



PENGARUH CENDAWAN ENDOFIT TANAMAN MAJA TERHADAP *Colletotrichum acutatum* PC3 PENYEBAB ANTRAKNOSA PADA CABAI MERAH *IN VITRO*

THE EFFECT OF ENDOPHYTIC FUNGI OF CALABASH TREE AGAINST *Colletotrichum acutatum* PC3 CAUSING ANTHRACNOSE IN RED PEPPER IN VITRO

Noorkomala Sari*

Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat,
Kalimantan Selatan, Indonesia

*Email: noorkomala.sari@ulm.ac.id

* Corresponding Author, Diterima: 24 Mar. 2022, Direvisi: 28 Mar. 2023, Disetujui: 30 Apr. 2023

ABSTRACT

The use of biocontrol agents using endophytic fungi has been studying widely because of its ability to increase plant resistance to disease. This study to identified endophytic fungi from Calabash Tree leaves collected from the campus of Institut Teknologi Sepuluh Nopember and discovered its resisting capacity against Colletotrichum acutatum causing anthracnose in Red Pepper, by in vitro. The research results are obtained descriptive and quantitative data. Descriptive data are collected from the isolation and the identification of endophytic fungi while quantitative data is the percentage of inhibition. The endophytic fungi that have been isolated from Calabash Tree Leaves, there are Colletotrichum spp.; Rhizoctonia spp.; Sporidesmium sp.; Neonectria sp. and Mycelia sterilia. Percent inhibition of endophytic fungi against C. acutatum there are Neonectria sp. is 71.43%, Sporidesmium sp. is 68.67% and Binucleate Rhizoctonia sp. is 71.43%.

Keywords : Biocontrol agent, percent inhibition, plant diseases, plant resistant

ABSTRAK

Penggunaan agen biokontrol menggunakan cendawan endofit telah banyak dilakukan karena kemampuannya dalam meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi cendawan endofit dari Tanaman Maja koleksi Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember serta mengetahui kemampuan antagonismenya terhadap *Colletotrichum acutatum* penyebab penyakit antraknosa pada cabai merah secara *in vitro*. Hasil penelitian yang diperoleh adalah data deskriptif dan kuantitatif. Data deskriptif berupa hasil identifikasi cendawan endofit sedangkan data kuantitatif yaitu persen daya hambat. Cendawan endofit yang berhasil diidentifikasi dari Tanaman Maja adalah *Colletotrichum* spp.; *Rhizoctonia* spp.; *Sporidesmium* sp.; *Neonectria* sp. dan miselia steril. Persen penghambatan cendawan endofit Tanaman Maja terhadap *C. acutatum*, dimana *Neonectria* sp. yaitu 71,43%, *Sporidesmium* sp. 68,67% dan *Rhizoctonia* sp. 71,43%.

Kata kunci : Agen biokontrol, penyakit tanaman, ketahanan tanaman, persen hambat

1. PENDAHULUAN

Antraknosa merupakan penyakit buah busuk yang sering menyerang budidaya cabai merah di Indonesia. Penyakit ini mampu mengakibatkan penurunan produksi 20-90% (Semangun, 2008). Patogen penyebab antraknosa pada cabai merah salah satunya disebabkan oleh *Colletotrichum acutatum* (Sari & Kasiamdari, 2021). Pengendalian

penyakit antraknosa dengan menggunakan fungisida tidak hanya menyebabkan peningkatan biaya produksi, tetapi juga mengakibatkan resiko kesehatan petani dan konsumen, serta kerusakan lingkungan. Oleh karena itu penggunaan agen biokontrol merupakan alternatif lain untuk mengatasi masalah penyakit antraknosa. Salah satu kandidat biokontrol serangan cendawan patogen pada tanaman yaitu menggunakan cendawan endofit

sebagai agen antagonis (Wilia, 2010; Mehetre & Deshmukh, 2011). Keberadaan cendawan endofit pada jaringan tanaman memberikan respon pertahanan yang lebih baik terhadap serangan patogen (Rodriguez *et al.*, 2009; Faeth & Fagan, 2002) dibandingkan yang tidak bersimbiosis dengan cendawan endofit (Istikorini, 2008). Cendawan endofit dilaporkan memiliki kemampuan hambat terhadap patogen tanaman Hal ini dikarenakan cendawan endofit mampu menghasilkan mikotoksin, enzim atau senyawa antibiotik dalam mengendalikan pertumbuhan patogen (Rodriguez *et al.*, 2009; Gao *et al.*, 2010).

Maja telah dilaporkan mempunyai potensi sebagai antibakteri dan antifungal karena kandungan fitokimia yang dimilikinya yaitu polifenol, saponin dan flavonoid (Lien, 2002). Daun Maja mempunyai potensi yang tinggi dalam menekan pertumbuhan bakteri gram negatif (Sari *et al.*, 2020), gram positif dan cendawan (Lien, 2002). Studi melaporkan bahwa keberadaan endofit erat hubungannya dengan kemampuan inang (*host*) dalam memproduksi bahan metabolit sekunder (Alam *et al.*, 2021) sehingga akhir-akhir ini banyak dilakukan isolasi cendawan endofit dari tanaman obat (Sari, 2020) salah satu contohnya adalah cendawan endofit yang diisolasi dari daun jarak pagar mampu menghambat pertumbuhan *Foxysporum* penyebab busuk umbi bawang merah dengan nilai hambat sebesar 38,27 – 74,48% (Nahdah *et al.*, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi jenis cendawan endofit yang berasal dari daun Tanaman Maja serta mengetahui kemampuan daya antagonismenya terhadap patogen *Colletotrichum acutatum* penyebab antraknosa pada cabai merah secara *in vitro*.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Isolasi dan Identifikasi Cendawan Endofit dari Tanaman Maja

Daun Maja dikoleksi dari Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Permukaan daun disterilisasi, dan dipotong secara aspetis 0,5 cm x 0,5 cm dan ditanam pada permukaan PDA selama 7 hari. Miselia cendawan yang tumbuh keluar dari daerah potongan daun dikarakteristik secara makroskopik dan mikroskopik. Referensi kunci identifikasi mengacu pada buku identifikasi Watanabe (2002). Konfirmasi identifikasi lebih lanjut untuk jenis spesies yaitu *Neonectria* sp. oleh

Bryford *et al.* (2004), *Sporidesmium* sp. oleh Itturiaga *et al.* (2008) dan Binucleate *Rhizoctonia* sp. oleh Blazier & Conway (2004).

2.2 Kultur Cendawan patogenik *C. acutatum* PC3

Isolat patogen *C. acutatum* PC3 diperoleh dari hasil isolasi dan identifikasi dari buah cabai merah bergejala Antraknosa yang di dikoleksi dari Desa Kricaan, Magelang (Sari & Kasiamdari, 2021). Peremajaan isolat *C. acutatum* PC3 dilakukan pada media PDA hingga 7 HSI (Hari Setelah Inokulasi).

2.3 Uji Antagonisme Cendawan Endofit Tanaman Maja dengan *C. acutatum*

Uji antagonisme secara *in vitro* dilakukan pada cawan petri berisi media PDA (Tuite, 1969). Miselium fungi endofit dan fungi patogen (yang telah ditumbuhkan sebelumnya pada media PDA) berukuran 0,5 cm diambil dari masing-masing koloni diletakkan secara berdampingan dengan jarak 5 cm pada cawan petri diameter 9 cm. Sebagai kontrol adalah fungi patogen dan *water agar* yang ditumbuhkan pada media PDA. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 25-30°C hingga hifa patogen kontrol mencapai pinggir petri.



Gambar 1. Ilustrasi Uji Antagonisme *In Vitro*.

Keterangan: a= cawan perlakuan: fungi patogen (P) dengan fungi endofit (E), b= cawan kontrol: fungi patogen (P) dengan water agar plug (K)

Pengukuran jarak pertumbuhan fungi patogen dan fungi endofit saat fungi patogen pada kontrol pertumbuhannya telah mencapai tepi petri. Selanjutnya dihitung persentase zona hambat menggunakan rumus yang dikenalkan oleh Skidmore & Dickinson (1976) dan pada penelitian lainnya (Rahman *et al.*, 2009; Situmorang, 2011; Mehetre & Deshmukh, 2011):

$$P (\%) = \frac{r_1 - r_2}{r_1} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan: P = persentase penghambatan, r1 = jarak pertumbuhan fungi patogen mendekati

water agar plug pada cawan kontrol, r_2 =jarak pertumbuhan koloni fungi patogen mendekati pertumbuhan fungi endofit pada cawan perlakuan

Data persen hambat dianalisis dengan ANOVA dan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) signifikansi 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

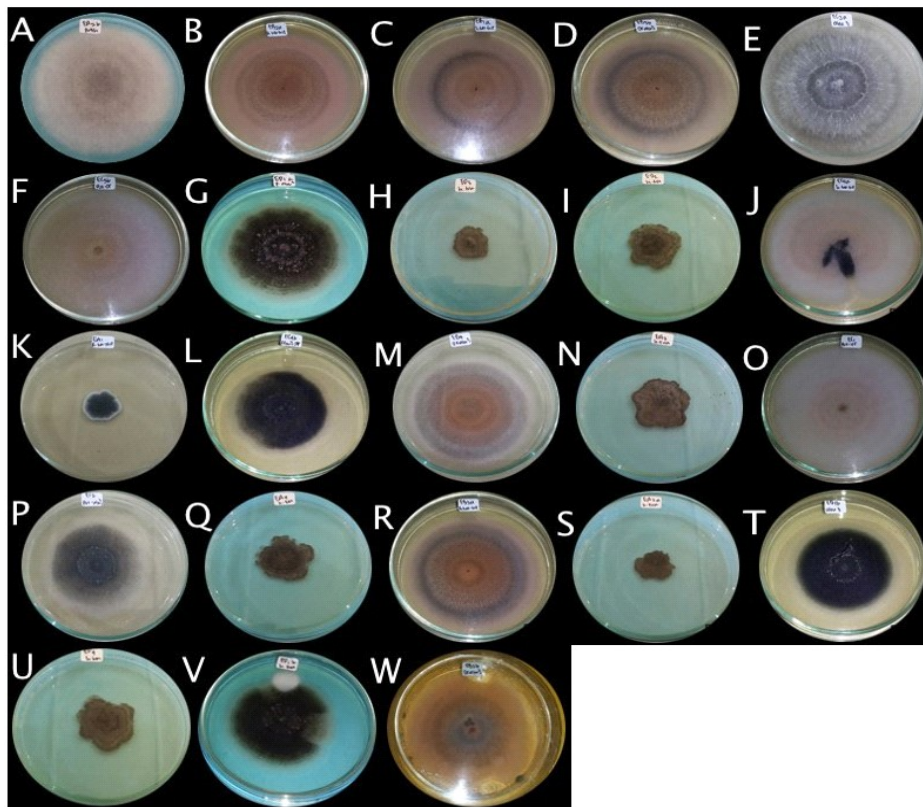
3.1 Isolasi dan Identifikasi Cendawan Endofit dari Daun Maja

Telah diisolasi 23 isolat cendawan endofit (Tabel 1, Gambar 2). Isolat EB1a, EB2a, EB2b, EB3a, EB3b dan EB4 termasuk genus *Colletotrichum* sp. 1 dengan ciri-ciri makroskopik: warna koloni dari putih abu-abu hingga orange, membentuk zonasi, permukaan *velvety*, adanya sedikit hifa aeral (Gambar 2) sedangkan isolat EC1, EC3b dan EC4a termasuk *Colletotrichum* sp. 2 dengan warna koloni yang berbeda yaitu putih dengan permukaan cottony, banyak hifa aeral, dan terdapat *peritechia* orange di tengah permukaan (Gambar 2).

Isolat EB1a, EB2a, EB2b, EB3a, EB3b dan

EB4 termasuk genus *Colletotrichum* sp. 1 dengan ciri-ciri makroskopik: warna koloni dari putih abu-abu hingga orange, membentuk zonasi, permukaan *velvety*, adanya sedikit hifa aeral sedangkan isolat EC1, EC3b dan EC4a termasuk *Colletotrichum* sp. 2 dengan warna koloni yang berbeda yaitu putih dengan permukaan cottony, banyak hifa aeral, dan terdapat *peritechia* orange di tengah permukaan (Gambar 2).

Terdapat dua spesies *Colletotrichum* pada hasil isolasi endofit dari daun Maja berdasarkan perbedaan warna dan permukaan koloni dan secara mikroskopik isolat *Colletotrichum* memiliki setae dan koninidia yang berbentuk *fusiform* atau *cylindrical* (Gambar 3). *Colletotrichum* merupakan fungi endofit yang banyak ditemukan pada daun tanaman contohnya pada tanaman Mangrove (Costa *et al.*, 2012) dan lima tanaman obat dari India (Gautam, 2014). *Colletotrichum* dapat bersifat sebagai asimtomatik (endofitik) maupun simtomatik (patogenik) (Rojas *et al.*, 2010), hal ini tergantung kondisi lingkungannya. Kondisi lingkungan memungkinkan fungi ini untuk tumbuh melimpah dan berkembang pesat (Semangun, 2008).



Gambar 2. Kultur endofit asal Tanaman Maja pada media PDA (7 HSI). A: EA2b, B: EB2a, C: EB1a, D: EB3b, E: EC3a, F: EC3b, G: ED1a, H: ED3, I: ED2, J: EC4a, K: EA1, L: EC4b, M: EB4, N: EA3, O: EC, P: EC2, Q: EA4, R: EB3a, S: EA2a, T: EB1b, U: ED4, V: ED1b, W: EB2b

Tabel 1. Karakteristik Fungi Endofit Hasil Isolasi dari Daun Maja (*Crescentia cujete* L.) Koleksi Lahan Kampus ITS Surabaya

No.	Kode isolat	Karakteristik makroskopik	Karakteristik mikroskopik	Growth rate (cm/7 hari)	Hasil Identifikasi
1	EA1	Warna koloni hijau kehitaman; permukaan <i>cottony</i> , pinggiran tidak rata, berlekuk (Gambar 2. K)	Bersepta; tidak adanya spora; adanya hifa moniliod; percabangan hifa dengan 90°, multinukleat hifa (Gambar 4. A-B)	2,1	<i>Rhizoctonia</i> sp. (multinukleat)
2	EA2a	Warna hijau kehitaman; permukaan <i>sloppy</i> (tidak rata/berkerut), tidak adanya hifa aeral; adanya zonasi; pinggiran tidak rata, berlekuk (Gambar 2. S)	Bersepta; tidak adanya spora; adanya hifa moniliod; percabangan hifa angular (Gambar 8. A-C)	2,35	<i>Mycelia sterilia</i>
3	EA2b	Warna putih dengan perithecia hitam; permukaan <i>cottony</i> , adanya hifa aeral; pinggiran rata, halus (Gambar 2.A)	Bersepta; konidia <i>cylindrical</i> ; asci terdiri atas 8 ascospora; peritichia merah orange (Gambar 6)	9	Anamorf: <i>Neonectria</i> sp. Teleomorf: <i>Cylindrocarpon</i> sp.
4	EA3	Warna hijau kehitaman, <i>sloppy</i> (tidak rata/berkerut), adanya zonasi, pinggiran tidak rata, berlekuk (Gambar 2. N)	Bersepta; tidak adanya spora; adanya hifa moniliod, percabangan hifa angular (Gambar 8. D-F)	3,4	<i>Mycelia sterilia</i>
5	EA4	Warna hijau kehitaman, permukaan <i>sloppy</i> (berkerut), adanya zonasi, pinggiran tidak rata, berlekuk (Gambar 2. Q)	Bersepta; tidak adanya spora; adanya hifa moniliod, percabangan hifa angular (Gambar 8. G-I)	3,4	<i>Mycelia sterilia</i>
6	EB1a	Warna abu-abu hingga orange; permukaan <i>velvety</i> (beludru); adanya zonasi; pinggiran rata (Gambar 2. C)	Bersepta; konidia <i>cylindrical</i> , <i>abundant</i> , hialin; adanya setae, panjang dan berwarna hitam (Gambar 3. B)	9	<i>Colletotrichum</i> sp. 1
7	EB1b	Warna abu-abu kecoklatan; permukaan <i>cottony</i> , adanya hifa aeral; adanya <i>smooth sclerotia</i> berwarna coklat gelap pada tengah koloni (Gambar 2. T)	Bersepta; tidak adanya spora; percabangan hifa 90°; binukleat (Gambar 5)	6,7	<i>Rhizoctonia</i> sp. (binukleat)
8	EB2a	Warna orange abu-abu; permukaan <i>velvety</i> (beludru); adanya zonasi; pinggiran rata (Gambar 2. B)	Bersepta; konidia <i>cylindrical</i> , <i>abundant</i> , hialin; seta panjang dan berwarna hitam (Gambar 3. C)	8,5	<i>Colletotrichum</i> sp. 1
9	EB2b	Warna kuning hingga orange; permukaan <i>velvety</i> (beludru); adanya zonasi; pinggiran rata (Gambar 2. W)	Bersepta; konidia <i>cylindrical</i> , hialin; percabangan hifa angular (Gambar 3. A)	7,83	<i>Colletotrichum</i> sp.1
10	EB3a	Warna abu-abu hingga orange; permukaan <i>velvety</i> (beludru);	Bersepta; konidia <i>cylindrical</i> , <i>abundant</i> , hialin; adanya seta,	8,9	<i>Colletotrichum</i> sp. 1
12	EB4	Warna abu-abu hingga orange; permukaan <i>velvety</i> (beludru); adanya zonasi; pinggiran rata (Gambar 2. M)	Bersepta; konidia <i>cylindrical</i> , <i>abundant</i> , hialin; adanya seta, panjang dan berwarna hitam (Gambar 3. F)	8,3	<i>Colletotrichum</i> sp. 1
13	EC1	Warna putih dengan bercak orange pada tengah; permukaan <i>cottony</i> ; adanya hifa aeral; pinggiran halus dan rata (Gambar 2. O)	Bersepta; konidia <i>cylindrical</i> , <i>abundant</i> , hialin; seta panjang dan bersekat (Gambar 3. G)	8,5	<i>Colletotrichum</i> sp. 2
14	EC2	Warna abu-abu hingga hitam dengan pinggiran putih; permukaan <i>waxy</i> (halus) dengan hifa aeral; pinggiran rata; sklerotia halus pada bagian tengah koloni (Gambar 2. P)	Bersepta; percabangan hifa angular; adanya <i>moniloid</i> sel; konidia elips, satu sel, hialin (Gambar 8. J)	6,5	<i>Mycelia sterilia</i>

Tabel 1. Karakteristik Fungi Endofit Hasil Isolasi dari Daun Maja (*Crescentia cujete* L.) Koleksi Lahan Kampus ITS Surabaya (Lanjutan)

15	EC3a	Warna putih abu-abu hingga kehitaman; permukaan <i>shrunk</i> (kasar) dengan <i>hairy</i> ; adanya zonasi; membentuk sklerotia hitam pada tengah koloni (Gambar 2. E)	Bersepta; percabangan hifa hialin; konidia dewasa dengan dinding berwarna gelap dan bersepta, konidia muda bersel satu dan hialin (Gambar 7)	9	<i>Sporidesmium</i> sp.
16	EC3b	Warna putih dengan bercak orange pada tengah; permukaan <i>cottony</i> ; adanya hifa aerial; pinggiran halus dan rata (Gambar 2. F)	Bersepta; konidia <i>cylindrical</i> , abundant, hialin; seta panjang, hitam (Gambar 3. H)	9	<i>Colletotrichum</i> sp. 2
17	EC4a	Warna putih dengan bercak orange pada tengah; permukaan <i>cottony</i> ; adanya hifa aerial; pinggiran halus dan rata (Gambar 2. J)	Bersepta; konidia <i>cylindrical</i> , abundant, hialin; seta panjang, hitam dan bersekat (Gambar 3. I)	9	<i>Colletotrichum</i> sp. 2
18	EC4b	Warna abu-abu hingga hitam dengan pinggiran putih; permukaan <i>waxy</i> (halus) dengan hifa aerial; pinggiran rata; sklerotia halus pada bagian tengah koloni (Gambar 2. L)	Bersepta; percabangan hifa angular; tidak ditemukan konidia (Gambar 4. C-D)	6,1	<i>Rhizoctonia</i> sp. (multinukleat)
19	ED1a	Warna abu-abu hingga kecolatan; permukaan <i>cottony</i> dengan hifa aerial; pinggiran rata; sklerotia kasar pada bagian tengah dan berjumlah banyak (Gambar 2. G)	Bersepta; percabangan hifa angular 90°; tidak adanya spora; hifa multinukleat (Gambar 4. E-G)	7,15	<i>Rhizoctonia</i> sp. (multinukleat)
20	ED1b	Warna abu-abu hingga kecolatan; permukaan <i>cottony</i> dengan hifa aerial; pinggiran rata; sklerotia kasar pada bagian tengah dan berjumlah banyak (Gambar 2. V)	Bersepta; percabangan hifa angular 90°; tidak adanya spora; hifa multinukleat (Gambar 4. H)	6,3	<i>Rhizoctonia</i> sp. (multinukleat)
21	ED2	Warna hijau kehitaman, <i>shrunk</i> (berkerut), adanya zonasi, pinggiran tidak rata, berlekuk (Gambar 2. I)	Bersepta; tidak adanya spora; adanya hifa <i>moniloid</i> , percabangan hifa angular (Gambar 8. J-L)	3,13	<i>Mycelia sterilia</i>
22	ED3	Warna hijau kehitaman, <i>shrunk</i> (berkerut), adanya zonasi, pinggiran tidak rata, berlekuk (Gambar 2. H)	Bersepta; tidak adanya spora; adanya hifa <i>moniloid</i> , percabangan hifa angular (Gambar 8. M)	2,45	<i>Mycelia sterilia</i>
23	ED4	Warna hijau kehitaman, <i>shrunk</i> (berkerut), adanya zonasi, pinggiran tidak rata, berlekuk (Gambar 2. U)	Bersepta; tidak adanya spora; adanya hifa <i>moniloid</i> , percabangan hifa angular (Gambar 8. N-O)	3,33	<i>Mycelia sterilia</i>

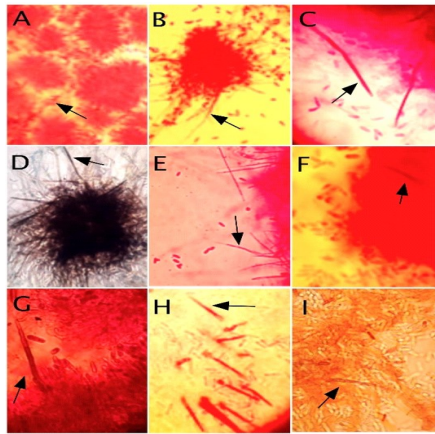
Telah dilaporkan uji potensi biokontrol antara fungi endofit *Colletotrichum* dengan fungi patogen *Phytophthora* diantaranya pada tanaman cokelat (Rojas *et al.*, 2010) dan dilaporkan bahwa inokulasi endofit *Colletotrichum* mampu menurunkan gejala penyakit *black pod* yang disebabkan oleh *Phytophthora*.

Rhizoctonia spp. teridentifikasi pada isolat (EA1; EB1b; ED1a; ED1b; dan EC4b) dikarenakan karakteristik mikroskopiknya yaitu mempunyai percabangan hifa angular (90°), tidak mempunyai spora aseksual (konidia), adanya moniloid sel dan *coil hifa* (Gambar 4 dan Gambar 5) sesuai dengan referensi Watanabe (2002) serta Blazier & Conway (2004).

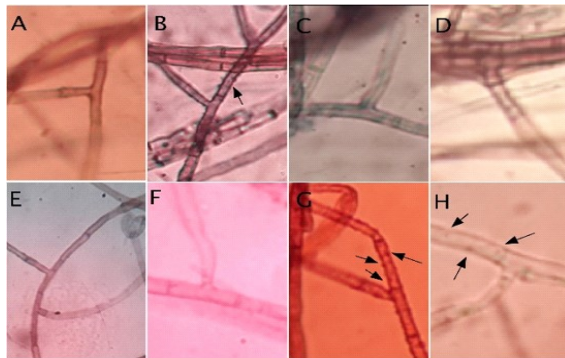
Rhizoctonia baik binukleat maupun multinukleat digolongkan sebagai *anastomosis groups* (AG) (Tuncer dan Eken, 2013). Isolat EA1, EC4b, ED1a dan ED1b digolongkan kedalam *Rhizoctonia* multinukleat hal ini karena hifa dari isolat-isolat tersebut memiliki banyak nukleus (Gambar 4. B; G; H). *Rhizoctonia* multinukleat juga dilaporkan sebagai fungi endofit yang ditemukan melimpah di alam (Herr, 1995).

Isolat EB1b digolongkan sebagai *Rhizoctonia* binukleat karena hifa EB1b memiliki dua nukleus saja (Gambar 5. A)

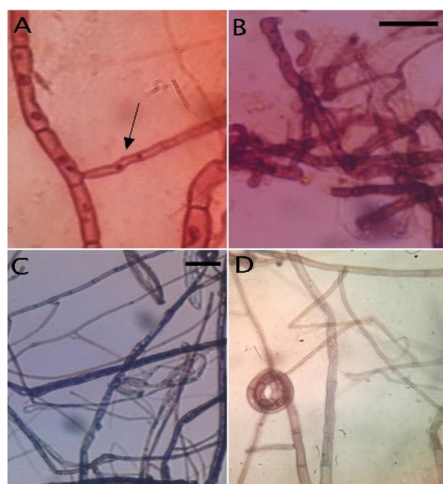
Rhizoctonia sp. EB1b memiliki warna koloni abu-abu kecoklatan, permukaan *cottony*, adanya hifa aerial, adanya *smooth sclerotia* berwarna



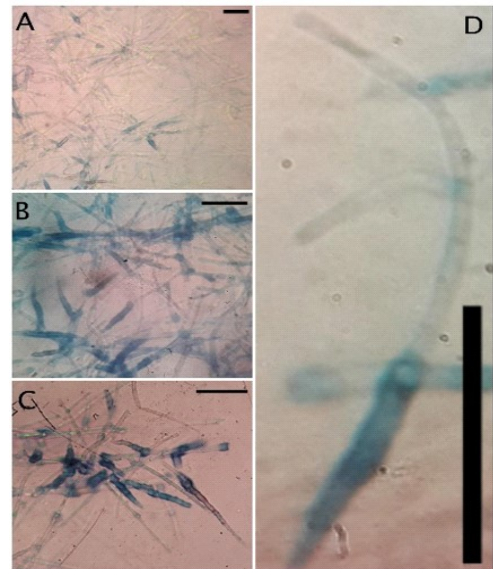
Gambar 3. *Setae Colletotrichum* spp. (ditunjukkan arah panah) A. EA2b, B. EB1a, C. EB2a, D. EB3a, E. EB3b, F. EB4, G. EC1, H. EC3b, I. EC4a



Gambar 4. Hifa *Rhizoctonia* spp. A. percabangan angular EA1, B. Multinukleat hifa EA1, C-D. Percabangan angular EC4b, E-F. percabangan angular ED1a G. Multinukleat hifa ED1a, H. Multinukleat hifa ED1b. Tanda panah menunjukkan inti sel



Gambar 5. Hifa binukleat *Rhizoctonia* sp. EB1b. A. binukleat hifa, B. *monilioid* sel, C. percabangan hifa, D. coil hifa. Bar=100 μ m



Gambar 7. Struktur mikroskopis *Sporidesmium* sp. EC3a. A. Percabangan hifa hialin, B. *Germinating conidium*, C. Konidia pada beberapa tahapan perkembangan, D. konidia dewasa. Bar=100 μ m

cokelat gelap pada tengah koloni (Gambar 2. T) sedangkan secara mikroskopis hifa beseptat; tidak adanya spora aseksual, percabangan hifa 90°, binukleat hifa (Gambar 5) sesuai dengan referensi Blazier dan Conway (2004) *Rhizoctonia* spp. binukleat dicirikan dengan ketidakhadiran spora aseksual, ketidakhadiran *clamp connections*, sklerotia kecil, bulat, berwarna cokelat gelap ukuran >1mm, hifa binukleat (dimana multinukleat sebagai ciri khas *R. solani*), miselia berwarna cokelat terang, percabangan hifa right angel, letak septum pada percabangan hifa dekat dengan pusat hifa utama.

Binucleate Rhizoctonia spp. (BNR) telah dilaporkan memiliki potensi sebagai agen antivirulen dalam mengendalikan jamur patogen (Herr, 1995). Kelompok ini memiliki potensi pengendalian pertumbuhan dari jamur patogen (Tuncer & Eken, 2013). Sehingga untuk penelitian ini, endofit *Rhizoctonia* multinukleat dieliminasi dikarenakan potensinya sebagai penyebab penyakit dan menggunakan *Rhizoctonia* binukleat (EB1b) sebagai kandidat endofit untuk uji antagonisme.

Isolat EA2b memiliki ciri mikroskopis hifa bersepta, konidia *cylindrical*, askus terdiri atas 8 askuspora, *peritechia* merah orange (Gambar 6).

Isolat ini diidentifikasi sebagai *Neonectria* sp. sesuai literatur Brayford *et al.*, (2004) *Neonectria*

telemorf memiliki *peritechia* berwarna merah dengan hifa palisade hialin pada luar dinding selnya. Askospora berukuran 7-20 µm, hialin; sel-sel pada dinding permukaan peritechia membentuk sirkular atau angular. Askus berbentuk silinder atau *narrowly clavate* terdiri atas 4-8 askuspora, uniseriat dengan overlapping atau biseriat dan mengelompok/menumpuk pada bagian atas askus.

Isolat EC3a diidentifikasi sebagai *Sporidesmium* sp. karena memiliki karakterisasi yang sama baik secara mikroskopik maupun mikroskopik sesuai literatur Ituriaga *et al.* (2008) yaitu koloni padat/tebal dan agak berambut (hairy) berwarna kecoklatan. Miselia berukuran 2-3 µm, bercabang, halus, berseptat, berwarna kecoklatan.

Miselia steril merupakan fungi endofit yang sering ditemukan ketika dilakukan pengisolasian pada daun tanaman obat (Gautam, 2014; Nayak, 2015; El-Nagarebi *et al.*, 2013). Secara makroskopis semua isolat memiliki warna hijau gelap (hitam), permukaan shrunk, adanya zonasi, pinggiran tidak rata atau berlekuk (Gambar 2).

3.2 Uji Antagonisme Cendawan Endofit Daun Maja dengan *Colletotrichum acutatum* Penyebab Antraknosa pada Cabai Merah secara *in vitro*

Berdasarkan Tabel 1 dapat diambil kandidat endofit dengan laju pertumbuhan tertinggi menggunakan *Neonectria* sp. EA2b, *Sporidesmium* sp. EC3a dan BNR EB1b. Dimana ketiga isolat itu memiliki jarak pertumbuhan tertinggi dibandingkan lainnya dan bersifat asimtomatik atau pernah dilaporkan sebagai agen biokontrol penyakit.

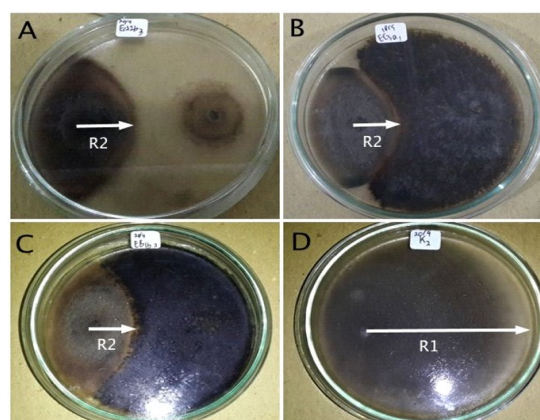
Secara keseluruhan nilai jarak pertumbuhan *C.acutatum* pada cawan perlakuan yaitu 2 - 2,20 cm, hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan koloni *C.acutatum* lebih baik pada media kontrol karena tidak terjadi kompetisi dengan jamur endofit seperti pada media uji antagonisme. Pertumbuhan koloni *C.acutatum* pada media uji antagonisme pun tidak

begitu beragam karena nilai R2 pada perlakuan A dan C sama yaitu 2 cm sedangkan pada B 2,20 cm.

Nilai persen penghambatan oleh jamur endofit dimana *Neonectria* sp. (71,43%), *Sporidesmium* sp. (68,57%) dan Binukleat *Rhizoctonia* sp. (71,43%) (Tabel 2). *Neonectria* sp. memiliki nilai hambat yang sama dengan BNR sedangkan *Sporidesmium* sp. memiliki nilai hambat terendah. Persen hambat antara spesies endofit berbeda secara signifikan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh mekanisme penghambatan yang spesifik oleh masing-masing fungi endofit dalam menghambat pertumbuhan cendawan patogen.

Untuk mengetahui mekanisme interaksi yang fungi endofit terhadap patogen maka dilakukan pengamatan secara mikroskopik pada daerah wilayah bertemunya kedua hifa ini di cawan uji antagonisme (Gambar 9).

Persen hambat *Neonectria* sp. sama dengan BNR menunjukkan bahwa kemampuan antagonis endofit ini sama. BNR tidak memiliki kemampuan mikoparasitisme namun dilaporkan mampu meningkatkan sistem resistensi tanaman inang (Herr, 1995).

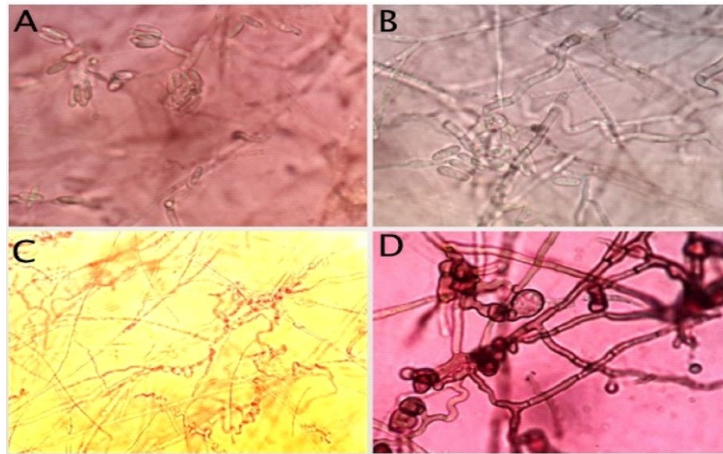


Gambar 8. Uji Antagonisme secara *In Vitro* Endofit Asal Daun Maja dengan *C. acutatum* pada Minggu ke-3. A. *Neonectria* sp., B. *Sporidesmium* sp., C. BNR, D. Kontrol

Tabel 2. Rerata Persen Daya Hambat Cendawan Endofit terhadap *C. acutatum*

Perlakuan	Rerata Jarak pertumbuhan <i>C.acutatum</i> (cm)		Rerata Daya Hambat (%)
	r1	r2	
K	7	-	0 ± 0,0 ^a
<i>Neonectria</i> sp.	-	2	71,43 ± 0,0 ^c
<i>Sporidesmium</i> sp.	-	2,20	68,57 ± 1,2 ^b
Binukleat <i>Rhizoctonia</i> sp.	-	2	71,43 ± 0,0 ^c

Keterangan: Angka-angka pada setiap kolom yang diikuti huruf yang tidak sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%, n=3



Gambar 9. Interaksi hifa *C.acutatum* dengan. *Neonectria* sp. (B), *Sporidesmium* sp. (C), Binukleat *Rhizoctonia* sp. (D), kontrol (A)

Konidia *C. acutatum* pada kontrol (Gambar 9.A) sedangkan pada media uji antagonisme dengan *Neonectria* sp. jumlah konidia *C. acutatum* dijumpai sedikit (Gambar 9.B). Hal ini menunjukkan bahwa proses perkembangbiakan spora *C. acutatum* terhambat akibat kolonisasi/kehadiran endofit *Neonectria* sp. selain itu hifa dari *C. acutatum* menjadi bentuk spiral dan melengkung tidak beraturan dan mengalami pemendekan. Sebagian hifa mengalami kekusutan dan pembengkakan dinding sel (Gambar 9.B). Hal ini dikarenakan jamur endofit mampu melepaskan senyawa antibiotik yang mampu menghambat elongasi hifa patogen (Nurzannah *et al.*, 2014). *Neonectria* sp. mempunyai anamorph *Cylindrocarpon*. *Cylindrocarpon* dilaporkan memiliki kemampuan melepaskan enzim yang mampu mendegradasi dinding sel (Songxixia, 2007) yaitu enzim β 1,3 glukonase (Cao *et al.*, 2009). Sehingga enzim yang dilepaskan oleh endofit tersebut mampu mendegradasi susunan dinding sel *Colletotrichum* yang mengakibatkan patogen terhambat dalam melakukan pertumbuhan hifa.

Malformasi hifa (spiral) *C. acutatum* juga ditemukan pada media uji antagonisme menggunakan *Sporidesmium* sp. (Gambar 9. C). *Sporidesmium* dilaporkan sebagai jamur mikoparasitisme karena kemampuannya dalam menurunkan jumlah sklerotia patogen (Martinson, 1999; Mendoza, 1999).

Hifa *C. acutatum* juga mengalami *swelling* (pembesaran dinding sel) pada media uji antagonisme dengan BNR (Gambar 9. D). Penggembungan hifa dilakukan sebagai tahapan pertama untuk proses pembentukan *resting*

sporangium (dorman) hal ini dikarenakan kondisi lingkungan yang kurang optimum untuk bergerminasinya spora (Steinhaus, 2012). BNR mampu melakukan penghambatan pertumbuhan patogen *Colletotrichum* dengan mekanisme penghambatan diantaranya kompetisi dan meningkatkan sistem ketahanan inang (Herr, 1995).

4. KESIMPULAN

Telah didapatkan 23 isolat cendawan endofit dari daun maja diantaranya 9 isolat *Colletotrichum* spp.; 5 isolat *Rhizoctonia* spp.; 1 isolat *Sporidesmium* sp.; 1 isolat *Neonectria* sp. dan 7 isolat teridentifikasi sebagai miselia steril. Persen penghambatan cendawan endofit terhadap *C. acutatum* penyebab antraknosa pada cabai merah secara *in vitro* adalah *Neonectria* sp. 71,43%, *Sporidesmium* sp. 68,67% dan *Rhizoctonia* sp. 71,43%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alam, B., J. LĐ, Q. Gě, M. A. Khan, J. Gōng, S. Mehmood, Y. Yuán, & W. GŌng. 2021. Endophytic Fungi: From Symbiosis to Secondary Metabolite Communications or Vice Versa?. *Frontiers in Plant Science*. 12: 3060.
- Blazier, S. R., & K. E Conway. 2004. Characterization of *Rhizoctonia solani* Isolates Associated with Patch Diseases on Turfgrass. *Proc. Okla. Acad. Sci.* 84: 41-51
- Bryford, D., B. M. Honda, F. R. Mantiri, & G. J. Samuels. 2004. *Neonectria* and *Cylindrocarpon*: The Nectria Mammioidea

- Group and Species Lacking Microconidia. *Mycologia*. 96 (3): 572-597
- Cao, R., X. Liu, K. Gao, K. Mendgen, Z. Kang, J. Gao, Y. Dai, & X. Wang. 2009. Mycoparasitism of Endophytic Fungi Isolated from Reed on Soilborne Phytopathogenic Fungi and Production of Cell Wall-Degrading Enzymes In Vitro. *Current Microbiology*. 59: 584-592.
- El-Nagerabi, S. A. F., E. A. Elshafie, & S. S. Alkanjari. 2013. Endophytic Fungi Associated With Ziziphus Species and New Records from Mountainous Area of Oman. *Biodiversita*. 14 (1): 10-16
- Faeth, S. H. & W. F. Fagan. 2002. Fungal Endophytes: Common Host Plant Symbionts but Uncommon Mutualists. *Integ. And. Comp. Biol.*, 42: 360-368
- Gao, F. K, C. C. Dai, & X. Z. Liu. 2010. Mechanisms of Fungal Endophytes in Plant Protection Against Pathogens. *African J Microbiol Res*. 4 (13): 1346-1351.
- Gautam, A. K. 2014. Diversity of Fungal Endophytes in Some Medicinal Plant of Himachal Pradesh, India. *Phytopathology*. 47 (5): 537-44.
- Herr, J. 1995. Biological Control of *Rhizoctonia Solani* by Binucleate *Rhizoctonia* spp. and Hypovirulent *R.solani* Agents. *Crop Protection*. 14 (3): 179-186.
- Istikorini, Y. 2008. Potensi Cendawan Endofit untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa pada Cabai (*Capsicum annum* L.). *Tesis*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Itturiaga, T., D. L. Hawksworth, & J. L. Crane. 2008. '*Sporidesmium*' *lichenicola* sp. nov., A New Lichenicolous Fungus on Leptogium from Venezuela. *Mycologia*. 100 (3): 392-396.
- Lien, F. N. 2001. Uji Toksisitas Ekstrak Metanol Daun Beremuk (*Crescentia cujete* L.) terhadap Larva *Artemia salina* Leach. Skripsi Fakultas Farmasi Universitas Surabaya, Surabaya.
- Martinson, C. 1999. Biocontrol of Sclerotinia Stem Rot in Soybeans with *Sporidesmium sclerotivorum*. *Leopold Center Progress Report*. 8: 33-38
- Mehetre, P. B. & H. Deshmukh. 2011. Effect of Antagonist on the Growth of *Colletotrichum capsici* Causing Anthracnose of Yam (*Dioscorea alata* L.) by Dual Culture Technology. *International Journal. Plant Protec*. 4(2): 417- 418.
- Mendoza, L. E. del. R. 1999. Biological Control of Sclerotinia Stem Rot of Soybean with *Sporidesmium sclerotivorum*. *Thesis*. Iowa State University.
- Nahdah, F., N. Sari, A. Rizali, & R. Wahdah. 2020. Antagonisme Fungi Endofit Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas*) terhadap *Fusarium oxysporum* C2 Penyebab Busuk Umbi pada Bawang Merah in Vitro. *Agrotechnology Research Journal*. 4 (1): 47 - 53.
- Nayak, B. K. 2015. Studies on Endophytic Fungal Diversity From Different Leaf Samples of *Pongamia pinnata*. *International Journal of MediPharm Research*. 1 (2): 134-138
- Nurzannah, S. E., Lisnawati & D. Bakti. 2014. Potens Jamur Endofit Asal Cabai sebagai Agens Hayati Untuk Mengendalikan Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum*) Pada Cabai dan Interaksinya. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 2 (3): 1230-1238
- Rodriguez, R. J., J. F. Jr. White, A. E. Arnold, & R. S. Sedman. 2009. Tansley Reviews: Fungal Endophytes: Diversity and Functional Roles. *New Phytologist*. 182 (2): 314-330.
- Rahman, M. A., M. F. Begum, & M. F. Alam. 2009. Screening of *Trichoderma* Isolates as a Biological Control Agent against *Ceratocystis paradoxa* Causing Pineapple Disease of Sugarcane. *Mycobiology*. 37 (4): 277-285.
- Rojas, E. I., S. A. Rehner, G. J. Samuels, S. A. V. Bael, E. A. Herre, P. Cannon, R. Chen, J. Pang, R. Wang, Y. Zhang, Y. Peng, & T. Sha. 2010. *Colletotrichum gloeosporioides* s.l. Associated With *Theobroma Cacao* And Other Plants in Panama: Multilocus Phylogenies Distinguish Host-Associated Pathogens From Asymptomatic Endophytes. *Mycologia*. 102 (6): 1318-1338.
- Sari, N., N. D. Kuswytasari, & A. P. D. Nurhayati. 2020. Antibacterial Activity Test of Wet and Dried Extracts of Calabash Tree (*Crescentia cujete* L.) Against *Aeromonas hydrophilla*. *Jurnal Biota*. 6 (1): 5-11.
- Sari, N., & R. S. Kasiandari. 2021. Identifikasi dan Uji Patogenisitas *Colletotrichum* spp. dari Cabai Merah (*Capsicum annum*): Kasus di Krican, Magelang, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 26 (2): 243-250.
- Sari, N. 2020. Review of Endophytic Fungi as Biocontrol Agents Against Plant Pathogen.

- Gontor *AGROTECH Science Journal*. 6 (1): 55-73.
- Semangun, H. 2008. *Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia*. UGM Press, Yogyakarta.
- Situmorang, N. 2011. Efektivitas Fungi Endofit Dalam Pengendalian Fungi Patogen Penyebab Antraknosa pada *Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume. *Tesis*. Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta.
- Skidmore, A. M., & Dickinson, C. H. 1976. Colony interactions and hyphal interference between *Septoria nodorum* and phylloplane fungi. *Transactions of the British Mycological Society*. 66 (1): 57-64.
- Steinhaus, E. 2012. *Insect Pathology V2: an Advanced Treatise*. Elsevier. <http://books.google.co.id> Diakses pada 10 Agustus 2014.
- Tuite, J. 1969. *Plant Pathological Methods. Fungi and Bacteria*. Burgess Publishing Company Minneapolis, Minnesota. USA. 293pp
- Tuncer, S. & C. Eken. 2013. Anastomosis Grouping of *Rhizoctonia solani* and Binucleate *Rhizoctonia* spp. Isolated from Pepper in Erzincan, Turkey. *Plant Protect. Sci.* 49 (3):127-131
- Watanabe, T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi* (Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species) 2nd Edition. CRC Press, USA.
- Wilia, W. 2010. Potensi Cendawan Endofit dan Khamir untuk Mengendalikan Penyakit Antraknosa (*Colletotrichum acutatum* L.) pada Tanaman Cabai. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.