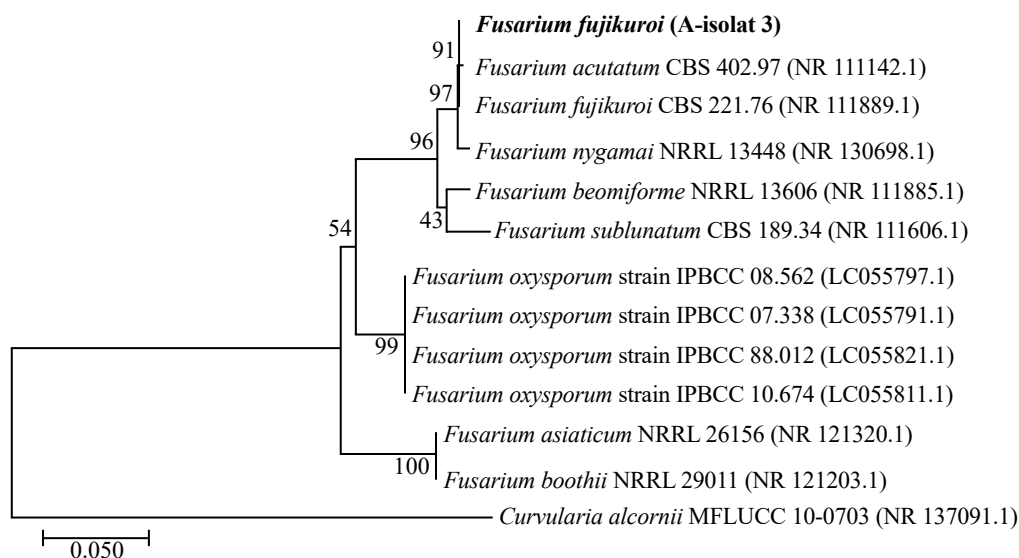
Sebanyak 8 spesies dari 20 isolat hasil isolasi dapat menyebabkan penyakit pada umbi bawang merah. Beberapa hasil penelitian menunjukkan *A. alternata*, *A. niger*, *C. gloeosporioides*, *F. oxysporum*, *F. solani*, dan *P. citrinum* merupakan penyebab penyakit pada umbi bawang merah di berbagai negara (Rajapakse dan Edirimanna 2002; Klokocarsmit *et al.* 2008; Samuel dan Ifeanyi 2015).

*Fusarium fujikuroi* dan *P. pinophilum* baru pertama kali dilaporkan dapat menyebabkan penyakit pada umbi bawang merah. *Fusarium fujikuroi* merupakan cendawan penyebab penyakit *bakanae* pada padi di California (Carter *et al.* 2008). *P. pinophilum* ditemukan oleh Pitt dan Hocking (2009) di Indonesia dan berasosiasi dengan kacang tanah.

Hasil identifikasi secara molekuler menunjukkan *C. gloeosporioides* dan *A. alternata* tergolong spesies kompleks. Spesies



Gambar 3 Pohon filogenetika spesies kompleks *Colletotrichum gloeosporioides* penyebab penyakit pascapanen pada bawang merah dari pasar tradisional Kota Bogor dibuat dengan menggunakan software MEGA versi 7 metode *Neighbor Joining* dengan *bootstrap* 1000x.



Gambar 4 Pohon filogenetika *Fusarium fujikuroi* spesies kompleks penyebab penyakit pascapanen pada bawang merah dari pasar tradisional Kota Bogor dibuat dengan menggunakan software MEGA versi 7 metode *Neighbor Joining* dengan *bootstrap* 1000x.

kompleks adalah kelompok cendawan yang secara taksonomi terkait erat dan sulit untuk dibedakan (Chen *et al.* 2015). Beberapa spesies anggota dari kelompok spesies kompleks tidak dapat dibedakan hanya menggunakan daerah ITS karena daerah ini memiliki variasi nukleotida yang rendah dan kurang informatif untuk mendefinisikan beberapa spesies kompleks (Oechsler *et al.* 2009). Begitu juga dengan *A. niger* dan *A. awamori*, kedua spesies ini tidak bisa dibedakan hanya menggunakan daerah ITS. Varga *et al.* (2011) melakukan pendekatan analisis bagian dari gen kalmodulin,  $\beta$ -tubulin, analisis AFLP, analisis UP-PCR atau analisis RFLP untuk membedakan kedua spesies tersebut.

Spesies kompleks *C. gloeosporioides* merupakan cendawan dengan patogenisitas tertinggi. Cendawan ini merupakan penyebab antraknosa pada buah-buahan dan sayuran, bahkan diketahui menginfeksi lebih dari 100 inang yang berbeda (Dijksterhuis *et al.* 2013). Cendawan ini membentuk apresorium yang digunakan untuk menembus jaringan tumbuhan dengan cara menghasilkan tekanan turgor yang sangat tinggi sehingga memungkinkan hifa dapat menembus dinding sel (Bechinger *et al.* 1999).

*A. niger* menyebabkan luas gejala penyakit dengan kisaran 88.37-194.96 mm<sup>2</sup>. Cendawan ini merupakan cendawan kosmopolitan yang mampu tumbuh dengan cepat, toleran terhadap pH, dapat tumbuh pada berbagai substrat, dapat menghasilkan enzim hidrolitik dan oksidatif untuk menembus sel tanaman (Sharma 2012)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa cendawan penyebab penyakit pada umbi bawang merah ialah *A. alternata*, *A. niger*, *C. gloeosporioides* spesies kompleks, *F. fujikuroi* spesies kompleks, *F. oxysporum*, *F. solani*, *P. citrinum*, dan *P. pinophilum*. *C. gloeosporioides* mampu menimbulkan keparahan paling tinggi dibandingkan dengan cendawan lainnya.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Direktur SEAMEO BIOTROP atas izin penggunaan sarana dan fasilitas laboratorium

Fitopatologi, kepada Ina Retnowati dan Nijma Nurfadila yang telah membantu dan memberikan saran selama pelaksanaan penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adongo BA, Kwoseh CK, Moses E. 2015. Storage rot fungi and seed-borne pathogen of onion. *J Sci Technol.* 35(2):13–21. DOI: <https://doi.org/10.4314/just.v35i2.2>.
- Bechinger C, Giebel KF, Schnell M, Leiderer P, Deising HB, Bastneyer M. 1999. Optical measurement of invasive forces exerted by appressoria of a plant pathogenic fungus. *Science.* 285:1896–1899. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.285.5435.1896>.
- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2015. Produksi cabai besar, cabai rawit dan bawang merah Tahun 2014. <http://www.bps.go.id/brs/view/id/1168>[diakses 26 Oktober 2015].
- Carter LLA, Leslie JF, Webster RK. 2008. Population structure of *Fusarium fujikuroi* from California rice and water grass. *Phytopathology.* 98(9):992–998. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHTO-98-9-0992>.
- Chen M, Zeng J, Hoog GSD, Stielow B, Ende GVD, Liao W, Lackner M. 2015. The ‘species complex’ issue in clinically relevant fungi: a case study in *Scedosporium apiospermum*. *Fungal Biol.* 3:1–10. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2015.09.003>.
- Dijksterhuis J, Houbraken J, Samson A. 2013. Fungal spoilage of crops and food. Di dalam: Kempken F, editor. *Agricultural Application*. Ed Ke-3. Heidelberg (DE): Springer. hlm 35–56. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-36821-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-36821-9_2).
- Gardes M, Bruns TD. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes-application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Mol Ecol.* 2:113–118. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1993.tb00005.x>.
- [Kementan] Kementerian Pertanian. 2014. Draft petunjuk umum program peningkatan produksi dan produktivitas hortikultura

- ramah lingkungan Tahun 2015. Jakarta (ID):[http://distanak.kalteng.go.id/download/download/Draft\\_Petunjuk\\_Umum\\_Hortikultura\\_2015.pdf](http://distanak.kalteng.go.id/download/download/Draft_Petunjuk_Umum_Hortikultura_2015.pdf) [diakses 27 Oktober 2015].
- Klokocar-Smit ZD, Levic JT, Masirevic SN, Grozdanovic-Varga JM, Vasic MA, Aleksic SA. 2008. Fusarium rot of onion and possible use of bioproduct. *Proc Nat Sci.* 114:135–148. DOI: <https://doi.org/10.2298/ZMSPN0814135K>.
- Leslie JF, Summerell BA. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. Ed ke-1. Iowa (US): Blackwell. DOI: <https://doi.org/10.1002/9780470278376>.
- Mahmud MS, Monjil MS. 2015. Storage diseases of onion under variable conditions. *Progressive Agric.* 26:45–50. DOI: <https://doi.org/10.3329/pa.v26i1.24515>.
- Oechsler RA, Feilmeier MR, Ledee DR, Miller D, Diaz MR, Fini ME, Fell JW, Alfonso EC. 2009. Utility of molecular sequence analysis of the ITS rRNA region for identification of *Fusarium* spp. from ocular sources. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 50(5):2230–2236. DOI: <https://doi.org/10.1167/iovs.08-2757>.
- Pitt JI, Hocking AD. 2009. *Fungi and Food Spoilage*. Ed ke-3. New York (US): Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-92207-2>.
- Rajapakse RGAS, Edirimanna ERSP. 2002. Management of bulb rot of big onion (*Allium cepa* L.) during storage using fungicides. *Ann Sri Lanka Depart Agric.* 4:319–326.
- Samuel O, Ifeanyi O. 2015. Fungi associated with the deterioration of post-harvest onion bulb sold in some markets in Awka, Nigeria. *Bioeng and Biosci.* 3(5):90–94.
- Sharma R. 2012. Pathogenicity of *Aspergillus niger* in plants. *Cibtech J Microbiol.* 1(1):47–51.
- Shehu K, Muhammad S. 2011. Fungi associated with storage rots of onion bulb in Sokoto, Nigeria. *Int J Mod Bot.* 1(1):1–3. DOI: <https://doi.org/10.5923/j.ijmb.20110101.01>.
- Sutton BC. 1980. *The Coelomycetes: Fungi Imperfecti with Picnidia Acervuli and Stromata*. Kew (GB): Commonwealth Mycological Institute.
- Varga J, Frisvad JC, Kocsube S, Brankovics B, Toth B, Szigeti G, Samson RA. 2011. New and revisited species in *Aspergillus* section *Nigri*. *Stud Mycol.* 69:1–17. DOI: <https://doi.org/10.3114/sim.2011.69.01>.
- Velez-Rodriguez L, Rivera-Vargas LI. 2007. Recent studies of fungal pathogens of onion in Puerto Rico. *J Agric Univ Puerto Rico.* 91:31–45.